

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 26 / 2020 / 2 / April

Intervju -
dr. Samo Kopač

Pilotna naprava za
recikliranja izrabljenega
katodnega odpadka

Razvoj inteligentnega
planocentričnega
prenosnika

Vzdrževanje
hidravličnih
naprav

EPSON
EXCEED YOUR VISION

www.dax.si

DAX



PRENOVLJENA SERIJA LS-B SCARA
DOSEG 400 - 1000 mm NOSILNOST 3 - 20 kg

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OPL

Parker

OMEGA
AIR

MIEL OMRON
www.miel.si

PODKRIZNIK
group

ppt commerce

Širok nabor hidravličnih ventilov

- Za odprte in zaprte tokokroge
- Zasnovani za delovanje z visokim tlakom in tokom
- Optimirani za delovanje s Poclain Hydraulics sistemi

> Ventili za zaprte tokokroge

→ Ventili za zagotavljanje oprijema koles

- Ventili za preprečevanje zdesavanja
- Očistniki toka
- "Twinlock" ventili



→ Ventili za prosti tek



→ Ventili za izpiranje tokokroga



> Ventili za odprte tokokroge

→ Protipovratni ventili



→ Tlačni ventili



→ Tokovni ventili



→ Potni ventili



> Ventili za zavore

→ Ventili za sprožanje zavore (zašilne/parkirne in delovne zavore)



→ Ventili za polnjenje akumulatorja



→ Kompaktni multifunkcijski ventili (sprožanje zavore in polnjenje akumulatorja)



> Namenski krmilni bloki

→ Ventili za odprte in zaprte tokokroge so lahko integrirani v kompakten blok, ki celovito izvaja želeno funkcijo hidravličnega krmiljenja



KORONAVIRUS, EPIDEMIJA, KARANTENA, INDUSTRIJA, ZNANOST IN KAPITALIZEM



Danes pogosto slišimo, da sta za koronavirus kriva kapitalizem in pohlep ljudi po večjem premoženju in višjem standardu. Mogoče je to celo res. A kdo bo to dokazal? Po znanih podatkih se je virus naselil na človeka v mestu Vuhan na Kitajskem, ki ne spada med sodobne klasične kapitalistične države, ampak prej med centralnoplansko urejene države ali celo med komunistične države, kjer je celotna oblast v rokah nekaj ljudi.

Prav gotovo je res, da je bil razvoj človeštva v zadnjih sto letih prehitel, preustvarjal, naravnani predvsem na pridobivanje, dobičkonosnost in lastnino. Če se je človek pred sto leti gibal v območju desetih kilometrov okoli svojega doma, se danes v severni polovici zemeljske oble giblje v območju, ki je vsaj desetkrat in celo večkrat večje. Če se je človek pred sto leti gibal s hitrostjo 5 km na uro, se danes večina ljudi giblje s 50 km na uro ali celo več. In če bo (bi) šlo tako naprej, se bo človeška mobilnost drastično zvišala. Ali bo narava na naši Zemlji to prenesla?

Ali se današnje človeštvo lahko preseli nazaj v zgodovino in živi tako, kot se je živelo pred sto leti? Mislim, da ne! Ali si danes mladi ljudje sploh predstavljajo življenje brez elektrike, brez tekoče vode v stanovanjih, brez toplih radiatorjev, ali pa brez zdravil itd? Naša generacija še pozna naše mame ali stare mame, ki so prale perilo v mrzli vodi potokov. Prav tako naša generacija pozna še živeče ljudi, ki so jim starši zvečer, ko so bili lačni, rekli, da kruh spi. V naši državi poznamo še živeče ljudi, ki so dobili prve čevlje, ko so šli prvič v šolo itd., itd.

Kako danes mladim ljudem to razložiti? Ali pa nekoliko starejšim? Predvsem tistim, ki nasprotujejo postavitvi vetrnih elektrarn ali pa celo hidroelektrarn na Savi in Muri. Naj vsi okoljevarstveni dušebrižniki vsaj za nekaj časa poskusijo živeti brez elektrike, vode in ogrevanja ali pa celo brez zdravstvenih storitev in zdravil.

Človek je inovativno in vedoželjno bitje, kar je dobro, ni pa dobro, da se ne zna ustaviti in reči, dovolj je! Predvsem je težava v avtoriteti zemljana, ki bi si upal to reči in bi bil upoštevan na celotni zemeljski obli.

Toda biti moramo realni. Tisti, ki krivijo kapitalizem za koronavirus, prav gotovo nimajo prav. Večji del razvoja in napredka, odkritij, novosti na tehničnem področju in drugje je bil v svetu izveden v kapitalizmu. To še posebno velja za zdravstvo in zdravila – ali to priznamo ali pa ne. Vsi argumenti potrjujejo to trditev.

Velika večina rezultatov razvoja, ki jih je doseglo človeštvo, je koristna, v pomoč človeku in prispeva k varnejšemu in lažnejšemu življenju. Seveda poznamo orožje, strupe, poklicne bolezni, onesnaževanje okolja itd.

Evropske države so oblikovale kapitalizem, ki je po meri človeka. Verjetno za naravo in karakter povprečnega človeka ni boljšega sistema. Evropske države so ustvarjalne, imajo visok standard in dajo za solidarnost, socialo ter druga sredstva za pomoč ljudem v evropskih državah in po svetu več, kot da ves preostali svet.

Kaj lahko tehniki naredimo ob tragediji, kot je koronavirus? Veliko! Tehniki in inženirji so zaslužni za številne tehnične rešitve pri razvoju zdravil in medicinske opreme, naprav za izdelavo zdravil in naprav za zdravljenje.

Je pa verjetno tudi res, da smo v Sloveniji v preteklosti, in tudi danes je tako, premalo naredili za sodelovanje tehnikov, naravoslovcev ter zdravnikov in drugega medicinskega osebja. Premalo smo naredili pri razvoju medicinske in druge opreme za zdravstvo. Spomnimo se pred desetletjem afere o medicinskih mizah, ki smo jih uvozili iz druge države. Ali takšne mize res ne znamo narediti v Sloveniji?

Kaj pa respirator? Pred slabim mesecem smo brali v medijih, da se je na pobudo ožjega kroga gospodarstvenikov, direktorjev pomembnih podjetij in ustanov pričela akcija za izdelavo slovenskega respiratorja. To je prav gotovo dobra ideja, ki pa verjetno zaradi vseh zapletov za pridobitev certifikatov za medicinsko področje ne bo uspešna, je pa prilika, da se pridobijo znanje in izkušnje s tega področja.

So pa še številna področja, ki bi jih moralo ministrstvo, odgovorno za znanost, in ministrstvo za zdravstvo prepoznati in skupaj razpisati ciljne projekte, na katere bi se morali javiti univerzitetni znanstveniki iz naravoslovja, medicine, tehnike in podjetja, ki bi izpeljala projekte.

Samo kot primer. Žilna opornica je preprost kovinski izdelek, ki bi ga v Sloveniji z znanjem, ki ga imamo, brez težav izdelali. Toda ljubijo tega ne dovolijo! Takšnih primerov pa je še zelo veliko.

In pri tem se sprašujemo, zakaj imamo vlado in ministre.

Janez Tušek

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[®]



JUBILEJ	
Tomaž Pepelnjak	
Prof. dr. Franc Gologranc je praznoval 100 let	82
INTERVJU	
Dr. Samo Kopač – direktor Urada RS za meroslovje	84
DOGODKI • POROČILA • VESTI	88
NOVICE • ZANIMIVOSTI	90
Suzana Perhavec	
»Nikola Tesla kot poživilo za možganek« ali »Kako mlade navdušiti za naravoslovje?«	90
PREDSTAVITEV	
Anton Stušek, Jožef Pezdarnik, Franc Majdič	
Laboratorij za fluidno tehniko (LFT) na Fakulteti za strojništvo (FS) Univerze v Ljubljani	100
RECIKLIRANJE	
Primož Rus, Janez Urevc, Bojan Starman, Dušan Klinar, Ana Mladenović, Mateja Košir, Miroslav Halilović	
Izgradnja in krmiljenje pilotne naprave za recikliranje izrabljenega katodnega odpadka iz proizvodnje aluminija	104
MEHANSKI SKLOPI V MEHATRONIKI	
Gorazd Hlebanja, Miha Erjavec, Luka Knez, Simon Kulovec, Jože Hlebanja	
Towards Intelligent Planocentric Gear Train for Robotic Industry – Part 1	114
VZDRŽEVANJE HIDRAVLIKE	
Franc Majdič	
Vzdrževanje hidravličnih naprav – 7. del	122
IZ PRAKSE ZA PRAKSO	
Milan Kambič	
Menjava olja v hidravličnem sistemu	126
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Proporcionalni 2/2-potni ventil VEA s piezo tehnologijo (FESTO)	128
Priključki za zrak (S3C)	129
NOVOSTI NA TRGU	
Prikazovalnik za procesno industrijo ITP11 (akYtec)	130
Roboti serije LS-B (DAX Electronic Systems)	131
Indeksni zatiči s pozicijskim signalom (ELESA+GANter)	132
Krogelna vretena za velike hitrosti – THOMSON LINEAR (INOTEH)	133
Novi manometer s spominom – Parker SensoControl ServiceJunior (PARKER HANNIFIN)	134
Vodni delilnik z nadzorom pretoka in temperature (SMC)	135
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Orodje za pravočasno opozarjanje in napoved težav v proizvodnih postrojenjih – SAM GUARD (GIA-S) ...	136
Industrijske črpalke (HENNLICH)	140
Spremljanje in daljinsko upravljanje kompresorskih postaj z aplikacijo AIR Link (OMEGA AIR)	142
LETALSTVO	
Aleksander Čičerov	
Dag Hammarskjöld – največja skrivnost v zgodovini Združenih narodov	146
LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA	149
PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI	150
Zanimivosti na spletnih straneh	150
ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE	132

PROF. DR. FRANCO GOLOGRANC

– STAROSTA PREOBLIKOVANJA V SLOVENIJI – PRAZNOVAL 100 LET

Tomaž Pepelnjak

Sredi februarja smo na Fakulteti za strojništvo praznovali visok jubilej – stoletnico rojstva našega najstarejšega profesorja in hkrati tudi najstarejšega še živečega diplomanta Fakultete za strojništvo prof. dr. Franca Gologranca. Visoki jubilej smo proslavili s slovesnostjo, ki so se je udeležili številni aktivni in upokojeni profesorji Fakultete za strojništvo, nekdanji magistranti in diplomanti prof. Gologranca ter gost Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. MBA Mathias Liewald z Inštituta za preoblikovanje v Stuttgartu, kjer je prof. Gologranc doktoriral.



Slika 1 : Profesor Gologranc na slavnostnem predavanju februarja 2020

Profesor dr. Franc Gologranc se je rodil leta 1920 v Slovenskih Konjicah. Dijaška leta je preživel v Mariboru in Celju, po maturi pa se je leta 1938 vpisal na elektrostrojni oddelek takratne Tehniške fakultete v Ljubljani. Žal je njegov študij prekinila druga svetovna vojna. Tako je šolanje lahko nadaljeval šele leta 1947 in že februarja leta 1950 diplomiral kot šestnajsti diplomant Fakultete za strojništvo.

Po diplomi je bil odrejen za zaposlitev v Železarni na Jesenicah. Zelo kmalu je bil nato premeščen v Centralni konstrukcijski biro Ministrstva za težko industrijo v Ljubljani, kjer so projektirali opremo za železarne in strojne tovarne. Po ukinitvi biroja I. 1952 je bil kot konstrukter premeščen v Inštitut

za mehansko tehnologijo na Oddelku za strojništvo Tehniške fakultete, nato pa izvoljen v naziv asistenta.

Želja in potreba po pridobivanju znanja in izkušenj na novem področju sta ga kmalu vodili v tujino. V letih 1952–1958 je bil v intervalih dvakrat po eno leto na specializaciji v dveh velikih tovarnah težkih obdelovalnih strojev v ZR Nemčiji ter en semester na študiju na TVŠ Aachen. Pogosto se je udeleževal sejmov strojne opreme v tujini, kjer je srečeval tudi nemške strokovnjake. Do leta 1960 je bilo njegovo strokovno in pedagoško delo usmerjeno v širše področje mehanske tehnologije in obdelovalnih strojev. Ko pa je bil tega leta uveden tristopenjski študij strojništva s tremi usmeritvami, se je po 10 letih praktičnih izkušenj kot konstrukter in kot asistent prijavil na eno od razpisanih mest za učitelja v tehnološki smeri Fakultete za strojništvo v Ljubljani in bil spomladi 1961 habilitiran za docenta za tehniko preoblikovanja in teorijo plastičnega preoblikovanja – takrat novo vpeljani tehnološki disciplini na fakulteti.

V težnji po nenehnem izobraževanju je prof. Gologranc kmalu ugotovil, da na mestu docenta ne bo mogel biti brez doktorskega naziva. Ker v tistih časih na področju nekdanje Jugoslavije ni našel mentorja s področja takrat še mlade znanstvene vede preoblikovanja kovin, je navezal stike z znanstveniki v ZRN, še posebej z Univerzo v Stuttgartu. Tam se je s predstojnikom novo ustanovljenega Inštituta za preoblikovalno tehniko Prof. Dr.-Ing. Kurtom Langejem uspel dogovoriti za dolgoročno financirano raziskovalno delo, ki ga je moral združevati s svojimi pedagoškimi obveznostmi v Ljubljani.

Vztrajnost in raziskovalni duh sta ga gnala, da je s presledki od leta 1967 do 1974 v Stuttgartu razvil

Izr. prof. dr. Tomaž Pepelnjak, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

novo metodo določanja krivulje plastičnega tečenja materiala. Metodo je predstavil v tuji in domači literaturi in leta 1975 v Stuttgartu tudi uspešno doktoriral.

Prvi preizkusi vrednotenja preoblikovalnosti materiala z novo razvito metodo izbočevanja pločevine so bili zaradi pomanjkanja opreme v prvih razvojnih fazah za današnje pojme precej poenostavljene, saj so geometrijske spremembe na pločevini merili z merilnimi uricami, te pa v enakomernih časovnih intervalih fotografirali kar s fotoaparatom. Prof. Gologranc je z leti metodo izpopolnil in že leta 1980 v Strojniškem vestniku predstavil celoten avtomatiziran sistem za vrednotenje plastičnih lastnosti pločevine.

Svojo pedagoško in znanstvenoraziskovalno pot je prof. Gologranc po zaključenem doktoratu nadaljeval na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, kjer je bil leta 1982 izvoljen v naziv rednega profesorja. Vsa leta delovanja na Fakulteti za strojništvo se je intenzivno zavzemal za širjenje znanja o različnih postopkih tako masivnega preoblikovanja kot tudi preoblikovanja pločevine in že sredi šestdesetih let je uspešno zasnoval Laboratorij za preoblikovanje. V Stuttgartu pridobljeno znanje je uspešno prenesel v slovenski prostor in s številnimi znanstvenoraziskovalnimi projekti in direktnim sodelovanjem z industrijo dvigal nivo predelave predvsem pločevinskih materialov v slovenski industriji. S svojim sodelovanjem s podjetji IMV, CIMOS, TAM, EMO in drugimi je ključno prispeval k uveljavljanju postopkov preoblikovanja v slovenskem industrijskem prostoru. Poleg tega je povezoval svoje pedagoško in znanstveno poslanstvo, saj je bil v času svoje profesorske aktivnosti na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani mentor preko 100 diplomantom na dodiplomskem kot tudi na podiplomskem študiju.

Prof. Gologranc se je tudi zavedal, da ima pri širjenju znanja o preoblikovanju ključno vlogo tako tuja kot tudi domača znanstvena literatura. Zato je svoja odkritja in znanstvene prispevke objavljal v tujih revijah (najpogosteje v *Industrie Anzeiger*), pri širjenju svojih znanstvenih dognanj v jugoslovanskem prostoru pa je najpogosteje uporabljal ravno naš *Strojniški vestnik*, v katerem je v letih svojega aktivnega znanstvenega delovanja objavil kar 27 strokovnih člankov.

V člankih v *Strojniškem vestniku* je prof. Gologranc predstavil svoje široko poznavanje področja obdelav materialov, pri čemer se ni omejil le na področje preoblikovanja.

Svoje glavne raziskave je seveda usmerjal predvsem v področja preoblikovanja pločevine, kjer je tudi največ prispeval v bogato zakladnico tehnološkega znanja. Poleg objav v znanstvenih revijah



Slika 2 : Skupinska slika po slavnostnem predavanju: z leve: dekan Fakultete za strojništvo prof. dr. Mitjan Kalin, prof. dr. Franc Gologranc, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. MBA Mathias Liewald inizr. prof. dr. Tomaž Pepelnjak.

je širil svoje strokovno znanje v industriji tudi z udeležbo na številnih srečanjih kovinskopredelovalne industrije, kjer se je razpravljalo o sodobnih trendih predelave materialov. Prof. Gologranc je za slovensko stroko napisal tudi učbenike s področja preoblikovanja, prvega *Tehnika preoblikovanja* že leta 1963, nekaj let kasneje pa še *Uvod v preoblikovanje* ter *Preoblikovanje 1. del* in *Preoblikovanje 2. del - Masivno preoblikovanje*.

Tudi na naši slovesnosti sredi februarja nam je profesor Gologranc v nagovoru predstavil svoj pogled na raziskave na področju preoblikovanja in orisal svojo raziskovalno pot od začetkov do upokojitve. Pri tem je predaval tako živo in predano kot v letih, ko smo ga nekateri še kot študenti poslušali v predavalnici. Na slovesnosti je vizijo procesov preoblikovanja s poudarkom na pridobivanju preoblikovalnih lastnosti podal tudi direktor Inštituta za preoblikovanje v Stuttgartu svoje strokovno znanje Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. MBA Mathias Liewald, ki se je v predavanju dotaknil tudi vloge prof. Gologranca pri razvoju metod določevanja preoblikovalnih lastnosti pločevine.

Ob koncu pregleda dela prof. dr. Franca Gologranca lahko zapišem, da nam je s svojo iznajdljivostjo, vztrajnostjo, raziskovalnim duhom ter energijo, ki smo jo vsi prisotni ponovno doživeli ob njegovem predavanju, še ob svojem visokem jubileju zgled znanstvenika, ki je svoje življenje posvetil razvoju preoblikovanja kovin.

Spoštovanemu profesorju ob izjemnem življenjskem jubileju v imenu avtorja prispevka in celotnega uredništva revije *Ventil* iskreno čestitamo, želimo veliko zdravja, zadovoljstva, in osebne sreče.

POGOVOR Z DIREKTORJEM URADA RS ZA MEROSLOVJE DR. SAMOM KOPAČEM OB 20. MAJU, SVETOVNEM DNEVU MEROSLOVJA

Urad RS za meroslovje

Dr. Samo Kopač je po izobrazbi univ. dipl. fizik in doktor fizikalnih znanosti. Svojo meroslovno pot je začel že v času podiplomskega študija na IJS, nadaljeval kot vodja Slovenske akreditacije, v vlogi direktorja Urada RS za meroslovje pa je od leta 2010. Z njim smo se pogovarjali o pomenu meroslovja v Sloveniji in nalogah, ki jih opravlja Urad RS za meroslovje.



Direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač
(Vir: Arhiv MIRS in Obrtnik)

Predstavitvena brošura Urada nosi naslov »Že več kot 200 let skrbimo za točna in zanesljiva merjenja«, kaj to pomeni?

Dr. Samo Kopač: Korenine meroslovja na področju Slovenije imajo že dolgo tradicijo in segajo vse v prazgodovinski čas, kar dokazujejo bogate arheološke najdbe. Že cesarica Marija Terezija je v času svojega vladanja v avstro-ogrski monarhiji vpeljala za tiste čase vzoren red na področju meroslovja. Slovenija je tako že v 18. stoletju imela urejen meroslovni sistem, kjer je bilo poleg mer in merskih enot poskrbljeno tudi za primerno kontrolo in označevanje plemenitih kovin.

V Ljubljani so tako za nadzor trgovskega prometa na Bregu ob Ljublanici že sredi 18. stoletja posta-

vili javno tehtnico, v začetku 19. stoletja pa v okviru mitnice tudi mestno tehtnico za tehtanje blaga, ki so ga pripeljali v mesto. V letu 1877 je tako na naslovu Na Prulah 17, danes na Grudnovem nabrežju 17, že deloval meroizkusni oz. merosodni urad. Po propadu monarhije leta 1918 se je urejanje merjenj nadaljevalo tudi v okviru Kraljevine SHS in kasneje v Jugoslaviji.

Tudi ob osamosvojitvi Republike Slovenije je bilo področje meroslovja prepoznano kot ena od državotvornih nalog. Urad za standardizacijo in meroslovje (USM) je bil tako ustanovljen z razglasitvijo Ustavnega zakona za izvedbo Temeljne ustavne listine o samostojnosti in neodvisnosti Republike Slovenije dne 25. 6. 1991. Z ločitvijo standardizacije in akreditacije leta 2001 se je meroslovni del urada preoblikoval v Urad RS za meroslovje, ki predstavlja slovensko nacionalno meroslovno institucijo ter sedaj kot organ v sestavi Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo nadaljuje delo na področju meroslovja. *Zato pravimo, da že 200 let skrbimo za točna in zanesljiva merjenja.*

Meroslovje je znanost o merjenju. Vključuje enotno razumevanje in uporabo merskih enot ter s tem povezuje aktivnosti ljudi po vsem svetu. Meroslovje obravnava definicijo merskih enot, njihovo uporabo v praksi in zagotavljanje sledljivosti meritev, s katerimi se izvedba enot nadzorovano prenaša do uporabnikov. Tako so točne meritve med najbolj osnovnimi pogoji za proizvodnjo, trgovanje in za delovanje družbe na splošno.

Nir Maria Terezia,
von Gottes Gnaden Römische Kaiserin, Wittib, Königin zu Hungarn, Böhmeim, Dalmatien, Croatien, Slavonien, Galizien, Lodomerien zc. Erzherzoginn zu Oesterreich Herzoginn zu Burgund, zu Steyer, zu Kärnten, und zu Crain; Großfürstinn zu Siebenbürgen; Markgräfinn zu Mähren, Herzoginn zu Brabant, zu Limburg, zu Luxemburg, und zu Geldern, zu Württemberg, zu Ober- und Nieder-Schlesien, zu Manland, zu Mantua, zu Parma, zu Placenz, zu Guastalla, zu Aufchwig, und Zator; Fürstinn zu Schwaben, gefürstete Gräfinn zu Habsburg, zu Flandern, zu Tyrol, zu Hennegau, zu Koburg, zu Görz, und zu Gradisca, Markgräfinn des heiligen Römischen Reichs, zu Burgau, zu Ober- und Nieder-Lausnig, Gräfinn zu Namur, Frau auf der Windischen March, und zu Mecheln zc.; verwittibte Herzoginn zu Lotharingen, und Barr, Großherzoginn zu Toscana zc. zc.

Entbieten allen und jeden geistlichen und weltlichen Obrigkeiten und Unterthanen Unseres Erzherzogthums Oesterreich unter der Enns, was Würden oder Standes sie seyen, Unsere Gnade, und geben euch hiemit gnädigt zu vernehmen: wasmaßen Wir mißfällig



Stare mere, merila in listine iz časa cesarice Marije Terezije (Vir: Arhiv MIRS)

Kakšne so naloge in pristojnosti Urada na področju meroslovja v Sloveniji?

Dr. Samo Kopač: Naloge Urada na področju meroslovja opredeljuje Zakon o meroslovju, poleg tega pa Urad opravlja tudi naloge s področja Zakona o izdelkih iz plemenitih kovin. Meroslovje lahko tako v grobem razdelimo na pet področij:

► Mednarodni sistem merskih enot SI

S podpisom Metrske konvencije leta 1875 je bilo potrjeno, da je uporaba enotnih in primerljivih merskih enot bistvena za nemoteno trgovino ter razvoj družbe tako na državni kot mednarodni ravni. Sistem enot SI tako opredeljuje sedem osnovnih enot, in sicer meter, kilogram, sekundo, amper, kelvin, mol in kandelo. Sistem je leta 2019 doživel tudi redefinicijo, tako da so enote sedaj univerzalno uporabne po celotnem nam znanem vesolju, kar predstavlja nov mejnik naše civilizacije. Nova definicija enot sistema SI temelji na določitvi naslednjih fiksnih vrednosti naravnih konstant:

- frekvenca prehoda cezijevega 133 atoma v nemotenem osnovnem stanju $\Delta\nu_{Cs}$ je 9 192 631 770 Hz,
- hitrost svetlobe v vakuumu c je 299 792 458 m/s,

- Planckova konstanta h je $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ Js,
- osnovni naboj e je $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ C,
- Boltzmannova konstanta k je $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ J/K,
- Avogadrova konstanta N_A je $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ mol⁻¹,
- svetlobna učinkovitost monokromatskega sevanja s frekvenco 540×10^{12} Hz, K_{cd} je 683 lm/W.

Nove definicije enot SI pa so sedaj:

- SI enota za maso je kilogram (kg). Določen je preko številske vrednosti Planckove konstante h .
- SI enota za električni tok je amper (A). Določen je preko številske vrednosti osnovnega naboja e .
- SI enota za termodinamično temperaturo je kelvin (K). Določen je preko številske vrednosti Boltzmanove konstante k .
- SI enota za množino snovi je mol (mol). Določen je preko številske vrednosti Avogadrove konstante N_A .
- SI enota za čas je sekunda (s). Določena je preko številske vrednosti cezijeve frekvence $\Delta\nu_{Cs}$.
- SI enota za dolžino je meter (m). Določen je preko številske vrednosti hitrosti svetlobe v vakuumu c .
- SI enota za svetilnost/svetlobno jakost v dani smeri je kandela (cd). Določena je preko šte-

vilske vrednosti svetlobne učinkovitosti monokromatskega sevanja s frekvenco 540×10^{12} Hz, K_{cd} .

Urad tako skrbi tudi za pravilno uporabo merskih enot mednarodnega sistema SI.

► Zagotavljanje sledljivosti meritev

Nacionalni meroslovni sistem zagotavlja sledljivost in mednarodno primerljivost merjenj za uporabnike v Sloveniji. Merilna sledljivost je definirana kot lastnost merilnega rezultata, ki omogoča navezavo rezultata na referenco z dokumentirano neprekinjeno verigo umeritev/kalibracij, od katerih vsaka prispeva k merilni negotovosti. Urad zagotavlja sledljivost merjenj na mednarodno raven ter prenos vrednosti izbranih enot SI v Republiki Sloveniji samostojno ali preko nosilcev nacionalnih etalonov. Poleg Urada je v meroslovni sistem vključenih tudi 9 zunanjih inštitucij t. i. nosilcev nacionalnih etalonov, ki s svojimi akreditiranimi merilnimi zmogljivostmi zagotavljajo merilno sledljivost za posamezne enote SI sistema do mednarodnih etalonov oz. do primarne realizacije merskih enot SI.

► Zakonska merila

Zakon o meroslovju določa, da morajo merila, ki se uporabljajo na področjih varovanja zdravja, varstva okolja, splošne tehnične varnosti, prometa blaga in storitev ter v postopkih pred upravnimi in pravosodnimi organi, izpolnjevati meroslovne in tehnične zahteve, določene s predpisi. Zakonska merila so na primer tehtnice v trgovinah, bencinske črpalke, taksimetri, merilniki hitrosti v cestnem prometu, vodomeri, gostinska posoda, nepremični rezervoarji, števcji električne energije, plinomeri, merilniki krvnega tlaka ipd. Merila, ki se uporabljajo v tovrstne namene, morajo biti predhodno odobrena (odobritev tipa). Zakonska merila so označena z meroslovnimi oznakami in zaščitena pred nepooblaščenimi posegi. Ko so merila odobrena, zakonodaja predpisuje, da se med uporabo redno pregledujejo z rednimi oziroma v izjemnih primerih z izrednimi overitvami. Na primer priprave za merjenje prostornine tekočih goriv (bencinske črpalke) se overjajo enkrat na leto ali enkrat na dve leti, odvisno od izvedbe, vodomeri na pet let itd. Dodatno se zakonska merila nadzirajo in preskušajo tudi z inšpekcijskim nadzorom Urada za meroslovje. Zakonska merila in postopki, ki jih za ta merila izvaja Urad ter pooblaščenji izvajalci overitev, zagotavljajo predvsem varstvo potrošnikov oz. državljanov na splošno.

► Meroslovni nadzor

Meroslovni nadzor izvajajo inšpektorji Urada za meroslovje na področju merilnih instrumentov v prometu in uporabi, merskih enot, količin predpa-



Zakonsko merilo »merilnik krvnega tlaka«, ki se uporablja na področju varovanja zdravja ljudi, zato mora izpolnjevati stroge meroslovne in tehnične zahteve, določene s predpisi. (Vir-avtor: Niko Javornik, Apollonia d.o.o.)

kiranih izdelkov ter izdelkov iz plemenitih kovin. Nadzor se izvaja za zagotavljanje varstva potrošnikov ter lojalne konkurence med dobavitelji.

► Plemenite kovine

Slovenska zakonodaja določa, da so plemenite kovine platina, zlato, paladij in srebro. Čiste plemenite kovine so same po sebi premehke za izdelavo nakita ali drugih uporabnih predmetov. Taki predmeti bi se prehitro izrabili ali zvilili in tako postali neuporabni. Zato te plemenite kovine mešamo z drugimi kovinami v zlitine. Zlati izdelki običajno vsebujejo 58,5 % zlata, kar je označeno z oznako, izraženo v tisočinkah (585). Srebrni nakit običajno vsebuje 92,5 % srebra, kar je na izdelkih označeno z oznako 925. Urad za meroslovje na tem področju izvaja preskušanje izdelkov iz plemenitih kovin in kadar imajo ti izdelki ustrezno vsebnost plemenitih kovin, jih označi z državnim žigom. Urad tudi skrbi za registracijo znakov dobaviteljev izdelkov. S tem potrošnikom zagotavljamo ustrezno vsebnost plemenitih kovin v izdelkih na slovenskem trgu.

Kakšno vrednost oziroma pomen ima Urad za slovenska podjetja in kakovost njihovega poslovanja?

Dr. Samo Kopač: Merjenja ves čas igrajo ključno vlogo pri znanstvenih in tehnoloških inovacijah, pri zasnovi in učinkoviti proizvodnji izdelkov ter preprečevanju neskladnih izdelkov, kar pomeni, da sta kakovost izdelkov in učinkovitost procesov ključno odvisna od merjenj. To je že od začetka prepoznano v osnovnem standardu zagotavljanja kakovosti ISO/IEC 9001, ki določa tudi zahteve glede uporabe merilne opreme. Točna in zanesljiva merjenja še pridobivajo na pomembnosti pri vpeljevanju digitalizacije v industrijske procese (industrija 4.0). Industrija 4.0 namreč gospodarstvo še bolj usmerja k izvajanju t. i. on-line meritev, neposredno in sproti izvedenih v procesu s pomočjo visoko zmogljivih merilnih instrumentov in sistemov, povezanih v pametna omrežja. Principi vzorčnega merjenja se se-

daj zamenjujejo s 100-odstotno merilno pokritostjo (100-odstotna kontrola), s čimer se zagotavlja najvišja kakovost proizvodov in storitev.

Merjenja zagotavljajo tudi osnovno podporo za zdravstvo, varnost, varstvo okolja, zdravo hrano itd. Lahko rečemo, da je kakovost izdelkov in storitev dobra toliko, kolikor so dobro opravljene meritve. Zavedati se je potrebno, da se samo v Sloveniji letno izvede na milijone meritev, ki se dotikajo vseh področij našega življenja in predstavljajo osnovno infrastrukturo gospodarstva ter trgovine. Za gospodarstvo je izrednega pomena, da so merilni instrumenti in postopki merjenj, ki zagotavljajo kakovost in sledljivost meritev, ustrezni, saj lahko že majhna napaka usodno vpliva na obstoj podjetja ali, kot je danes aktualna tema, tudi na zdravje in življenje ljudi. Točne meritve in s tem urejen meroslovni sistem, ki ga vodi Urad RS za meroslovje, imajo za gospodarstvo že od nekdaj velik pomen.

V Strategiji meroslovja v Republiki Sloveniji do leta 2025 smo si zato kot glavno strateško usmeritev razvoja nacionalnega meroslovnega sistema zadali ustvariti meroslovno podporo za tehnološki preboj slovenskega gospodarstva in mu omogočiti povečanje konkurenčnosti tako na domačem kot svetovnem trgu. Kajti v sodobnem zahtevnem svetu bi bilo vsako mednarodno poslovanje slovenskih podjetij brez kakovostnega merjenja in sledljivih meritev nemogoče.

Ali so meritve in primerljivost rezultatov pomembne tudi navzven pri mednarodni trgovini?

Dr. Samo Kopač: Urad seveda zagotavlja, da so rezultati meritev primerljivi tudi mednarodno, kar pomenostavljeno pomeni, da mora biti meter v Sloveniji enak metru kjerkoli drugje po svetu, kilogram v Sloveniji enak kilogramu drugje itd.

Posledično so zanesljiva merjenja podlaga za pravično trgovino tako na nacionalni kot tudi mednarodni ravni. Pri tem se zaradi varstva potrošnikov, varovanja zdravja ljudi in živali, varstva okolja, splošne tehnične varnosti ter državljanov v postopkih pred upravnimi in pravosodnimi organi nekatera merila še posebej regulirajo, da vse vpletene strani pri tem lahko zupajo rezultatom meritev. Govorimo o t. i. zakonskem meroslovju oz. zakonskih merilih, ki smo jih omenjali že zgoraj. Z zakonskimi merili se vsi srečujemo, v vsakdanjem življenju pa se niti ne zavedamo, da nekdo skrbi za to, da so merjenja točna. Ocenjujemo, da se na letni ravni v Sloveniji na podlagi meritev samo z zakonskimi merili ustvari najmanj 8.000.000.000 EUR prihodkov, kar predstavlja letni proračun RS oziroma vsaj 12 % vseh prihodkov slovenskega gospodarstva (ocena je narejena na podatkih za leto 2016). Zato ima letošnji moto mednarodnega dneva meroslovja naslov »Merjenja za globalno trgovino«.

Kako pomembna pa so merjenja v gospodarstvu, je težko oceniti oz. izraziti v denarju. Nekoč je nekdo

vprašal, kakšen delež v BDP predstavljajo merjenja. Lahko rečemo samo, da brez merjenj ne bi bilo gospodarstva in življenja, torej ne bi bilo nobenega BDP, saj se v vsakem evru BDP skrivajo tudi meritve.

Ker smo ravno v obdobju, ko se ves svet ukvarja s preprečevanjem, zmanjševanjem in odpravljanjem svetovne epidemije, ki jo je povzročil virus COVID-19, me zanima, kakšna pa je prisotnost meroslovja v zdravstvu?

Dr. Samo Kopač: V meroslovju zavzemajo posebno mesto meritve v zdravstvu oziroma medicini. Meritve različnih fizikalnih in kemijskih parametrov so nujne za pravilno diagnozo bolezni ter za načrtovanje, izvedbo in spremljanje zdravljenja. Fizikalna, kemijska in biomedicinska merjenja so ključna tudi pri številnih preventivnih aktivnostih za zgodnje odkrivanje in zdravljenje bolezni.

Merjenja v medicini zajemajo obsežen nabor različnih parametrov oz. veličin v širokih merilnih območjih. Od preprostih meritev telesne temperature (kar je prav sedaj pri COVID-19 pogosto prva meritev za ugotavljanje znakov bolezni), mase, višine ter krvnega tlaka v okviru rutinskih zdravniških pregledov do zahtevnih in natančnih meritev s kompleksnimi merilnimi sistemi, ki se uporabljajo pri različnih operacijah oziroma so sestavni del zahtevnih postopkov zdravljenja, npr. slikovne diagnostike, avtomatskega doziranja zdravil, obsevanja pacientov. Poseben in raznolik sklop pa so merjenja v laboratorijski biomedicini, ki vključujejo merjenja najrazličnejših bioloških in biokemijskih parametrov, pogosto v izjemno nizkih koncentracijah. Primer takšnega merjenja je na primer tudi izvedba laboratorijskega testa za potrjevanje okuženosti z virusom COVID-19.

Letošnja osrednja tema svetovnega dneva meroslovja, ki ga praznujemo 20. maja, nosi naslov »Merjenja za globalno trgovino«. Glede na trenutno dogajanje v Sloveniji in po svetu bo Urad RS za meroslovje s svojimi sporočili po različnih medijskih in socialnih omrežjih še toliko bolj opozoril javnost na pomen meritev in merjenj tudi v teh časih.

Celotno področje medicine je tako močno prepleteno z različnimi merjenji, z zagotavljanjem sledljivosti in primerljivosti rezultatov meritev ter hkrati tudi z izzivi za zdravnike in druge sodelujoče pri sprejemanju odločitev. V najožjem obsegu gre za sprejemanje odločitev glede zdravljenja posameznega pacienta, v širšem obsegu pa za sprejemanje ključnih odločitev za obvladovanje epidemije. Prav temu smo sedaj tudi dnevno priča pri diagnosticiranju bolnikov s COVID-19.

Urad RS za meroslovje

DANILU HELBLU V SPOMIN

Sredi marca nas je nepričakovano dosegla žalostna novica, da nas je zapustil Danilo Helbl, u. d. i. s., direktor podjetja Ulbrich Hidroavtomatika, d. o. o., ter cenjen in uveljavljen kolega in sodelavec slovenske skupnosti fluidnih tehnikov, še posebno hidravlikov.



Danilo Helbl

Rodil se je 17. februarja 1952 na Sv. Vidu pri Vuzenici. Osnovno šolo je končal v domačem kraju. Potem pa je nadaljeval šolanje na Srednji tehniški šoli – smer strojništvo – v Ljubljani in jo z odliko končal leta 1970. Študij strojništva je opravil leta 1976 na Univerzi v Mariboru med prvimi študenti – z diplomo štev. 3.

Svojo strokovno kariero je pričel v GORENJE Muta med letoma 1976–1979. Med tem je uspešno opravil seminar o tehnoloških meritvah in tečaj za operaterja in programerja numerično krmiljenih obdelovalnih strojev, postal vodja centra kakovosti in se udeležil še funkcionalnega izobraževanja za področje avtomatizacije s polprevodniškimi digitalnimi logičnimi elementi.

Med leti 1979 in 1985 je bil sodelavec podjetja HYPOS Muta kot uspešen tehnični in komercialni vodja. Po vabilu lastnika podjetja Ulbrich GmbH, Tribuswinkel, Avstrija, je leta 1986 postal prodajni zastopnik za Jugoslavijo in nekatere druge države takratnega vzhodnega bloka in tehnični vodja. Nadvse uspešno sodelovanje je leta 1990 pripeljalo do ustanovitve slovenskega podjetja ULBRICH HIDROAVTOMATI-

KA, d. o. o., Vuzenica, katerega direktor je bil kolega Danilo Helbl do upokojitve leta 2016.

Danilo Helbl ni bil dejaven samo na strokovnem in poslovnem področju, nadvse prizadeven je bil tudi na področju izobraževanja. Že ob študiju na Visoki tehniški šoli v Mariboru je bil asistent, pozneje pa učitelj termodinamike in elektrotehnike na odseku za izobraževanje odraslih na dislociranem oddelku Srednje tehniške šole za strojništvo na Muti. Redno je nastopal tudi na strokovnih posvetovanjih in srečanjih s področja fluidne tehnike ter vzdrževanja hidravličnih in pnevmatičnih naprav.

Nadvse opazno in tvorno pa je bilo tudi njegovo delo v širši družbeni skupnosti na področju fluidne tehnike. Bil je med ustanovitelji in aktivnimi člani tako poslovnega združenja proizvajalcev fluidne tehnike v Sloveniji, tj. *Odbora za fluidno tehniko (OFT)* v okviru Združenja strojne industrije pri Gospodarski zbornici Slovenije, in pri ustanovitvi *Slovenskega društva za fluidno tehniko (SDFT)*. Zadnja leta, po upokojitvi, pa je redno sodeloval v okviru t. i. *Foruma za fluidno tehniko – združenja seniorjev – uveljavljenih strokovnjakov za hidravliko in pnevmatiko v Sloveniji*. Morda ni naključje, da je bil ravno on organizator in gostitelj lanskoletnega nadvse zanimivega in uspešnega srečanja na Muti.

Spoštovani kolega pa ni bil samo strokovnjak in poslovnež. Bil je predvsem človek, nadvse skrben in ljubeč partner svoji ženi Olgi, prijatelj in svetovalec svoji hčerki Olgi in sinu Lucijanu ter njegovim vnukom. In ne samo to: bil je tudi nadvse aktiven krajan, iniciator in promotor kulturnega in športnega življenja v svojem kraju ter tudi donator.

Danilo je imel jasno začrtano življenjsko pot, po kateri je hodil dostojanstveno, spoštljivo, z navdihom, a nikoli vzvišeno. Imel je tudi svoja jasna načela. Poti in načelom je ostal zvest do konca.

Poslovnih slovesnosti za pokojnim kolegom, tovarišem in krajanom so se udeležili številni sodelavci in znanci. Mnogi med njimi tudi z javnimi izrazi spoštovanja, zahvale in spomini. Med njimi omenimo le dva.

g. Ulbrich – lastnik firme Ulbrich: »Gospod Helbl je bil za podjetje Ulbrich ena izmed najboljših stvari, ki se je zgodila, še posebej pa zame osebno. Ni bil le naš dolgoletni poslovni partner, ampak tudi zelo dober prijatelj. Leta 1985 smo iskali prodajnega zastopnika za Jugoslavijo in nekatere države vzhodnega bloka ter vprašali Danila, ki je bil takrat zaposlen v

podjetju Hypos Muta kot tehnični vodja, če slučajno pozna koga, ki bi se zanimal za takšno zaposlitev. Najboljše za nas je bilo, da je Danilo sam sprejel ta izziv, zgrabil to priložnost in prišel delat za nas. V času dela za podjetje Ulbrich je prepotoval veliko držav in bil zelo uspešen pri trženju in prodaji naših izdelkov.»

In drugi: Anton Marolt, u. d. i. s. – nosilec naslova veteran v združbi Forum za fluidno tehniko: »S kolegom Danilom sva začela sodelovati na GZS v nekdanjem Odboru za fluidno tehniko, ko je bil pokojni Danilo še tehnični vodja Hypos Muta. Pozneje sva se srečevala v SDFT. Iz TAM-a in TALUM-a smo ob njegovi podpori naročali hidravlične agregate in nekatere druge hidravlične komponente, zadnja leta smo se

srečevali tudi na zborih za fluidno tehniko (o. p.: gre za redna dvoletna srečanja). Z vsem spoštovanjem in hvaležnostjo se bom spominjal njegove pomoči pri pripravi slovenskih standardov za fluidno tehniko (o. p.: gre za delo v okviru komisije za FT pri SIST) in sodelovanja v takratnih odborih na nivoju slovenske hidravlike. Ohranil ga bom v trajnem spominu.«

Zadnja trditev kolega A. Marolta velja tudi za vse nas. Družini pokojnega in podjetju Ulbrich hidroavtomatika, d. o. o., ob tem izražamo vsi člani SDFT, Foruma za FT in uredništva revije Ventil iskreno sožalje!

Mag. Anton Stušek,
uredništvo revije Ventil



PODKRIZNIK
group

*Gradimo
znanje za
prihodnost*

www.podkriznik.si



 **ORA drive**

 **PODKRIZNIK**

 **e'dyn**

Smo družinsko podjetje z več kot 30-letno tradicijo na področju pogonske tehnike. Kot sistemski dobavitelji zagotavljamo popolne rešitve za znane svetovne kupce, vse od razvoja, prototipiranja, testiranja do serijske proizvodnje na področju pogonskih sistemov, pogonov, hidravlike in pogonskih komponent. Razvijamo inteligentne, energijsko učinkovite, visoko zmogljive in okolju prijazne pogonske sisteme za različne industrije.

Naši, po meri narejeni pogonski sistemi so razviti po kupčevih željah in tako zagotavljajo optimalno zmogljivost.

»NIKOLA TESLA KOT POŽIVILO ZA MOŽGANE« ALI »KAKO MLADE NAVDUŠITI ZA NARAVOSLOVJE?«

Suzana Perhavec

Naravoslovje je temelj vsake znanosti, pa čeprav se v prvem momentu s tem številni ne bi strinjali. Enak odziv pogosto dobimo tudi profesorji v razredu, ko dijakom rečemo, da je naravoslovje ali, če smo še bolj predrzni, fizika neizmerno zanimiva in je vse v našem življenju povezano z njo ... vstajanje, kuhanje, informatika, šport itd.

Veliko večji uspeh in navdušenje nad fiziko, njeno uporabnostjo ter prisotnostjo v našem življenju pa dosežemo pri dijakih z organizacijo t. i. naravoslovne ekskurzije.



Optična prevara Amesove sobe, kjer opazimo navidezno razliko v velikosti teles, ki so na različnih položajih vzdolž zadnje stene sobe. Prevara je posledica človekovega načina zaznavanja prostora in vizualne globine.

Tudi letos nam je učiteljem naravoslovja na Gimnaziji in srednji šoli Rudolfa Maistra (GSŠRM) v Kamniku uspelo organizirati še eno nepozabno naravoslovno ekskurzijo. Odpravili smo se v osrčje naše nekdanje skupne države Jugoslavije. Osrednja rdeča nit letošnjega naravoslovnega raziskovanja je bil veliki mož Nikola Tesla. Prav v življenju in delovanju tega svetovno cenjenega znanstvenika, izumitelja, elektrotehnikarja, strojnika, fizika, matematika, kemika in futurista smo videli, kako neizmerno velika je znanost, koliko stvari je bilo že odkritih, a hkrati koliko stvari je še nepoznanih. Tega se je zavedal tudi on sam, zato je vse svoje življenje posvečal znanosti, vanjo vlagal premoženje in se lahko pohvali z več kot 700 izumi.

Suzana Perhavec, profesorica fizike na GSŠRM, Kamnik

»Vsak izmed nas mora imeti ideal, ki ga žene in zadovoljuje, toda ta ideal ne sme biti materialen. To je lahko vera, umetnost, znanost, karkoli, kar deluje kot nematerialna moč.« (Nikola Tesla)

Prva naša destinacija je bil Zagreb, prestolnica Hrvaške, kjer smo obiskali Tehnični muzej in Planetarij. Tu smo si ogledali nekaj poskusov na podlagi Teslovih izumov, vključno z elektromagnetizmom, se podali skozi rudnik, spremljali evolucijo avtomobilov, motorjev ter letal. Elektromagnetno polje, ki ga v svoji okolici povzročajo nabita telesa in vpliva na nabite delce v njem, smo s težavo zapustili in odšli v Muzej iluzij. Preklop možganov iz realnosti v svet zmešnjav, varljivih človeških občutkov in čarovnij je dijake najprej zmedel, nato pa v njih prebudil raziskovalnega duha, ko so začeli iskati odgovore na vprašanja: »Kako je to možno? Kako to deluje? Zakaj se to zgodi?«

Hitro so ugotovili, da vse te navidezne »čarovnije in iluzije« naše možgane ter čutila zmedejo in nas prepričajo, da je tisto, kar vidimo, resnično. Zanimivo pa je, da naši možgani do neke mere delujejo različno in tako ne doživimo vsi iluzije na enak način, vsem pa je na koncu skupno, da vsi ti triki niso nič drugega kot med seboj povezani različni naravni ter fizikalni pojavi in zakonitosti.

Tako kot na športnih tekmovanjih, kjer se tekmovalci pred tekmo najprej telesno ogrejejo, nato poskrbijo za svojo psihološko pripravljenost, naredijo vizualizacijo in na koncu pridejo do tekme, ko združijo vse svoje znanje ter ga prelijejo v zmago, smo tudi mi stopnjevali napetost in pričakovanja ter



Dijaki v Faradayevi kletki, kjer so varni pred močnim zunanjim električnim poljem, ki ga ustvarja več sto tisoč voltov napetosti Teslinega transformatorja

burili raziskovalnega duha vse do končnega obiska Beograda, kjer smo se na enem mestu zlili z zgodovino in kulturo, katere del smo bili nekoč tudi mi. Pri tem pa nismo pozabili na obisk Muzeja Nikole Tesle, kjer smo si ogledali izjemno zbirko originalnih do-

kumentov, skic, fotografij in še nekaj izjemnih eksperimentov velikega znanstvenika. Teža tovrstnega obiska je v tem, da dijaki spoznajo pot raziskovanja, izumov in čas, ki ga zahtevajo izjemni dosežki. Prepogosto se zgodi, da se mladi ne odločajo za raziskovalne naloge s področja naravoslovja oziroma tovrstnega študija zato, ker si želijo instant rešitev. Vsi ti popisani papirji z načrti in idejami Nikole Tesle v muzeju pričajo o tem, da v življenju resnično povsod veljajo neke zakonitosti in pravila fizike, ki jih žal ne moremo preskakovati. Tukaj se vsi zavedo pomena in teže, ki jo ima znanost.

Vse tovrstne ekskurzije terjajo od učiteljev ogromno časa in energije, da se pripravijo, pravilno osmislijo vsebine in z njimi navdušijo dijake. A iz lastnih izkušenj lahko povemo, da se vsako leto z ekskurzije vračamo vsi, tako dijaki kot učitelji, bogatejši in bolj navdušeni za naravoslovne vede. Zato naj zaključim z mislijo:

»Čeprav imamo svobodo mišljenja in delovanja, smo povezani kot zvezde na nebu z neočljivimi vezmi. Te vezi ne moremo videti, lahko pa jih čutimo. Če se urežem v prst, me bo bolelo, saj je prst del mene. Če vidim trpeti prijatelja, bom trpel tudi jaz – moj prijatelj in jaz sva eno. In če vidim prizadetega sovražnika, stvar, za katero mi je od vseh stvari na svetu najmanj mar, me vseeno razžalosti. Ali to ni dokaz, da je vsak od nas le del celote?«
(Nikola Tesla)

TERRINet

**SODELUJTE Z NAJBOLJŠIMI EVROPSKIMI
LABORATORIJI ZA ROBOTIKO**

ZA ŠTUDENTE, RAZISKOVALCE IN PODJETNIKE

www.terrinet.eu

POCLAIN HYDRAULICS OHRANJA OBSEG PROIZVODNJE IN DELOVNA MESTA

Pandemija koronavirusa Covid-19 prinaša veliko škodo našemu in svetovnemu gospodarstvu, saj se z omejitvami poslovanja soočajo že v številnih gospodarskih družbah. Podjetja si v prvi vrsti prizadevajo za vzpostavljanje varnega delovnega okolja ter za ohranitev delovnih mest, saj so zaposleni s svojimi kompetencami najpomembnejši kapital podjetij, vzporedno pa so priča upadanju naročil, prekinitvi dobaviteljskih verig, zaustavljanju investicijskih ciklov in ohromljeni logistiki.



Zaposleni v proizvodnji Poclain Hydraulics (foto: Anže Petkovšek)

Podjetja iz panog kovinske industrije izvozijo več kot 70 odstotkov svojih izdelkov in so življenjsko odvisna od zdravja svojih ključnih trgov in industrij, zlasti v Nemčiji, Franciji in Italiji. V upravnem odboru Združenja kovinske industrije, ki mu predseduje direktor žirovske družbe Poclain Hydraulics Aleš Bizjak, skupaj z ostalimi enotami sistema GZS že pripravljajo podlage, ki bodo po umiritvi razmer v Vladi RS pomagale pri pripravi ustrezne zakonodaje za pomoč gospodarstvu, zlasti na področju reševanja njihove likvidnosti. Padec BDP-ja bo namreč prizadel vse države v EU in povzročil omejene potencialne na vseh tržiščih, tudi pri nas.

»S svojimi prihodki ter izvozom podjetja v kovinski industriji že ves čas izkazujejo velik potencial, tako v smislu odprtih delovnih mest kot tudi za ustvarjanje blaginje vseh, danes pa se tista, ki imajo kupce ali dobavitelje v državah z žarišči epidemije, na trgih soočajo s številnimi nevarnostmi,« navaja mag. Janja Petkovšek, direktorica Združenja kovinske industrije pri GZS. »S člani, ki so vključeni v združenje, smo zato nenehno v stikih, saj se dobro zavedamo, kaj njihove težave pomenijo za celotno slovensko gospodarstvo. V GZS smo uvedli nove načine komuniciranja, od dela na daljavo do bolj digitalno podprtega skupinskega dela s plat-

formami, ki jih članom zagotavljamo brezplačno. A delo v proizvodnji je podvrženo povsem drugim zakonitostim – kakovostni organizaciji delovnih procesov, notranji in zunanji logistiki ter materialnim tokovom na strani dobaviteljev in kupcev. In ker se ti tokovi v tem času prekinjajo, je poslovanje nekaterih podjetij resno ogroženo. Čeprav se naši člani soočajo s prekinitvami dobav in naročil, skrb prvenstveno namenjajo varnosti in zaščiti zaposlenih in se z ustreznimi reorganizacijami prilagajajo danim razmeram. V taki situaciji je zato ključna učinkovita komunikacija ne le z zaposlenimi, pač pa tudi s kupci, dobavitelji, bankami, finančno upravo in lokalnim okoljem,« še navaja direktorica.

Aleš Bizjak, ki že pet let uspešno vodi žirovsko družbo Poclain Hydraulics s tristo zaposlenimi, poudarja, da se pri njih do zdaj še niso soočili z odpovedmi naročil: »Prav zato poskušamo vzdrževati kar se da normalen nivo proizvodnje, saj bi pomanjkanje naših izdelkov, ki so povsem specifični, zaustavilo mnoge proizvodne linije naših kupcev. To bi lahko imelo dolgoročne negativne posledice na naše poslovanje in s tem tudi na ohranjanje delovnih mest. Morebitna zaustavitev poslovnih aktivnosti je že sama po sebi precej zahteven projekt, saj ne gre le za zaustavitev strojne opreme, pač pa tudi vseh logističnih tokov ter podpornih procesov. Nujno potrebno je zato dobro obvladovati celotno stanje, to pa vključuje zaščito strojev in naprav, popis materialnega stanja in tokov ter takojšnje obveščanje kupcev in dobaviteljev o nastali situaciji. Posebno tveganje bi danes za nas pomenila zaustavitev proizvodnje zaradi ugotovitve morebitnih okužb v podjetju. Z zaustavitvijo proizvodnje in njenim ponovnim zagonom pri nas ob dobri organizaciji sicer ne bi bilo veliko težav, saj je naša strojna oprema večinoma prilagojena fleksibilni proizvodnji, precej zahtevnejši pa so logistični tokovi, kjer je potrebno lastne kapacitete uskladiti s trenutnimi pričakovanimi kupcev in zmožnostmi dobaviteljev. Precej pomembno je tudi, da bi imeli ob ponovnem zagonu proizvodnje na voljo dovolj kompetentnih zaposlenih, ki bi zagotavljali in podpirali ponovno oživitve aktivnosti. Zato je ustrezna kadrovska politika v tem kritičnem obdobju ključna.«

Inovativno žirovsko podjetje Poclain Hydraulics, ki zaposluje 300 delavcev, 90 odstotkov svojih prihodkov ustvari z izvozno dejavnostjo, v zadnjem desetletju z novimi francoskimi lastniki uspešno vstopa na nove trge k največjim svetovnim igralcem in je danes v svetu med najbolj prepoznavnimi na področju ventilov za hidravlične transmisije ter med štirimi vodilnimi pri proizvodnji ventilov za zavore. Njihov celoten proizvodni program zajema ventile za zaprte in odprte tokokroge, ventile za zavore ter hidravlične naprave in preizkuševališča, proizvajajo pa tudi bate za motorje in črpalke ter aksialne motorje. Z njimi že prodirajo na tržišče transmisij in vzporedno z avtomatizacijo in robotiko za nadgradnjo proizvodnje sledijo smernicam in industrijskim standardom 4.0. Skladno s politiko skupine Poclain in z razvojem ključnih znanj stremijo k boljši učinkovitosti, odličnosti poslovanja in vrhunski kakovosti izdelkov. Tovarna v Žireh, ki je po številu zaposlenih tretja največja med desetimi tovarnami v mednarodni skupini Poclain, je danes pomemben kompetenčni center za hidravlične ventile in hidravlične naprave znotraj

skupine Poclain, obenem pa tudi tehnološki center za avtomatske preizkuševalne naprave hidravličnih sestavin.

Skupina Poclain, ki ima sedež v Verberierju v Franciji, za trg razvija in proizvaja visokozmogljive hidravlične sestavine in sisteme, večinoma za hidravlične hidrostatične pogone. Sem sodijo hidravlični motorji in črpalke, hidravlični ventili, naprave, celotni sistemi ter z njimi povezana elektronika. Skupina posluje na treh kontinentih v 20 državah in z več kot 2.000 zaposlenimi letno ustvari za približno 380 milijonov evrov prihodkov. Tehnološko dovršene, energijsko varčne in okolju prijazne izdelke skupina Poclain trži preko vseh svojih 10 tovarn, več kot 20 lastnih pisarn ter 180 distributerjev po vsem svetu. Hidravlične sestavine in sistemi, ki jih razvijajo v Žireh, tako omogočajo nemoteno obratovanje številnih industrijskih delovnih strojev, zlasti v gradbeništvu, kmetijstvu, rudarstvu, luškem, ladijske in drugem transportu.

Miša Hrovat, agencija Maga



A. Stušek, uredništvo revije Ventil

VARNOST PRI VZDRŽEVANJU HIDRAVLIČNIH NAPRAV

Revija *Hydraulics & Pneumatics* v decembrski izdaji 2019 objavlja zanimiv prispevek o nevarnostih pri opravljanju vzdrževalnih del na hidravličnih napravah. Opisan je primer hude nesreče, ki bi bila lahko usodna za študenta v hidravličnem laboratoriju pri demontaži hidravličnega valja. Ponovno se je pokazalo, da pogosto pride do usodne nesreče, ko nekdo misli, da zna več o hidravliki, kot dejansko zna. Šlo je (žal ob prisotnosti učitelja) za »amaterski« pristop k demontaži hidravličnega valja z uporabo traktorskega vitla za izvlek pokrova valja, zatesnjene z zapečeno mehko tesnilko.

Opisani primer nestrokovnega in neustreznega vzdrževanja hidravličnih naprav zato opravičuje

in utemeljuje ustanovitev varnostnega inštituta za fluidno tehniko (*Fluid Power Safety Institute*), ki ga je v West Valley Cityju, Utah, ZDA, ustanovil Rory S. McLaren. Več informacij o izobraževanju za varnost fluidne tehnike dobite na njegovem spletnem naslovu: www.fluidpowersafety.com ali elektronski pošti: info@fluidpowersafety.com. Varnost fluidne tehnike ni sama po sebi umevna, zanjo si je potrebno strokovno in resno prizadevati.

Vir:

McLaren, R. S.: A Simple Procedure Gone Wrong (Best Practices in Maintenance) – *Hydraulics & Pneumatics* 72 (2019) 12, str. 22.

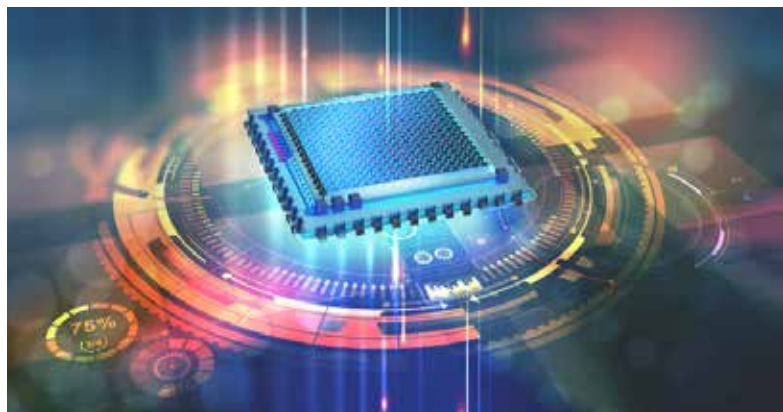
UČINKOVITA RABA ENERGIJE TUDI S SODOBNIMI TEHNOLOGIJAMI

Učinkovita raba energije danes pomeni predvsem uporabo sodobnih tehnologij in ukrepov, ki zahtevajo manj energije za doseganje enakih ciljev. Seveda pa je učinkovita raba energije odvisna tudi od številnih drugih dejavnikov, kot so ukrepi učinkovite rabe energije, tako imenovani (win-win) ukrepi, ki predstavljajo pozitivne makroekonomske učinke.

Uporaba sodobnih tehnologij je le ena od številnih možnosti učinkovite rabe energije. Ta je namreč ključna v boju proti podnebnim spremembam in pri razvoju v trajnostno in nizkoogljično družbo. Slovenija ima zastavljen nacionalni cilj zmanjšanja celotne porabe energije z različnimi ukrepi za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov (TGP) in doseganje večjega deleža obnovljivih virov energije (OVE). Še posebej pa je energetska učinkovitost pomembna za gospodinjstva pri obvladovanju življenjskih stroškov in izboljšanju kakovosti bivanja tudi v luči prilagajanja na podnebne spremembe. Evropska direktiva o energetske učinkovitosti vzpostavlja niz zavezujočih ukrepov, da se energija učinkoviteje uporablja na vseh stopnjah energetske verige, vključno s proizvodnjo, prenosom, distribucijo in končno porabo energije. Priprava nacionalnih akcijskih načrtov za energetske učinkovitost (NEEAP) zajema vse minimalne standarde energetske učinkovitosti in označevanje različnih izdelkov, kot so gospodinjski aparati, razsvetljava, avdio- in video-naprave in drugo (energetske nalepke). V letu 2018 je bilo v okviru paketa »čista energija za vse Evropejce« (Clean energy for all Europeans package) zelo jasno izpostavljeno, kaj je čista energija in kako bo odvisna tudi od uporabe novih tehnologij.

Z uporabo novih tehnologij, še zlasti z nanotehnologijo, bi lahko dosegli učinkovitejšo rabo energije

Večina sodobnih pripomočkov in naprav potrebuje za svoje delovanje določeno količino električne energije. Starejše naprave so bile in so še energetske zelo potratne. Z razvojem mikroelektronike in mikroelektromehanskih sistemov (MEMS) ter uporabo nanotehnologije se potrošnja drastično zmanjšuje. Nanotehnologijo najdemo v učinkovitejših sončnih celicah, pri učinkovitejši proizvodnji biodizla, v litij-ionskih baterijah, vodnih filterih, ki so izdelani iz nanotehnoloških membran. Z nanotehnologijo se danes izdelujejo samočistilne energetske učinkovite površine (npr. za čiščenje sončnih celic in oken). Danes se s pomočjo nanotehnologije razvijajo učinkoviti in energetske varčni senzorji, npr. tako imenovana »prezračevalna nanokoža«. Gre za poseben material, ki se lahko ovije okrog zgradbe, proizvaja solarno električno energijo, hkrati pa tudi absorbira ogljikov dioksid iz ozračja. Nanotehnološke barve bodo v prihodnje učinkovito proizvajale električno energijo, tkanine z nanonanosom se bodo uporabljale v oblačilih za pridobivanje električne energije za napajanje mobilnih naprav. In-



Nanotehnologija spreminja molekularno strukturo materialov in ustvarja pametne naprave in sisteme

tenzivno se danes razvijajo novi nanometamateriali za uporabo na cestah, avtomobilih in v elektrarnah, ki bodo lahko odvečno toploto in celo tlak pretvorili neposredno v električno energijo. Nanomateriali so razviti tako, da imajo v primerjavi s klasičnimi materiali nove značilnosti (kot so povečana trdnost, kemična reaktivnost ali prevodnost in povečana izolativnost). Danes je že na stotine izdelkov, ki vsebujejo nanomaterialne in so že v uporabi. Analitiki pričakujejo, da se bo uporabnost nanomaterialov v prihodnosti drastično povečala. Nanotehnološke inovacije bodo v prihodnosti domala v vseh sektorjih, vključno z javnim zdravjem, zaposlovanjem, varstvom pri delu, industrijo, inovacijami, povezanimi z informacijsko družbo, okoljem, energijo, prometom in varnostjo. Nanomateriali lahko izboljšajo kakovost življenja in prispevajo k industrijski konkurenčnosti v Evropi. Lahko pa predstavljajo tudi tveganje za okolje in sprožijo skrb za zdravje in varnost. V EU se tega zelo zavedajo in oceno tveganja prepuščajo Znanstvenemu odboru za nastajajoča in na novo prepoznana zdravstvena tveganja (SCENIHR – Scientific Committee on Emerging and Newly-Identified Health Risks). Nanotehnologija ni popoln odgovor na vprašanje učinkovite rabe energije, vendar je ključni del rešitve, kako pomagati svetu pri zadovoljevanju hitro rastočih energetskega potreb. Trende nanotehnološkega razvoja smo v preteklosti intenzivno predstavljali tudi na energetskih, tehnoloških in nanotehnoloških dnevih, ki smo jih organizirali v okviru OZS.

Janez Škrlec, inženir mehatronike
Razvojna raziskovalna dejavnost, Zg. Polskava

KAJ BO PRINESLA POSTDIGITALNA DOBA IN ZAKAJ BODO POMEMBNE DARQ-TEHNOLOGIJE

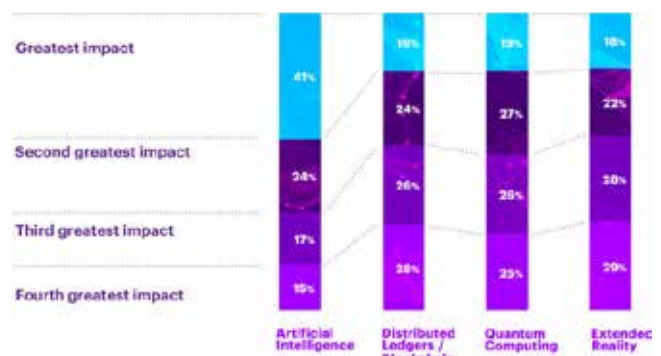
Čeprav se je digitalna preobrazba šele dobro začela, strategji mislijo že na postdigitalno dobo in opozarjajo, da bomo tudi na to morali biti dobro pripravljeni. Nove tehnologije so vedno delovale kot katalizator sprememb.

Uporaba digitalnih tehnologij v industriji in podjetjih je danes realnost. Danes večina naprednih podjetji veliko vlaga v digitalizacijo, hkrati pa že sledijo razvojnim usmeritvam in trendom, ki bodo nastali v postdigitalni dobi. Vedno pogosteje se že pojavljajo tako imenovane DARQ-tehnologije. Te tehnologije je svetovno znano podjetje za strateško svetovanje na področju industrije in inovacij Accenture razdelilo v štiri sklope, in sicer: tehnologije blokovnih verig (DLT), umetne inteligence (AI), razširjene resničnosti (XR) in kvantno računanje. Te tehnologije bodo namreč pomemben katalizator sprememb v svetu, v katerem vsaka industrija že ima velik arsenal digitalnih orodij. DARQ-tehnologije že danes močno vplivajo na različne panoge. Umetna inteligenca (AI) igra kritično vlogo pri optimizaciji procesov in vplivanju na strateško odločanje. Razširjena resničnost (XR) ustvarja povsem nove načine, kako lahko ljudje doživljajo in se ukvarjajo s svetom okoli sebe. Tehnologije blokovnih verig so morda najbolj znane v kriptovalutah, vendar že danes širijo omrežja in zmogljivosti na številna druga področja. Kvantno računalništvo pa bo tehnologija DARQ, ki ostaja zaenkrat bolj eksperimentalna, spodbudila pa bo nove načine in pristope ter reševanje najtežjih računskih nalog. DARQ-tehnologije bodo podprle vrhunske inovacije in priložnosti, ki bodo edinstveno povezane s prihajajočo postdigitalno dobo.

Postdigitalna doba seveda še ne pomeni, da bo s tem konec digitalizacije in digitalne preobrazbe. Po mnenju Accenture bodo podjetja in vse organizacije še naprej razvijali svojo digitalno kompetenco, večji poudarek pa bo ponovno na človeških vrednotah, zaupanju, odgovornosti, kar bodo ključni dejavniki njihovega uspeha. Inovacije v postdigitalni dobi bodo vključevale iskanje načina, kako oblikovati svet okoli ljudi in kako izbrati pravi čas in način, da se ponudijo njihovi izdelki in storitve. Družba Accenture napoveduje tudi številne nove trende, ki bodo oblikovali prihodnost zdravstva v naslednjih



DARQ-tehnologije



Accenturin graf DARQ-tehnologij

treh do petih letih. Te napovedi so celovito predstavljene v Digital Health Tech Vision in bodo pomemben dejavnik v novi industriji in učinkovit katalizator za spremembe na tem področju.

Accenture verjame, da bo kombinacija nastajajočih tehnologij, umetne inteligence, razširjene resničnosti in kvantnega računalništva temelj za nove izdelke in storitve in da bodo prav DARQ-tehnologije koristne za zdravstvene organizacije.

Janez Škrlec, inženir mehatronike
Razvojna raziskovalna dejavnost, Zg. Polskava



BISTRA PITNA VODA IZ ČISTIH CEVI

Sistem DAXTROEMTAP® učinkovito ščiti sistem oskrbe z vodo in odstranjuje škodljive obloge, ki se naberejo v ceveh s časom. Zanesljivo deluje proti rji, vodnemu kamnu, algam, bakterijam in legioneli.



Slika 1: Patentiran sistem DAXTROEMTAP®

Patentirana tehnologija EMTAP pošlje določene frekvenčne pakete v cevni sistem. Ti impulzi ugodno vplivajo na celoten vodni sistem. Ščitijo ga brez kemikalij, filtrov in soli. Sistem je enostaven za namestitev in deluje v vodnih cevovodih iz različnih materialov. Prav tako ohranja nevtralno sestavo, pH-vrednost in svež okus pitne vode, ne da bi iz nje odstranil minerale.

Čistilna naprava (DOM) se izdeluje v treh velikostih, za različna področja uporabe, npr. za kamping, počitniška stanovanja, stanovanjske in poslovne stavbe ter industrijske namene.

Profesionalna linija (Pure, Care, Health) vključuje vse funkcije različic linije DOM, vendar je ta sistem zmogljivejši in opremljen z drugimi uporabnimi funkcijami. Uporabnika aktivno ščiti pred škodljivimi bakterijami in se učinkovito bori proti

legioneli. Te naprave so še posebej primerne za frizerske in kozmetične salone, hotele, wellnesse, zdravilišča, pa tudi za domove za starejše, bolnišnice, različne javne objekte, šolske stavbe in bazene.

Več informacij o izdelkih proizvajalca DAXTRO in izdelkih DAXTROEMTAP® dobite pri podjetju INOTEH, d. o. o., ki svoj prodajni program okoljske tehnologije razširja z izdelki proizvajalca DAXTRO.

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: gp@inotech.si, internet: www.inotech.si.

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 - ASM '20

2. decembra 2020

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

SAFETY FIRST STAINLESS STEEL CONNECTORS FROM PH.

PH catalogue
available as
app for Android
and iPad



PH Industrie-Hydraulik GmbH & Co. KG
Wuppermannshof 8, 58256 Ennepetal, 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

NOVI MATERIALI, POMOČ STAREJŠIM, APLIKACIJE V EKOLOGIJ, MEDICINI, ŠPORTU, ROBOTIKI

O teh in drugih področjih razmišljajo raziskovalci Instituta »Jožef Stefan«, ko želijo rezultate raziskav in razvoja prenesti v podjetništvo



Institut »Jožef Stefan« izvaja raziskave in razvoj tehnologij, kot so nanotehnologije, novi materiali, biotehnologije, tehnologije vodenja in proizvodnje, komunikacijske tehnologije, računalniške tehnologije in tehnologije znanja, okoljske tehnologije in reaktorske tehnologije. Poleg ustvarjanja sta prav širjenje in prenos znanja na teh področjih ključni poslanstvi Instituta.

V Centru za prenos tehnologij in inovacij na IJS tako spodbujajo prenos znanja tudi v obliki odcepljenih podjetij. Da bi čim več raziskovalcev obulo podjetniške čevlje, vsako leto v okviru Mednarodne konference o prenosu tehnologij (<http://itc.ijs.si/>) podelijo nagrado za najboljšo inovacijo iz javnih raziskovalnih organizacij. Nagrada naj bi bila spodbuda za nadaljnje delo pri razvoju ideje. Kandidirajo lahko raziskovalci iz katerekoli javne raziskovalne organizacije. Oktobra letos bo potekala že trinajsta konferenca.

Precej kandidatov s konference se po nadaljnjem razvoju, pridobitvi dodatnih sredstev, končanju doktorata ali že prej dejansko odloči za ustanovitev podjetja, še več pa za pogodbeno sodelovanje z gospodarstvom ali za prijavo evropskega projekta.

Med zmagovalnimi kandidati preteklih let je bila tudi ekipa *Odseka za fizikalno in organsko kemijo* z Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. dr. Ingrid Milošev, ki med drugim razvija protikorozivne premaze na osnovi sol-gel metodologije. Razvoj aplikacij s tega področja je v razmahu že dve desetletji. Na konferenci ITTC so raziskovalci predstavili idejo o premazu, ki štiti ladje pred obraščenostjo in korozijo. Okoljski predpisi zahtevajo opuščanje številnih barv proti obraščenosti, ki vsebujejo biocidne elemente, kot je baker, in tiste, ki vsebujejo fluor. Na Odseku so razvili nov premaz, ki ustreza strogim okoljskim zahtevam, saj ne vsebuje biocidov in

kovin, ima pa primerljive karakteristike in je obenem cenejši za proizvodnjo ter zahteva manj pogosto vzdrževanje plovil.

Svetovni trg barv za zaščito plovil je velik, zlasti v Aziji izdelajo številne ladje.

Raziskovalci sedaj nadaljujejo z modificiranjem premaza v smeri povečane hidrofobnosti. Vzporedno ima premaz tudi odlične protikorozijske lastnosti, zato so aplikacije možne tudi na področju zaščite občutljivih delov avtomobilov in elektronskih vezij.

Poleg raziskav še na drugih področjih, simulacije fizikalno-kemijskih procesov na površinah kovin prehoda in razvoj računalniških grafičnih algoritmov, namenjenih znanstveni vizualizaciji, izvajajo na odseku za naročnike iz industrije tudi standardne analize korozijske odpornosti materialov ali izdelkov z zaščitnimi prevlekami ali brez njih. Za podjetja lahko izvedejo elektrokemijske meritve, s katerimi se pridobijo podatki, kot so korozijska odpornost materiala, gostota korozijskega toka in polarizacijska upornost. Opravljajo še potopitvene teste v korozivnem mediju in testiranje v slani komori.

Na tekmovanju so večkrat sodelovali tudi sodelavci IJS z *Odseka za inteligentne sisteme* pod mentorstvom vodje odseka prof. dr. Matjaža Gamsa in vodje skupine za ambientalno inteligenco dr. Matija Luštreka s predstavitvami pametnih aplikacij, ki pomagajo različnim skupinam ljudi v njihovem vsakdanu. Tako na odseku razvijajo pametno zapestno uro za starejše, ki samostojno zaznava padce. Ura ima SOS-gumb, omogoča komunikacijo s skrbniki, nastavitve, opomnike, določa lokacijo. Skupno ima 10 funkcij. Prednost aplikacije je prav v tem, da je računalniški program, ki vse to omogoča, možno namestiti v na trgu dostopne pametne ure. Drugi razviti algoritem je namenjen sprotnemu zaznavanju prekomernega stresa. Raziskovalci želijo najti

partnersko organizacijo, da bi algoritem vgradila v napravo, ki bi si jo lahko posameznik nadel. Tudi sicer imajo na odseku številne rešitve s področja ambientalne inteligence, ki vnaša tehnologijo v človekovo okolje na prijazen in do uporabnika nezahteven način. Druga področja delovanja odseka pa so še računska inteligenca, agentni in večagentni sistemi ter govorne in jezikovne tehnologije.

Več možnosti za sodelovanje z IJS je predstavljenih na straneh Centra za prenos tehnologij in inovacij (<http://tehnologije.ijs.si/>).

Mag. Marjeta Trobec, mag. Robert Blatnik,
Center za prenos tehnologij in inovacij, Institut
»Jožef Stefan«

ŠTUDENSKA TEHNIŠKA KONFERENCA



Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani bo 10. 09. 2020 ob 9. uri Študentska tehniška konferenca »ŠTeKam«, na kateri bodo študentje prve in druge stopnje, mladi raziskovalci tehnike in drugih študijskih smeri ter raziskovalno motivirani dijaki zaključnih letnikov predstavili rezultate svojega raziskovalnega dela.

Gre za že tradicionalno, šesto Študentsko tehniško konferenco. V lanskem letu je bilo predstavljenih in v zborniku izdanih 15 prispevkov, ki so pokriva-

li od tehničnih do netehničnih področij. Tematike prispevkov so bile zelo raznolike, kar je dalo konferenci poseben čar, saj so študentje in raziskovalci videli možnosti interdisciplinarnega povezovanja različnih tem in področij.

Tudi v letu 2020 bodo vsi sprejeti prispevki objavljeni v zborniku, ki bo zaveden v COBISS-u.

Izbrani prispevki bodo ob privolitvi avtorjev objavljeni v reviji Ventil. Posebej bo nagrajena najboljša predstavitev na konferenci.

Več informacij najdete na spletni strani: https://www.fs.uni-lj.si/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost_studentov/studentska_tehniska_konferenca_stekam/.



Organizacijski odbor:
doc. dr. Tomaž Berlec, univ. dipl. inž. str.
doc. dr. Miha Brojan, univ. dipl. inž. str.
doc. dr. Boštjan Drobnič, univ. dipl. inž. str.



**Garancija
36 mesecev**

za e-verige in fleksibilne kable

igus



HENNLICH

Pokličite nas:

041 386 005



www.hennlich.si

LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO (LFT) NA FAKULTETI ZA STROJNIŠTVO (FS) UNIVERZE V LJUBLJANI OD ZAČETKA DO DANES

Anton Stušek, Jožef Pezdirnik, Franc Majdič

Laboratorij za fluidno tehniko (LFT) na Fakulteti za strojništvo (FS) Univerze v Ljubljani (UL) se je po šestinštiridesetih letih delovanja preselil v nove večje prostore. Svečano odprtje sta 21. novembra preteklega leta opravila dekan prof. dr. Mitjan Kalin in vodja laboratorija doc. dr. Franc Majdič ob prisotnosti številnih sodelavcev fakultete in gostov iz industrije. Primerno je, da se ob tej priložnosti spomnimo zgodovine razvoja laboratorija, njegove dosedanje dejavnosti in načrtov za prihodnost.

V nadaljevanju tega prispevka podajamo tri obdobja delovanja LFT-ja. Vsak od treh vodij opisuje delo in aktivnosti v svojem obdobju.

Zasnova, oblikovanje in delovanje LFT-ja so seveda neposredno povezani s področjem fluidne tehnike ter pedagoškim in razvojnoraziskovalnim delom na tem področju na FS UL in v slovenski strojni industriji.

mag. Anton Stušek (v tistem času viš. pred./doc.)

Začetki uvajanja fluidne tehnike – hidravlike, pnevmatike in fluidike – na FS segajo nazaj v petdeseta in šestdeseta leta prejšnjega stoletja, ko je prof. dr. F. Lobe v okviru predmetov s področja obdelovalnih strojev že predaval o hidravličnih pogonih in krmiljih s poudarkom na izvedbah črpalk, motorjev, valjev in nekaterih krmilnih ventilov. V začetku sedemdesetih je bil ob prizadevanju prof. dr. J. Hlebanje uveden v okviru višješolskega študija konstrukterstva predmet Hidravlika in pnevmatika (HiP). V š. l. 1972/73 ga je predaval zunanji sodelavec mag. Stane Grčar, u. d. i. str. (iz Iskre – Zavoda za avto-

mag. Anton Stušek, univ. dipl. inž., upokojenec UL, FS;
dr. Jožef Pezdirnik, univ. dipl. inž. str., upokojenec UL, FS;
Doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž. str., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Hidravlično didaktično preizkuševališče v starem prostoru

matizacijo). S š. l. 1973/74 pa je bil kot redni predavatelj za ta predmet izvoljen mag. Anton Stušek. Že v naslednjem letu 1974 smo izdelali skromno zasnovo LFT, najprej z osnovnim učnim pripomočkom za pnevmatiko firme Festo Didactic, najprej kar v predavalnici za izvajanje vaj pri predmetu HiP. S tem smo lahko prikazovali delovanje in lastnosti osnovnih sestavin, kot so valji, motorji, tlačni in tokovni ventili in potrebne pomožne sestavine. Pozneje pa smo to opremo razširili s kompletom za demonstracijo značilnih pnevmatičnih vezij za pogon in krmil-

ljenje, predvsem naprav za avtomatizirano strego in manipulacije.

Sočasno z laboratorijskimi vajami za področje pnevmatike pa smo za hidravliko sami zasnovali učni pripomoček UPH 1, ki nam ga je izdelalo podjetje Kladivar Žiri. Uspešno rešitev je podjetje pozneje izdelovalo za številne laboratorije oziroma šolske centre v tedanji Jugoslaviji.

Leta 1979, po izvolitvi mag. A. Stučka, smo tudi na univerzitetni ravni študija pričeli s predavanji predmeta Fluidna tehnika (FT), kar je sočasno intenziviralo tudi razvojnoraziskovalno delo na področju in pogojevalo nujno razširitev LFT-ja. Zasnovali smo univerzalno preskuševališče za hidravliko SUPH-1. Konstrukcijsko dokumentacijo smo izdelali v sodelovanju s podjetjem Pirnar in Savšek iz Trbovelj, izdelali pa so ga v mehanskih obratih podjetja Pionir Novo mesto in dobavili leta 1990. Tik pred tem so nam na FS dodelili ustrezen prostor v pritličju nove zgradbe. V tem prostoru je LFT deloval 29 let – do sedanje preselitve (november 2019).

Osnovni komplet potrebne merilne opreme smo pridobili v letih 1990–1993 z lastnimi sredstvi FS ob sofinanciranju tedanje Raziskovalne skupnosti Slovenije. Obsegal je dajalnike in merilnike za merjenje hidravličnih in mehanskih veličin, kot so pretvorniki za merjenje tlaka in toka, sile, navora, pospeška, hitrosti, pomika, zasuka in vrtilne frekvence ter temperature in onesnaženosti hidravličnega olja, z ustreznimi merilniki in zapisovalniki.

V letih do 1994, ko je vodenje prevzel dr. Jožef Pezdirnik, je LFT poleg vaj pri predmetih HiP in FT omogočal tudi številna sodelovanja z industrijo. Opravljeni so bili številni seminarji v okviru dopolnilnega izobraževanja, predvsem v sodelovanju z Zavodom za tehnično izobraževanje Ljubljana, ter izdelane številne zaključne in diplomske ter razvojnoraziskovalne naloge v sodelovanju z industrijskimi podjetji. Posebej pristno smo sodelovali s podjetji: Kladivar Žiri, TIO Lesce, Iskra Zavod za avtomatizacijo Ljubljana, Fluidika Ljubljana, Hypos Muta, SIP Šempeter, Litostroj Proizvodnja preoblikovalnih strojev Ljubljana, Slovenske železarne (Jesenice, Ravne, Štore), LIV Postojna, Vozila Gorica, Cementarna Anhovo, Tajfun Planina idr. Dobre stike pa smo imeli tudi z univerzami in visokimi šolami v tujini, predvsem v Zagrebu, Beogradu in Subotici ter v Aachnu, Trondheimu, Pragi, Bratislavi in Budimpešti. Na področju dopolnilnega izobraževanja pa smo sodelovali z ustreznimi službami, oddelki podjetij Festo-Pnevmatik, Rexroth-Hidraulik, Vickers-Hidraulik (v Nemčiji in Angliji) ter Herion-Fluidtechnik.

dr. Jožef Pezdirnik (v tistem času docent)

Na Fakulteti za strojništvo (FS) Univerze v Ljubljani (UL) sem se zaposlil v novembru 1994 in kmalu za tem prevzel vodenje Laboratorija za fluidno tehni-

ko (LFT) od svojega predhodnika mag. Antona Stučka. Leta 1997 sem uspešno zagovarjal doktorsko disertacijo s področja pogonsko-krmilna hidravlika (PKH) – tribologija.

V tem letu (1994) se je ukinjala Višja šola na FS in ustanavljala Visoka strokovna šola. Poleg predavanj iz že obstoječega predmeta Fluidna tehnika na univerzitetnem študiju in predmeta Hidravlika in pnevmatika, ki je bil z višješolskega študija prenesen na Visoko strokovno šolo, je bilo uvedenih še 5 novih predmetov za področje vzdrževanja. Zanje sem moral sestaviti učne programe – predmetnike za predavanja in vaje. Številne nove vaje so močno obremenile laboratorij.

Izvolitev v naziv docenta leta 2000 mi je omogočila kvalitetnejše vodenje laboratorija in nosilstvo predmetov na univerzitetnem študiju ter intenzivnejše sodelovanje s tujimi laboratoriji.

Glede na razmere na FS in razpoložljiv predavateljski kader smo področje pnevmatike za več let prepustili laboratoriju LASIM in mu oddali učne pripomočke za pnevmatiko. Izr. prof. dr. Noetova (vodja lab. LASIM) je izvajala predavanja za področje pnevmatike. Ta leta smo v LFT delovali skoraj izključno le na področju hidravlike in za LFT uporabljali naziv *Laboratorij za pogonsko-krmilno hidravliko (LPKH)*, vendar uradno naziva nismo spremenili. Naziv LPKH poudarja področje hidravlike, ki izključuje t. i. vodne turbine, vodne črpalke ipd. Za nekatere strokovne kadre je bilo treba poudariti različnost teh dveh področij hidravlike. V nadaljnjem zapisu analogno kot v industriji uporabljamo za *pogonsko-krmilno hidravliko (PKH)* skrajšani termin *hidravlika*.

Ob teh reorganizacijah je laboratorij zaradi nesrečnega dogodka ob mojem prevzemu LFT-ja izgubil dotedanjšega asistenta, kar je seveda zmanjšalo učinkovitost laboratorija. Takšne razmere so za nekaj let zelo zmanjšale laboratorijsko delo v sodelovanju z industrijo. Kljub temu je bilo v mojem obdobju izdelanih približno 70 diplomskih nalog univerzitetnega in visokošolskega strokovnega študija, vse s področja PKH in vzdrževanja. Nekatere so bile izvedene v industrijskih podjetjih (Acroni Jesenice, Kladivar Žiri, Elektrarna Brestanica, Kolektor Idrija, LIK Kočevje, Gorenje Velenje, Tajfun Planina, nekaj s. p. podjetij, . . .), številne pa v LFT za potrebe in uporabo v gospodarstvu. Rezultat nekaterih diplomskih nalog je bila tudi izdelava nekaj manjših preskuševališč. Na njih smo izvajali laboratorijske vaje za večje število predmetov (s področja hidravlike in vzdrževanja) ter meritve parametrov in lastnosti hidravličnih sestavin za nekaj industrijskih podjetij.

Raziskovalno smo delali (ob danih skromnih možnostih) na področju dinamike strojev, upravljanih s pogonsko-krmilno hidravliko (PKH), aplikativno pa

predvsem z železarstvom, iz katerega sem izviral. Začetek raziskav na področju dinamike velikih hidravličnih sistemov (HS) je bil v tednji Železarni Jesenice, nadaljevanje pa nato še več let v LFT. Značilnosti velikih HS so velike količine hidravlične kapljevine (HK) (tudi do 25 m³ in celo 60 m³), vgrajenih veliko število črpalk, hidravličnih valjev (HV), hidravličnih akumulatorjev (HA) in premikanje velikih mas (do več deset ton). Stisljivost kapljev in elastičnost tokovodnikov, predvsem gibkih cevi, ob tem lahko povzročata nesprejemljiva in uničujoča nihanja mas in konstrukcij. Razvili smo razmeroma enostaven matematični model, uporaben za projektante tovrstnih, pa tudi manjših HS. S tem modelom predvidimo vplivne parametre in jih ustrezno upoštevamo in prilagajamo v projektu. Omogoča ustrezno nastavitvev »odpiralne rampe« proporcionalnih potnih ventilov, da se izognemo nesprejemljivemu nihanju.

Rezultate raziskav smo s sprejetimi prispevki predstavljali na znanih znanstveno-strokovnih konferencah v tujini, predvsem v Aachnu in Dresdnu, kar se uspešno nadaljuje tudi ob novem (od oktobra 2012 dalje) vodstvu LFT.

V velikih HS je pogosto vgrajenih veliko hidravličnih akumulatorjev (HA), kar je še posebej značilno za železarstvo. V LFT (LPKH) smo razvili matematični model za določitev ustrezne skupne prostornine HA za obravnavani HS. V praksi se v velikih HS največkrat uporabljajo 50-litrski. Žal se takšni HS zelo redko projektirajo v SLO, ker so dobavljeni v sklopu celotnih postrojenj. Ta model pa omogoča tudi »recenzijski nadzor« nad dobavljeno opremo, kar smo v SIJ Acroni že uporabljali. V enem delu ta matematični model omogoča nadzor (meritev) notranjega puščanja celotnega ali delov HS in to samo z enostavnim merjenjem nekaterih pa-



Novi prostori LFT

rametrov - tlakov in časov sprememb ob znanih prostorninah HA. To je pomemben pripomoček pri preventivnem vzdrževanju HS, in sicer vzdrževanju glede na stanje.

Zgleden primer aplikativnega uspešnega projekta LFT je tudi izvedba hidravličnega sistema (HS) hidrostatičnega ležaja teleskopa Vega na Golovcu (LJ). Ta HS smo projektirali v LFT, izdelalo pa ga je podjetje Kladivar, večinoma s sestavinami iz svoje proizvodnje. Tako tega zelo specifičnega HS ni bilo treba uvoziti iz Švedske. Celoten projekt je v FS vodil prof. dr. Janez Kramar. Mehanski del je bil izdelan v Litostroju. Uspešen začetek delovanja (brez problemov) je bil spomladi 2004.

Leta 2004 sem na srečo pridobil novega asistenta. To je bil Franc Majdič (sedanji vodja laboratorija), ki je kljub zahtevnemu delu na doktorski disertaciji močno intenziviral tudi delo v samem laboratoriju. Raziskovalno delo na doktorski disertaciji je skoraj v celoti potekalo v LFT. Uspešno je doktoriral in hitro nato pridobil izvolitev za docenta leta 2012. V času najinega skupnega dela do oktobra 2012, ko sem se upokojil, sva v nekaj letih pospešila raziskovalno delo v LFT in zelo povečala sodelovanje z gospodarstvom, za katero so bili izdelani številni, predvsem zahtevni projekti HS in visoko strokovne naloge s področja PKH. Znanje, pridobljeno ob delu na doktorski disertaciji, na področju vodne hidravlike je rezultiralo v (vodnem) proporcionalnem potnem ventilu, ki je opravil 10 milijonov prekrmljenj pri tlaku 160 bar in bil po tem še vedno polno uporaben. Nadalje se je pridobljeno znanje odrazilo v uspešno izvedenem projektu za podjetje Tajfun za vodno hidravliko gozdarskega vitla. Pitna voda, uspešno uporabljena kot hidravlična kapljevina (HK) na področju PKH, je redkost v svetovnem merilu. Ob »nesrečnem« izlitju v ze-



Nagovor dekana, prof. dr. Mitjana Kalina ob otvoritvi novih prostorov LFT

mljo, predvsem na področju podtalnice, je to seveda neškodljivo za razliko od mineralnega hidravličnega olja, ki ima katastrofalno škodljiv učinek. Prihodnost vodne hidravlike je stvar ekologije in predpisov. Več o tem pa prepuščam doktorandu in sedanjemu vodji LFT.

Z uvedbo bolonjskega študija je bila v letu 2011 ukinjena študijska smer Vzdrževanje, s čimer je bilo zame in za LFT izgubljenih pet predmetov. Velik »pedagoški urni potencial«, ki se je sprostil, je doc. dr. Majdič preusmeril v še intenzivnejše znanstvenoraziskovalno delo in še več sodelovanja z industrijo in ostalim gospodarstvom. Rezultat je viden tudi zdaj ob odprtju novih prostorov LFT.

Doc. dr. Franc Majdič (po letu 2012 do danes in pogled v prihodnost)

Po mojem prevzemu vodenja LFT v oktobru 2012 smo nadaljevali z delom, kot sva ga začrtala že z mojim predhodnikom doc. dr. Jožefom Pezdernikom. V zadnjih osmih letih smo še povečali sodelovanje z industrijo ter se povezovali s številnimi zunanjimi partnerji.

Laboratorij za fluidno tehniko je v zadnjih letih sodeloval s številnimi industrijskimi partnerji z različnih področij – od gozdarstva, farmacije, avtomobilske industrije, kmetijstva, mobilne hidravlike itd.

V okviru industrijskih projektov smo snovali, razvijali, simulirali in trajnostno testirali ter optimirali hidravlični motor, različne izvedbe hidravličnih valjev, različne hidravlične agregate, cevovode, tlačni sekvenčni ventil, varnostni ventil, delilnik toka, zavorni ventil, potni ventil in sile znotraj njega, hidravlična prijemala, ojačevalnik tlaka, napravo za dvigovanje – sanacijo razpokane hiše, sodelovali smo pri razvoju hidravličnega dela novega magneto- in elastokaloričnega hlajenja, pri razvoju vodnega hlajenja električnih pogonov, hidravlične naprave tračne žage za hlodovino, razvili smo posebno testno napravo za testiranje hidravličnih filtrov po standardu, sodelovali smo pri razvoju zavernega sistema turističnega električnega vlaka, pri razvoju krmiljeno-vodene lebdeče cevi s pomočjo vodnega curka, izvedli smo nekaj rekonstrukcij hidravličnih preš – med njimi kompletno obnovo 500-tonske preše, sodelovali smo pri razvoju 3D rotorja polimerne črpalke za avtomobilsko industrijo, sodelovali smo pri odpravljanju napake na hidravličnem sistemu ladje, pri razvoju namenskih hitrih spojk za farmacijo, izvajali smo meritve in diagnostiko hidravlične opreme v papirni industriji. Sodelovali smo z več inovatorji, jim izvedli prototipe, meritve in ovrednotenje izumov. Razvili smo namensko preizkuševališče za farmacijo. Trajnostno smo testirali serijsko izdelane potne hidravlične ventile zaradi

nezagotavljanja varnostne funkcije na strojih. Izvedli smo trajnostni test hidravličnega akumulatorja zaradi prezgodnjih odpovedi pri industrijski uporabi. Zasnovali in izdelali smo namenski hidravlični valj za globoki vlek pločevine ter hidravlično krmiljenje. Izvedli smo številne statične in dinamične tlačne teste različne industrijske opreme, ... Glede na novejša določila (GDPR) ni bilo časa pridobiti dovoljenja za objavo imen sodelujočih.

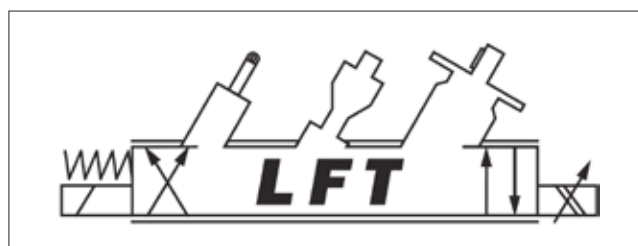
Trenutno še s tremi drugimi laboratoriji na Fakulteti za strojništvo sodelujemo pri razvoju namenske črpalke za črpanje nafte v globini do 3.000 m pod zemljo. Prav tako razvijamo hidravlično napravo za tlačno litje aluminija. Za avtomobilsko industrijo razvijamo posebno filtrirno napravo za kvalitetno filtracijo večjih količin hidravličnega olja. Merilna oprema predstavlja pomemben del naprave, ki bo omogočala stalno spremljanje čistoče in še štirih drugih pomembnih parametrov hidravličnega olja.

Pri razvoju in raziskavah se ukvarjamo predvsem z uporabo mineralnih olj, fosfatnih estrov (letalska hidravlika), biološko razgradljivih hidravličnih olj, vodnih emulzij, ionskih tekočin ter z uporabo vode kot hidravlične kapljevine. Te raziskave nas v svetovnem merilu uvrščajo med prepoznavnejše laboratorije na tem področju. V zadnjih letih smo izvedli tudi več industrijskih izobraževanj iz hidravlike, ki so se jih udeležili številni strokovni kadri iz vse Slovenije z različnih področij.

V okviru Laboratorija za fluidno tehniko je v času od začetka delovanja do danes diplomiralo preko tristo študentov, ki so zaposleni predvsem v industriji. Od leta 2017 dalje se vsako leto konec maja srečamo vsi trije, oba prejšnja in sedanji vodja LFT-ja, ter številni naši diplomanti.

Strategija laboratorija je postati in ostati med prepoznavnejšimi v Evropi na področju hidravlike.

Na tem mestu bi se kot sedanji vodja LFT rad zahvalil obema predhodnikoma, vodstvu katedre KTV in Fakultete za strojništvo UL za opravljeno delo ter podporo pri našem razvoju. Industriji in drugim našim partnerjem se zahvaljujemo za zupanje in se jim še naprej priporočamo za sodelovanje.



IZGRADNJA IN KRMILJENJE PILOTNE NAPRAVE ZA RECIKLIRANJE IZRABLJENEGA KATODNEGA ODPADKA IZ PROIZVODNJE ALUMINIJA

Primož Rus, Janez Urevc, Bojan Starman, Dušan Klinar, Ana Mladenović,
Mateja Košir, Miroslav Halilović

Izveček:

Izrabljen katodni odpadki pri proizvodnji aluminija se obravnava kot nevaren odpadki. Trenutne tehnološke rešitve ne ponujajo celovite ponovne uporabe ali recikliranja odpadnega materiala, zato večina materiala konča v sežigalnicah in na deponijah. Predstavljena inovativna tehnologija za recikliranje katodnih odpadkov iz proizvodnje aluminija zapira snovno zanko proizvodnega procesa. Razstrupljene sestavine kot sta ogljikni in šamotni del ter fluoridne soli se bodo lahko uporabili v proizvodnji aluminija, v gradbenem sektorju in v industriji ognjevdržnih materialov.

Prispevek opisuje princip nove tehnologije, zasnovo pilotne naprave in krmilni sistem, ki omogoča učinkovito spremljanje in vodenje procesa z možnostjo analize dobljenih rezultatov in optimizacijo tehnologije.

Ključne besede:

SPL-Cycle, izrabljen katodni odpadki, recikliranje, zapiranje snovnih zank, pilotna naprava, avtomatizacija, šaržni proces, ISA S88.01

1 Uvod

Aluminij je ena najpomembnejših kovin, ki se pridobiva z elektrolizo taline glinice. Proces pridobivanja aluminija poteka dvostopenjsko; Najprej se iz boksitne rude pridobiva glinica, t.j. aluminijev oksid Al_2O_3 po Bayerjevem postopku. Nato pa se v elektroliznih celicah po Hall-Héroultovem postopku pridobiva primarni aluminij.

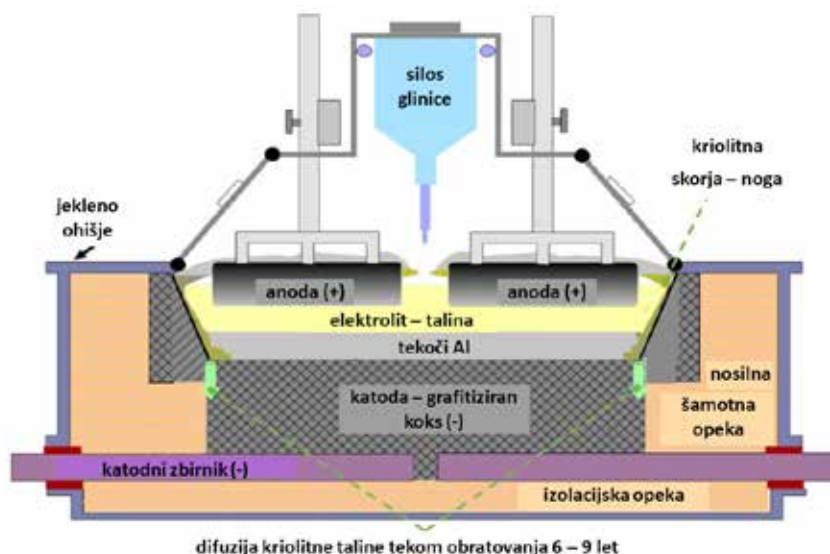
Slika 1 prikazuje elektrolizno celico, kjer se na katodi izloča kovinski aluminij, na anodi pa se sprošča kisik. Ogljikova anoda se porablja zaradi zgorevanja z nastalim kisikom v ogljikov dioksid in jo je potrebno stalno menjavati na 2–3 tedne. Nastali staljeni alu-

minij se zbira v z ogljikom obloženi katodni kadi, ki je toplotno zaščiten z oblogo iz šamotne opeke. Katodna obloga iz ogljika je porozna, zato se njena porozna struktura tekom življenjske dobe (6–9 let) prepoji s fluoridnimi solmi (NaF), pri tem pa nastajajo tudi cianidi. Na ta način dobimo impregnirane katodne obloge, ki izgubljajo električno prevodnost in jih je potrebno obnavljati vsakih šest do devet let.

Po koncu življenjske dobe se izrabljena katodna obloga elektrolizne kadi (Spent Pot-Lining – SPL) mehansko razstavi in postane odpadki. Postopek rušenja oziroma odstranjevanja se izvaja s hidravlično opremo, odpadki je po tem postopku v obliki velikih kosov in nekaj prahu, tako da ga je možno transportirati iz obrata. Odpadki se namreč razdeli na ogljikni del ali FC (first cut) in šamotni del ali SC (second cut) v masnem razmerju približno 60:40. Na vsako tono proizvedenega aluminija se proizvede približno 20 kg SPL-a.

SPL je nevaren odpadki zaradi visokega deleža topnih fluoridov in cianidov, ki predstavljajo nevarnost za okolje. V ogljiknem delu (FC) je približno 22 % vodotopnih fluoridnih soli in do 2% cianidov. Zaradi alkalnih kovin in oksidov ima odpadki tudi visok pH, zato ga je potrebno skladiščiti na suhem.

Dr. Primož Rus, univ. dipl. inž., **dr. Janez Urevc**, univ. dipl. inž., **dr. Bojan Starman**, univ. dipl. inž., **doc. dr. Miroslav Halilović**, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; **Doc. dr. Dušan Klinar**, univ. dipl. inž., ZRS Bistra Ptuj; **Dr. Ana Mladenović**, univ. dipl. inž., **dr. Mateja Košir**, univ. dipl. inž., obe Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana



Slika 1 : Shematski prikaz elektrolitske celice

SPL reagira tudi z vlago, pri čemer nastajajo vnetljivi, strupeni in eksplozivni plini.

Zaradi navedenega so bile uvedene nekatere omejitve glede uporabe in odlaganja SPL, kar je v zadnjih desetletjih vodilo v številne raziskave na tem področju [1]. V Avstraliji [2] se na primer ukvarjajo z recikliranjem topnih soli, medtem ko se inertni ostanki odlagajo na deponijah. Podjetje Befesa [3] je uvedlo novo tehnologijo za recikliranje SPL, solnih žlinder, livarskih peskov in filtrskega pepela s pomočjo katerih se lahko takšna sol reciklira. Podjetje Rusal je razvilo postopek za recikliranje SPL [4], pri katerem se soli reciklirajo v fluoridne soli kot kriolit (Na_3AlF_6), ki se uporablja pri elektrolizi glinice in ostanek, ki se še vedno sežiga.

Nobena od zgoraj omenjenih tehnologij ne predstavlja tehnologije osnovane na principu »nič odpadkov«, ki bi obsegala 100-odstotno recikliranje SPL. Ogljični del (FC), ki predstavlja večinski del odpadka, je zelo uporaben material v proizvodnji aluminija, predvsem pa v metalurgiji pri pridobivanju jekla. Nobena od sedanjih tehnologij ne predvideva recikliranja očiščenega FC in SC ter uporabo v krožnem gospodarstvu, ampak le sežig in uničenje oziroma deponiranje.

Na splošno gre večina odpadkov SPL še vedno v sežig (vključno s sosežigom v cementnih pečeh) ali pa je odložena na primernih deponijah. Takšna netrajnostna obdelava predstavlja znatne stroške za proizvajalce aluminija, v povprečju 200 EUR na tono, kar na leto znaša od 15 do 30 milijonov EUR v celotni Evropi. Poleg tega se v Evropi vsako leto izgubi 160.000 ton surovin z vrednostjo najmanj 20 milijonov EUR, kar predstavlja vrednost ogljika v odpadkih SPL.

Na drugi strani se porabi 350 kg ogljikove anode na 1 tono aluminija. Medtem ko se ogljikova katoda

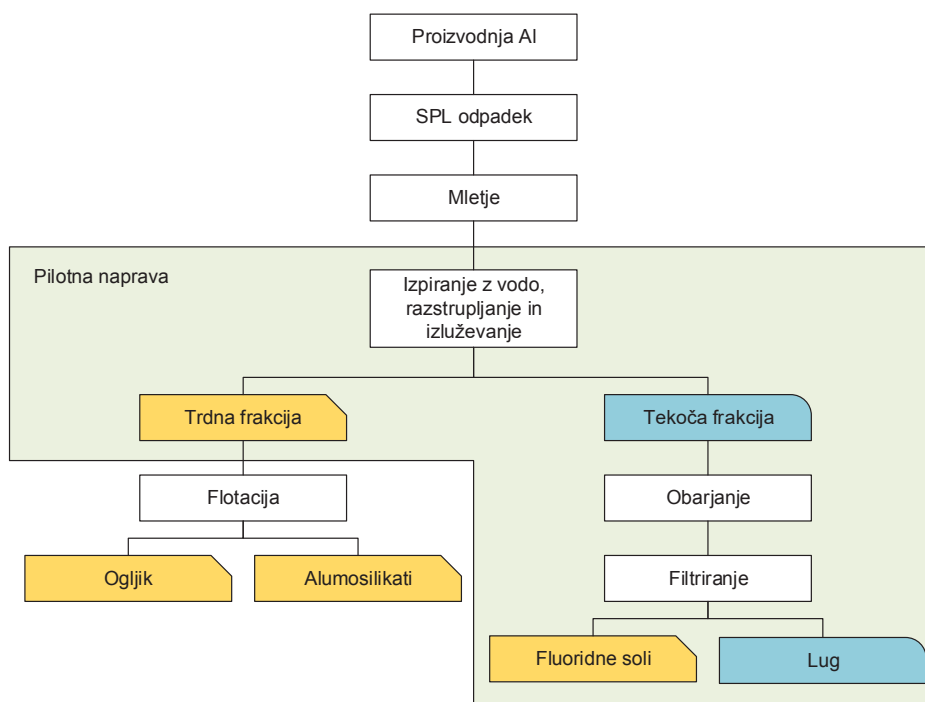
običajno kupuje na trgu, se ogljikova anoda izdelava obratu samem s stroški 350 EUR/tono ogljika. To pomeni, da je ogljik najdražji material v SPL, razen soli, ki so potrebne za elektrolit in druge materiale, ki jih je mogoče reciklirati v drugih uporabah.

Prve laboratorijske poskuse za potrditev ideje o 100-odstotnem recikliranju odpadkov SPL znotraj proizvodnega obrata sta leta 2015 izvedla Znanstveno-raziskovalni center Bistra, Ptuj in podjetje za proizvodnjo aluminija Talum, Kidričevo [5] in [6]. Na podlagi ugodnih laboratorijskih rezultatov je bil prijavljen in izbran za financiranje v okviru EIT Raw Materials projekt SPL-Cycle, katerega cilj je izdelati pilotno napravo za reciklažo SPL in pripraviti izhodne frakcije v primerni obliki za ponovno uporabo na različnih področjih industrije. Tehnologija, razvita v okviru projekta SPL-Cycle, bo omogočila zaprto snovno zanko v podjetju samem ali v lokalnem okolju in s tem izboljšala njeno ekonomičnost z zmanjšanjem ogljičnega odtisa. Razvita tehnologija je primerna za proizvajalce z manjšimi kapacitetami in za geografsko dislocirane obrate, npr. Talum Slovenija, Aluminium of Greece (Mytilineos Holding S.A.) Grčija ipd., ki v svoji okolici nimajo velikega predelovalca SPL ali drugih metalurških žlinder.

2 Tehnologija SPL-Cycle

Tehnologija SPL-Cycle je zasnovana kot postopek ekstrakcije, izpiranja z vodo in lugom (izluževanje) ter razstrupljanja pri normalnih temperaturah, in je predstavljena na sliki 2. S predelavo po tem postopku se SPL spremeni v nenevarni material, primeren za recikliranje in ponovno uporabo.

Izrabljena katodna obloga katodne kadi se razbije, zdrobi in zmelje do velikosti zrn, ki so manjši od 3 mm. Tako pripravljen material je primeren za nadaljnjo ekstrakcijo in razstrupljanje.



Slika 2 : Osnovni oris principa tehnologije SPL-Cycle

Najprej se izvede izpiranje z vodo, kjer se izločijo fluoridne soli (NaF), ki so dobro topne v vodi. Proces izpiranja poteka nekaj ur. Nato sledi izpiranje s pomočjo luga (NaOH), da izločimo še kriolit (Na_3AlF_6), ki je slabo topen v vodi. Tudi ta proces poteka nekaj ur. V času izpiranja z vodo se izvaja tudi razstrupljanje s pomočjo vodikovega peroksida (H_2O_2), da se razgradijo prisotni cianidi. Za učinkovitejše delovanje peroksid aktiviramo z UV svetlobo.

Rezultat izpiranja z vodo in lugom sta čista trdna in tekoča frakcija. V trdni frakciji ostanejo ogljik in alumosilikati, ki jih kasneje ločimo s postopkom flotacije. Tako očiščen ogljik se uporablja v industriji aluminija za izdelavo anod, za izdelavo elektrod in kot alternativno gorivo v cementarnah in jeklnah. Alumosilikati pa so primerni za uporabo v gradbeništvu za zemeljska dela in druge aplikacije, lahko tudi za izdelavo ognjevzdržnega materiala.

Tekoča frakcija vsebuje v vodi raztopljene fluoridne soli (NaF). Fluoridne soli pretvorimo s pomočjo obarjanja, kjer raztopino NaF zmešamo s $\text{Ca}(\text{OH})_2$, da dobimo suspenzijo, ki jo nato ločimo na tekočo in trdno fazo v filtrski stiskalnici. Tekoča faza je preostali lug (NaOH), ki ga ponovno uporabimo v začetnem delu procesa za izpiranje z lugom. Trdno fazo pa predstavljajo kalcijeve soli (CaF_2), ki se uporabljajo v metalurgiji za izboljševanje talilnosti žilinder pri proizvodnji jekla.

3 Izdelava in avtomatizacija pilotne naprave

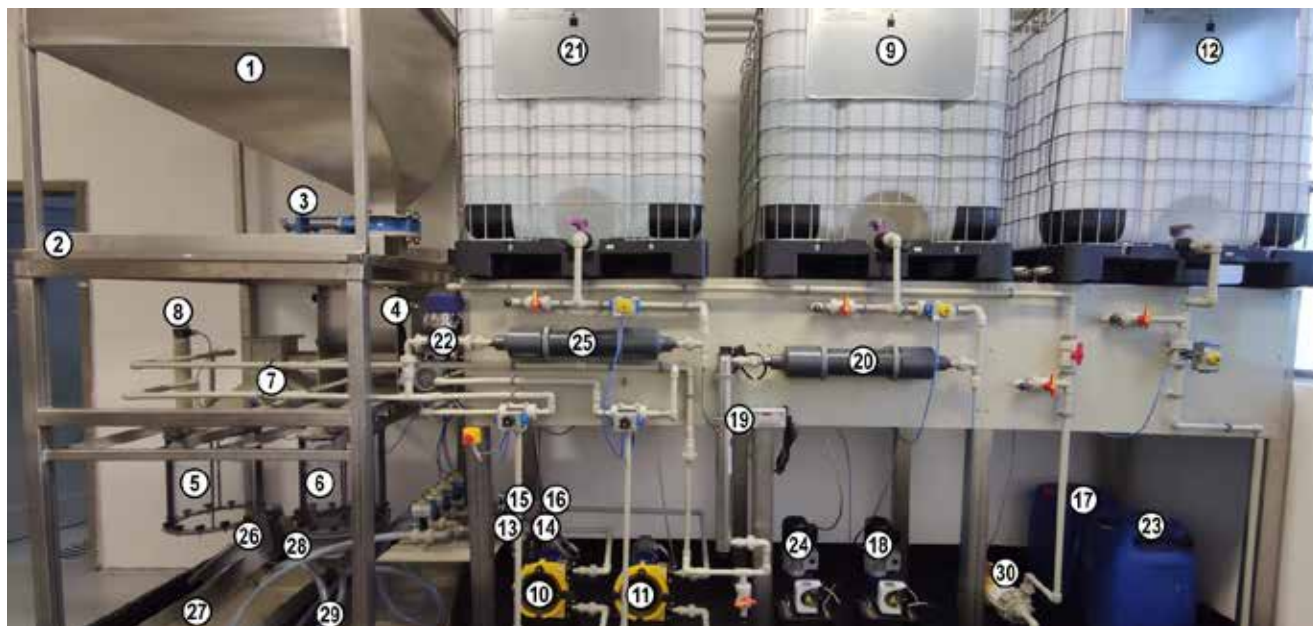
Pilotna naprava, ki je razvita v okviru projekta SPL-

-Cycle, je postavljena na Zavodu za gradbeništvo Slovenije (ZAG). Naprava je postavljena v lovilni bazen za primer izlitja tekočin.

Kot je označeno na sliki 2, je pilotna naprava namenjena izpiranju in ekstrakciji zmletega materiala ter obarjanju in filtriranju izluženih soli. Temu sledi tudi postavitve opreme v prostoru, kar je razvidno iz slik 3 in 4. Oprema, prikazana na sliki 3, je namenjena izpiranju in ekstrakciji, na sliki 4 pa je prikazana oprema za obarjanje in filtriranje.

V dozirni zalogovnik iz nerjavečega jekla (1) na sliki 3 se izven prostora naloži zmlet material, nato se ga z viličarjem postavi na za to predvideno mesto dozirne naprave (2). Po namestitvi je potrebno odpreti ročni ventil (3), da se material vsuje v zalogovnik dozirnega polža (4). Sledi izbira delovnega ekstraktorja (5) ali (6) preko usmerjevalne lopute (7). V pilotno napravo sta vgrajena dva ekstraktorja iz PP in PEHD, saj lahko fazi izpiranja in ekstrakcije potekata vzporedno. S takšno konstrukcijo lahko na enostaven način povečamo kapaciteto pilotne naprave. Na dnu ekstraktorja je vgrajen filter, ki trdnim delcem preprečuje širjenje po cevovodih. Usmerjevalna loputa (7) in vsi avtomatsko vodeni ventili so pnevmatsko krmiljeni preko ventilskega otoka (43), prikazanega na sliki 5a, ki je povezan s krmilnim sistemom (44) v elektro omari na sliki 5a. Krmilni sistem z vizualizacijo (HMI) je podrobneje opisan v naslednjem poglavju.

Po izbiri ekstraktorja operater sproži doziranje materiala v ekstraktor. Po doziranju ustrezne količine materiala je naprava pripravljena na fazo izpiranja vodotopnih soli. Nivo tekočine v ekstraktorju se na dovodni strani krmili s kapacitivnima nivojskima



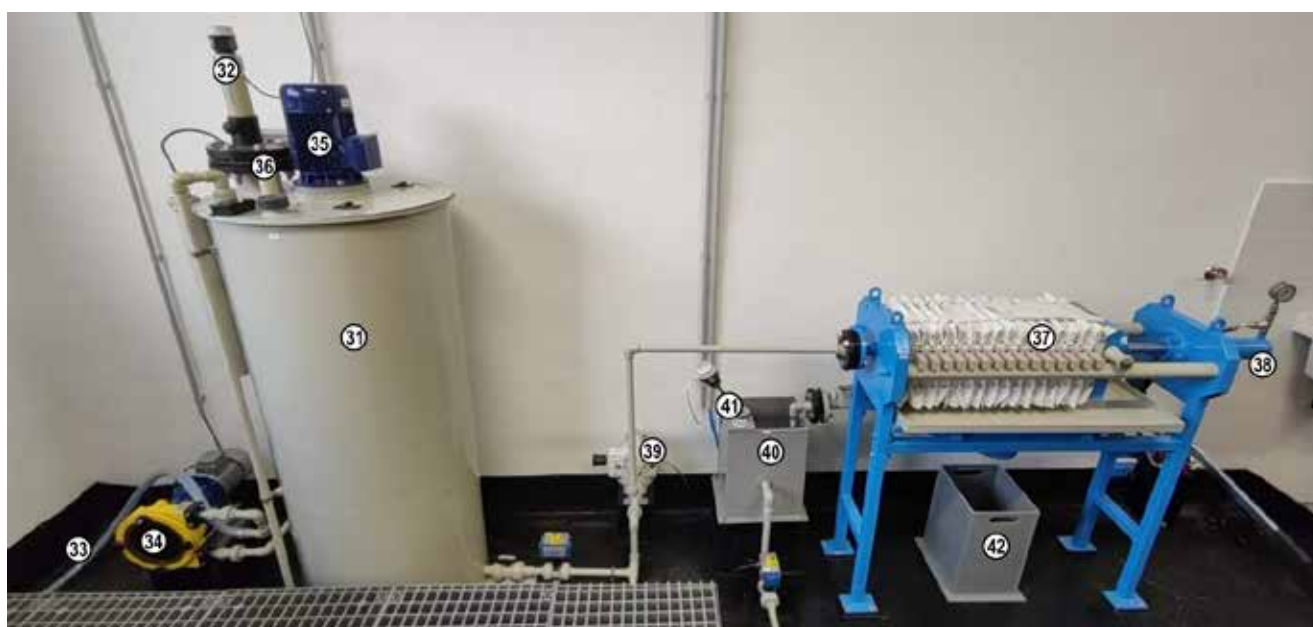
Slika 3 : Pilotna naprava, izpiranje z vodo in lugom

sondama (8) ter pnevmatskim ventilom. Tekočina priteka iz rezervoarja (9) v ekstraktor gravitacijsko ali se sesa s podtlakom. Na odvodni strani je nameščena peristaltična dozirna črpalka (10) oziroma (11), kar je odvisno od izbire delovnega ekstraktorja, s katero je mogoče regulirati količino odvedene tekočine. Peristaltične dozirne črpalke so izbrane, ker omogočajo nemoteno delovanje tudi takrat, ko niso predhodno zalite. Tekočina se po izpiranju zbira v rezervoarju (12). Med izvajanjem faze lahko operater izbere krožni način delovanja. To pomeni, da se zapre dovod in odvod nove in stare tekočine, obstoječa tekočina pa kroži preko ekstraktorja. V času izvajanja faze spremljamo na odvodni strani

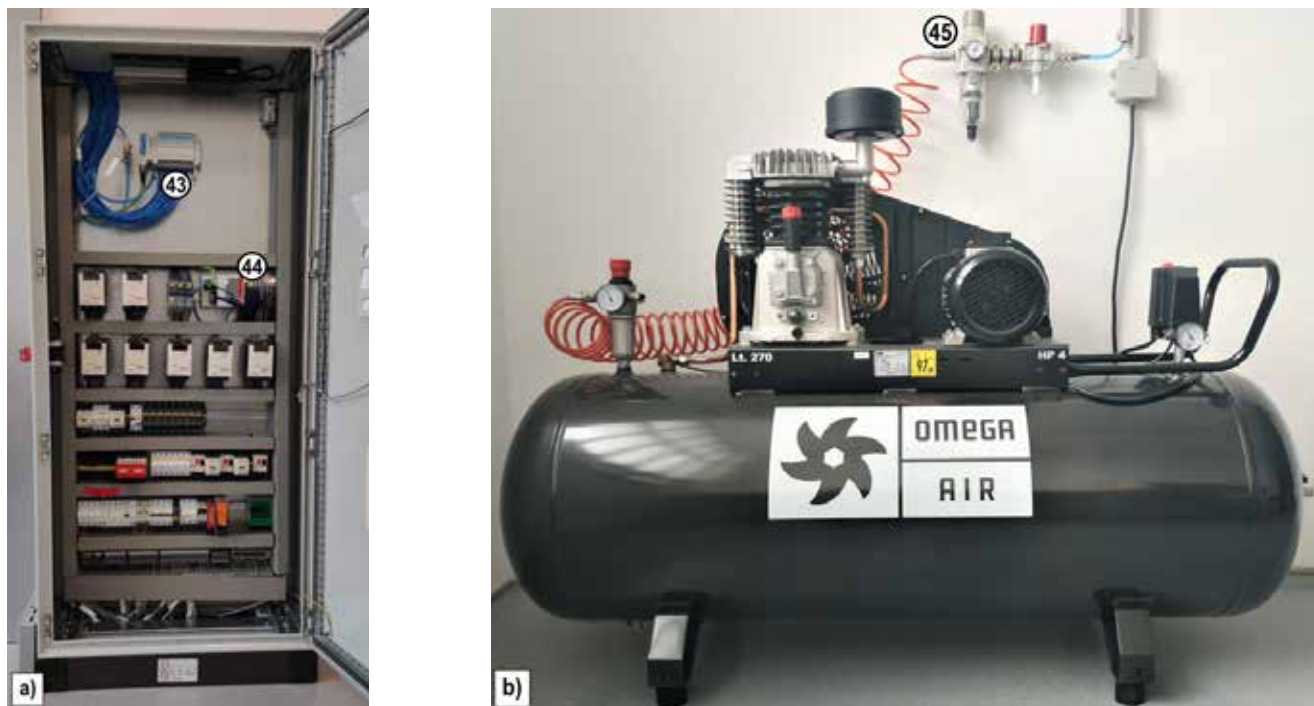
prevodnost (13) ter pH (14) oziroma (15) ter (16) in ko meritvi dosežeta želeno stacionarno stanje, je faza izpiranja končana.

Vzporedno s fazo izpiranja z vodo se izvaja faza razstrupljanja s pomočjo peroksida (17) za izločitev cianidov. Količina peroksida se regulira s peristaltično dozirno črpalko (18). Za učinkovitejše delovanje peroksid aktiviramo z UV žarnico (19). Za boljše mešanje tekočin je v sistem dodano stacionarno mešalo (20).

Sledi faza izpiranja s pomočjo NaOH za izluževanje kriolita, ki je netopen v vodi. Izvajanje faze je



Slika 4 : Pilotna naprava, obarjanje in filtriranje



Slika 5 : Pilotna naprava: a) Elektro omara in b) Enota za priprava stisnjenega zraka

podobno kot pri izpiranju z vodo, s to razliko, da se pri izpiranju uporablja lug (21). Izhodna tekočina se zbira v istem rezervoarju kot pri prvem izpiranju z vodo (12). Želena koncentracijo luga spremljamo na dovodu v ekstraktor s pomočjo merilnika prevodnosti (22). Koncentriran lug (23) se dovaja v sistem preko peristaltične dozirne črpalke (24) in stacionarnega mešala (25). Tudi ta faza omogoča krožni način delovanja. Faza izpiranja z lugom je končana, ko spremljani vrednosti prevodnosti (13) in pH (14) oziroma (15) in (16) dosežeta želena stacionarno vrednost. V tem stanju so v materialu razgrajeni cianidi, kriolit in fluoridne soli.

Po končani fazi izluževanja se ponovi faza izpiranja z vodo, nato pa se izčrpa voda iz ekstraktorja. Sledi odpiranje ekstraktorja na spodnji strani (28), da prečiščen ogljik pade v začasno zbirno posodo (29).

V drugi fazi procesa je potrebno reciklirati še odpadno tekočino, raztopljene fluoridne soli (NaF), ki se je natekla pri ekstrakciji. Odpadna tekočina se ob dodatku apna (Ca(OH)_2) obori, pri čemer je trdna frakcija oborina CaF_2 , tekoča frakcija pa NaOH , ki ga v procesu ponovno uporabimo za ekstrakcijo. Obarjanje poteka v mešalni posodi izdelani iz PP (31), prikazani na sliki 4. Faza priprava suspenzije poteka tako, da iz rezervoarja (12) na sliki 3, kjer je zbrana izprana in izlužena tekočina, ta pretoči v mešalno posodo (31). Količina dozirane tekočine se krmili z nastavljivim kapacitivnim dvo-nivojskim senzorjem (32). Apno (33) za obarjanje se dozira s peristaltično dozirno črpalko (34). Za pripravo homogene suspenzije je v mešalno posodo vgra-

jeno mešalo z Rushtonovo turbino (35). Optimalni pogoji za obarjanje CaF_2 in pripravo suspenzije se kontrolira z merilnikom prevodnosti in pH (36).

Tako pripravljena suspenzija se loči na trdno in tekočo frakcijo v filtrski stiskalnici (37), ki ima 6 plošč velikost 250×250 mm in debelino kolača 20 mm. Zapiranje in odpiranje plošč se izvaja ročno preko hidravličnega valja (38). Suspenzija se tlači v filtrsko stiskalnico s pnevmatsko dvo-membransko črpalko (39). Črpalka lahko doseže maksimalni tlak 8 barov, ki je nastavljen preko pnevmatskega regulacijskega ventila (45), prikazanega na sliki 5b.

Iztisnjena tekočina se zbira v zbirni posodi (40), ki se prazni preko delovne centrifugalne črpalke (30) na sliki (3), in se prečrpa v rezervoar (21) na sliki 3 za izpiralni lug. Na regulacijo centrifugalne črpalke vpliva dvo-nivojski senzor (41), nameščen v zbirni posodi.

Faza ločevanja je končana po iztisnjeni celotni količini suspenzije. Sledi ročno (38) odpiranje filtrske stiskalnice, da iztisnjen kolač CaF_2 pade v začasno zbirno posodo (42).

4 Krmilni sistem

Krmilni sistem temelji na dvojedrnem industrijskem krmilniku Beckhoff CX5130 z operacijskim sistemom Win10 IoT Enterprise 64 bit. Na njem se hkrati izvajata TwinCAT 3 (realno časovni PLK) in program za vizualizacijo procesa [7]. Ključna prednost uporabe takšnega računalniško krmilnega sistema pred klasičnim PLK-jem je v sočasnem izvajanju tako

krmilnega programa kot vizualizacije na enem samem sistemu. Krmilnik omogoča kratke cikle (okoli 50 μ s) izvajanja krmilnega programa.

Vhodno / izhodni moduli so modularni, kar pomeni, da jih je mogoče poljubno dodajati in odzematati ter s tem sestaviti oziroma nadgraditi v potrebno konfiguracijo. Povprečni čas pretvorbe signala iz A/D oz. D/A pri analognih moduli je 1,3 ms. Zato je čas izvajanja PLK programa nastavljen na 2 ms.

Prav tako takšen sistem omogoča enostavno povezljivost s PC svetom, kar pomeni enostaven prenos podatkov – rezultatov v obliki datotek formata csv.

4.1 Krmilni program (PLK)

Krmilni program je razvit v razvojnem okolju Visual Studio z vključenim paketom TwinCAT 3 v ST programske jeziku. Glavni program je razdeljen na posamezne sklope – podprograme, ki si logično sledijo v naslednjem zaporedju:

Prvi podprogram *prgParametersIn* se izvede samo v prvem ciklu po zagonu krmilnika. V njem se nastavijo vsi parametri pilotne naprave, ki so bili shranjeni v stalni spomin. Stalni spomin je spomin, ki se ohrani tudi, ko je krmilnik brez napajanja.

Drugi podprogram *prgInit* se tudi izvede samo v prvem ciklu po zagonu. V njem se nastavijo vsi parametri, ki so prednastavljeni za ustrezno delovanje pilotne naprave.

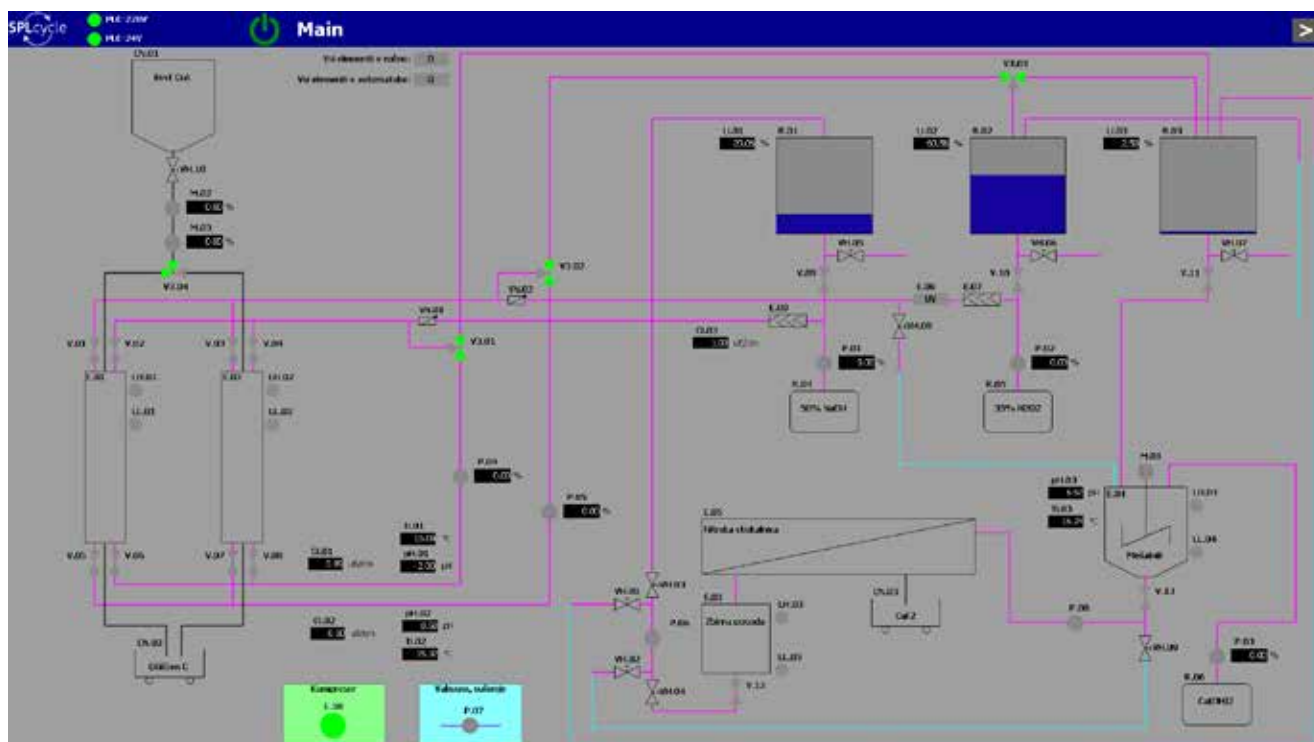
Naslednji podprogram *prgInitReq* se izvede na zahtevo. V njem se nastavijo vsi parametri pilotne naprave, ki so shranjeni v stalni spomin, na prednastavljene vrednosti.

Sledijo podprogrami, ki se izvajajo stalno. Najprej se izvede podprogram *prgImplElemIn* za obdelavo vseh vhodnih elementov, analogni in digitalni senzorji. V obeh primerih je izvedba zasnovana tako, da je možno preko vizualizacije vsiliti njihove vhodne vrednosti, za enostavno testiranje pilotne naprave in same tehnologije procesa. Vsak posamezen element ima ustrezno skalirno funkcijo, preko katere se vrednosti vhodov preslikajo v inženirske veličine.

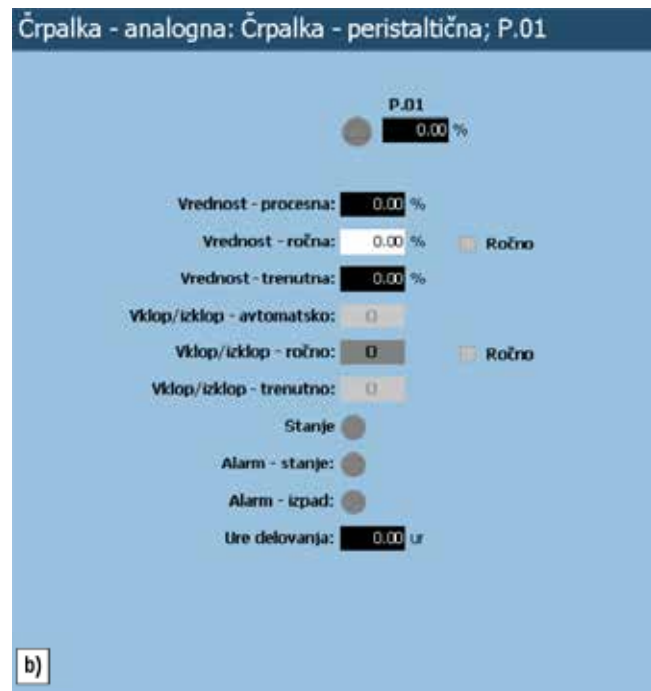
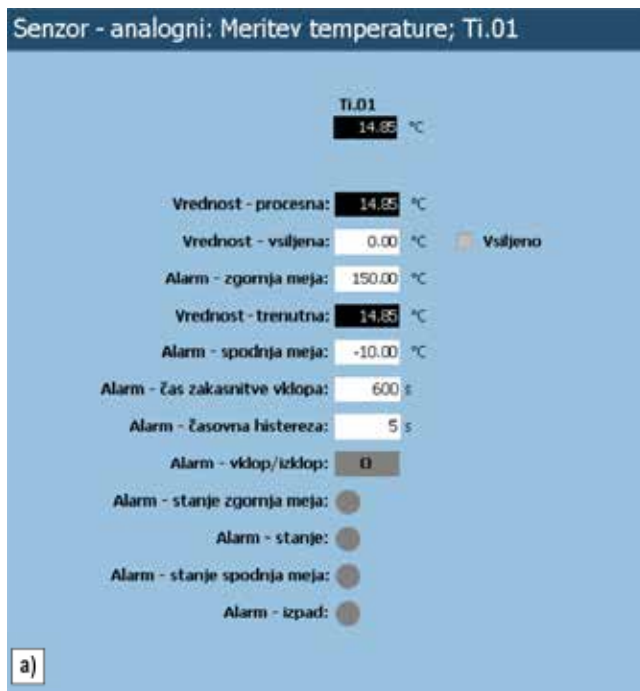
Nato sledi podprogram *prgPhase*, v katerem se obdelajo vse avtomatske faze, ki sledijo tehnološkim fazam, predstavljenim v prejšnjem podpoglavju. Pred obdelavo posameznih faz se vsem aktuatorjem avtomatski izhod nastavi status na izklopljen, tako da v posamezni fazi aktuatorji samo vklopljajo.

Sledi podprogram *prgImplElemOut* za obdelavo vseh izhodnih elementov, črpalk, ventilov in digitalnih izhodov. Elementi so zasnovani tako, da jih je možno preko vizualizacije krmiliti ročno ali pa njihovo delovanje vodijo avtomatske faze. Prav tako imajo izhodni elementi vgrajene ustrezne funkcije za preslikavo inženirskih vrednosti v izhodne veličine primerne za vodenje naprav.

Zadnji podprogram *prgParametersOut* zapiše vse spremenjene parametre v stalni spomin.



Slika 6 : Vizualizacija; Osnovni uporabniški vmesnik



Slika 7 : Pogovorno okno: a) Sensor temperature Ti.01 in b) Črpalka P.01

4.2 Vizualizacija

Na *sliki 6* je predstavljen osnovni uporabniški vmesnik za vizualizacijo tehnološkega procesa, ki sledi P&ID shemi.

S klikom na oznako elementa se odpre pogovorno okno, prikazano na *sliki 7a*, kjer je kot zgled prikazan senzor temperature Ti.01. Pri analognih senzorjih je mogoče vklopiti funkcijo alarmiranja, z vklopljeno vsiljeno vrednostjo pa simulirati vrednost sensorja v nadaljnjih preračunih. *Slika 7b* pa prikazuje pogovorno okno vizualizacije stanja in vodenja peristaltične črpalke P.01. Črpalci je možno preko tega dialoga ročno nastaviti hitrost ali jo prepustiti vodenju preko avtomatskih faz.

4.3 Vodenje avtomatiziranih faz

Vodenje avtomatiziranih faz je izvedeno na osnovi standarda ISA S88.01 [8]. Na *sliki 8* je prikazan standardni statusno / ukazni vmesnik, preko katerega je možno spremljati in izvajati standardne ukaze karakteristične za posamezno fazo, opisano v predhodnem poglavju. Uporaba tega vmesnika za normalno delo z napravo oziroma izvajanje procesa ni nujna, namenjena je predvsem razvijalcem programske opreme in zahtevnejšim uporabnikom.

Za vsakdanje delo se za upravljanje z vsemi avtomatiziranimi fazami uporablja vmesnik, prikazan na *sliki 9*. Preko tega vmesnika je mogoče nastaviti parametre faze, zagnati, zadržati ali ustaviti posamezno fazo. Prav tako nam vmesnik prikazuje stanje posamezne faze.

Fazo je možno voditi ročno ali avtomatično, kar pomeni, da jo vodimo preko druge faze.

Kot lahko sklepamo iz *slike 8*, je posamezna faza razdeljena na korake. Prehod med koraki je lahko izveden na zahtevo operaterja ali ko je dosežen nek pogoj. Pred programiranjem podprograma *prgPhase* tehnolog procesa pripravi tabelo sekvenc korakov, alarmno tabelo in tabelo parametrov. Za namen prikaza je v *tabeli 1* predstavljen primer ene od faz in sicer definicije sekvence korakov faze »Praznjenje zbirne posode iz stiskalnice«. Vse ostale faze so izvedene na enak način.

Vsaka faza preide v stanje »Zadržana« v primeru generalnega alarma ali enega od alarmov, ki vplivajo na delovanje faze. Na pilotni napravi so to izpad napetosti 24V in 220V in izklop v sili.

V *tabeli 2* so prikazani alarmi faze »Praznjenje zbirne posode iz stiskalnice«. Alarmi tipa »Opozorilo« ne vplivajo na delovanje faze, ampak samo opozorijo operaterja.

Posamezni fazi pripadajo parametri, ki jih definira tehnolog v tabeli »Parametrov faze«, za primer faze »Praznjenje zbirne posode iz stiskalnice« so prikazani v *tabeli 3*.

5 Zaključek

V okviru projekta SPL-cycle je bila predstavljena nova tehnologija recikliranja izrabljenega katodnega odpadka pri proizvodnji aluminija. Tehnologija je primerna za proizvajalce z manjšimi kapacitetami

in za geografsko dislocirane obrate. Za potrditev učinkovitosti novo razvite tehnologije je bila razvita pilotna naprava, ki je postavljena v prostorih ZAG in bo v tem letu pričela s predelavo testnih vzorcev iz podjetja Talum, kar bo omogočilo nadaljnje analize in optimizacijo same tehnologije.

Avtomatizacija pilotne naprave je bila izvedena na krmilnem sistemu Beckhoff CX5130 v programskem okolju TwinCAT 3. Krmilni program skrbi za varnost, vklop / izklop aktuatorjev, spremljanje in zajemanje vrednosti iz senzorjev ter vodenje regulacijskih zank. Razvit grafični uporabniški vmesnik omogoča operaterju tako ročno kot avtomatizirano vodenje tehnološkega procesa ter mu nudi svobodo pri vnosu parametrov in preglednemu spremljanju za proces pomembnih parametrov.

Viri

- [1] G. Holywell, R. Breault, "An Overview of Useful Methods to Treat, Recover, or Recycle Spent Potlining", JOM, vol. 65, no. 11, pp. 1441-1451, 2013, <https://doi.org/10.1007/s11837-013-0769-y>.
- [2] T. K. Pong, R. J. Adrien, J. Besida, T. A. O'Donnell and D. G. Wood, "Spent potlining - a hazardous waste made safe", Institution of Chemical Engineers Trans IChemE, vol 78, Part B, pp. 204-208, 2000.
- [3] Befesa, "Salt slags and SPL Recycling Services", <https://www.befesaaluminium.com/web/en/nuestros-procesos/detalle/Salt-slags-and-SPL-Recycling-Services/>.
- [4] V. Mann, V. Pingin, A. Zherdev, Y. Bogdanov, S. Pavlov, V. Somov, "SPL Recycling and Re-processing", The Minerals, Metals and Materials Series. Trans IChemE, 78 part B, pp. 571-578, 2017.
- [5] B. Tropenauer, D. Klinar, N. Samec, J. Golob, "Circular economy model of cathode waste processing", 1st International Conference on Technologies & Business Models for Circular Economy, September, 5th - 7th, 2018, Portorož, Slovenia, <https://doi.org/10.18690/978-961-286-211-4.8>.
- [6] B. Tropenauer, D. Klinar, N. Samec, J. Golob, J. Kortnik, "Sustainable waste treatment procedure for the Spent Potlining (SPL) from aluminium production", Materials and technology, vol. 53, pp. 277-284, 2019, <https://doi.org/10.17222/mit>.
- [7] Beckhoff Automation GmbH, "The New Automation Technology Advantage", https://download.beckhoff.com/download/Document/Catalog/The_New_Automation_Technology_Advantage_e.pdf
- [8] ISA, "ISA88, Batch Control", <https://www.isa.org/isa88/>.

The Pilot Plant Construction and Control for Spent Pot-Lining (SPL) from Aluminium Production

Abstract:

A Spent Pot-Lining is waste from aluminium production and is treated as hazardous waste. Current technological solutions do not offer full reuse or recycling of waste material, which is why most of the material ends up in incinerators and landfills. The introduced innovative technology for recycling cathodic waste from aluminium production closes the material loop of the production process. Detoxified ingredients such as carbon and fireclay and fluoride salts can be used in aluminium production, the construction sector and the refractory industry.

The paper describes the principle of the new technology, the design of the pilot plant and the control system, which enables efficient monitoring and control of the process with the possibility of analysing the results obtained and optimizing the technology

Keywords:

SPL-Cycle, Spent Pot-Lining, recycling, closing material loops, pilot unit, automation, batch process, ISA S88.01

Zahvala

Avtorji se zahvaljujemo finančni podpori projektu SPL-Cycle - »Zapiranje zanke izrabljenih katodnih odpadkov (IKO) v industriji proizvodnje aluminija (Closing the loop of the Spent Pot-line (SPL) in Al smelting process)«, ki je triletni projekt (2018-2021), sofinanciran iz strani EIT RawMaterials (št. projekta: 17141), t.j. organ Evropske unije, ki prejema podporo raziskovalnega in inovacijskega programa Evropske unije Obzorje 2020. Zahvaljujemo se tudi finančni podpori Slovenske raziskovalne agencije ARRS za programsko financiranje P2-0263.

30. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

VZDRŽEVANJE

2020

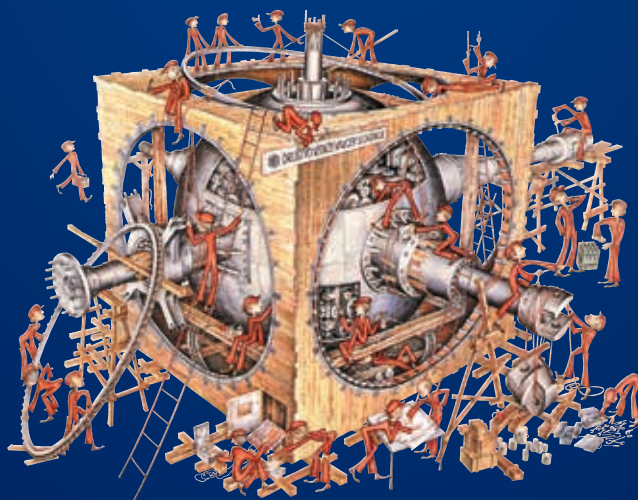


DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE

DVS

7. in 8. oktober 2020

www.drustvo-dvs.si



e-mail: tajnik@drustvo-dvs.si

tel: 041 387 432

TOWARDS INTELLIGENT PLANOCENTRIC GEAR TRAIN FOR ROBOTIC INDUSTRY – PART 1

Gorazd Hlebanja, Miha Erjavec, Luka Knez, Simon Kulovec, Jože Hlebanja

Abstract:

A design and development of a planocentric gearbox to be used in robot arm joints, namely for a col-laborative robot, is presented in the papers. Besides strict limitations regarding the near zero backlash, the output position and torque should be available as well. So, a spatial-awareness encoder and a torque sensor are incorporated in a gearbox. The first assures an accurate absolute output position and the latter ensures information on actual output torque. The presented solution is based on the S-shaped tooth flank geometry. The near zero backlash requirement requires a tolerance analysis, which was accomplished by simulations in KissSoft software. The results of the analysis enabled a successful modification of the gearbox. A sophisticated testing rig was developed to verify actual gearbox characteristics, and to test its short-term and long-term behaviour. Backlash, stiffness, kinematic error, and dynamic behaviour of produced gear trains are measured in this way.

Keywords:

planocentric gear train, backlash, tolerance analysis, S-gearing, torque sensor, spatial-awareness sensor, testing rig

1 Introduction

Planocentric gearboxes are used in robotics, machine tools, aeronautics, aircraft, marine and many other industries. The efficiency can be above 90 % and gear ratios can achieve up to 160 : 1 (160 rotations of the input shaft for a single turn of the output shaft). Basic arrangements of this type are described in well-known references [1]. The available industrial solutions include *Sumitomo* cyclo gearboxes [2], *Spinea* drives [3], *Nabtesco* [4], *Onvio* [5] and many others. Gearing is usually cycloidal or lantern. Some solutions combine a classic planetary gear train and a cycloidal stage with three eccentrics having origins in the centers of the planets. Some other devices incorporate a threefold eccentric rotating three planets. Such gearboxes are more compact but also more complex. All producers claim near zero or zero backlash. There is also a strong patent activity all over the world, especially in Russia and China, which indicates the importance of the field. The mentioned companies are holders of such

patents as well. The expected characteristics are low hysteresis for accurate positioning, low lost motion, compact design, high torsional stiffness, low inertia, high efficiency, overload capacity, easy assembly, and lifetime lubrication. Some robot producers develop their own gearboxes in order to achieve the best possible accuracy and reliability.

Potential advantages of planocentric gear boxes, namely a high-speed reduction ratio combined with

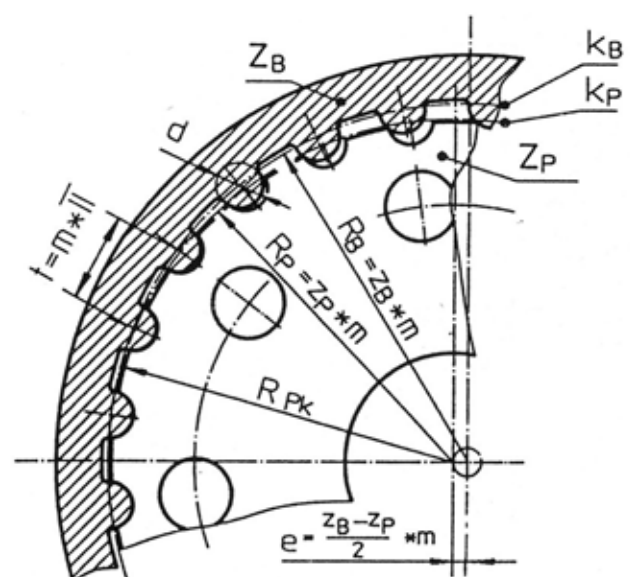


Figure 1: Gear ring and planet gear during meshing [6].

dr. Gorazd Hlebanja, univ. dipl. inž., University of Novo Mesto, FME, Slovenia and Podkrižnik, d. o. o., Nazarje, Slovenia;

Miha Erjavec, univ. dipl. inž., **dr. Luka Knez**, univ. dipl. inž., **dr. Simon Kulovec**, univ. dipl. inž., vsi Podkrižnik, d. o. o., Nazarje, Slovenia;

Prof. em. dr. Jože Hlebanja, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, FME, Slovenia

high output torque in a relatively small volume, were a driving force for a new development already twenty years ago. So, the modified lantern gears were developed for use in planocentric gear drives with eccentric [6] and patented [7]. The internal gear pair during meshing is illustrated in *Fig. 1*, clearly indicating the value of eccentricity.

The teeth of the ring gear are designed as semi-circular extremities, whereas the planetary gears are designed with corresponding semi-circular spaces, adapted in size for a tolerance. Design aims were focused in automatic production lines and CNC-machinery. The planocentric lantern gear box design was robust. The transmission of rotation from the planet gears through a pin composition to the output shaft was provided by a single sided cage with double bearing output shaft. Small series were produced with various gear ratios up to 100 and with various modules, down to $m = 0.5$ mm.

Pure mechanical drives can conform to high tech industry requirements with regard to backlash, lost motion, stiffness, hysteresis, etc. However, supplementary features based on sensorics can add additional functionalities to such a gearbox. So, an accurate output shaft positioning and an output torque sensorics are installed in the device as an option. However new functionalities enable the incorporation of such devices in collaborative robot's arm joints and adaptive control. An upgrade to a self-aware condition monitoring system could increase the overall reliability of the drive and the effective predictive maintenance whereas a corresponding condition monitoring could enable safe human interactions which is of special importance e.g. in the field of robotics.

Thus, the paper describes how the planet gear moves based on the eccentric rotation and induces the output rotation. Since the gearing geometry is based on an S-gear flank profile, some ideas about this gear type are explained. Next, the gearbox prototype is revealed. The described testing rig enables all necessary tests, e.g. stiffness, hysteresis, kinematic error and durability measurements, which are necessary in confirming the prototype design or indicating possible improvements. A longer chapter discusses influences of tolerances. Findings of tolerance analysis helped in improving the gearbox design furthermore. In the final chapter, the torque flange is described. The torque sensor is in its final stage of development, so the flange design, the strain-gauges, and electronics and signal transmission are already defined.

2 Kinematic Circumstances of a Planocentric Gear Train

The planocentric gearbox has coaxial input and output shafts, and large transmission ratios can be achieved based on a gear ring with internal gearing in combination with usually two planet gears with external gearing, where the difference in the numbers of teeth between the gear ring z_v and the planet gears z_p rules the output gear ratio, Eq. (1). The difference in ring and planet numbers of teeth should be one.

$$i_{out} = \frac{z_p - z_v}{z_p} \quad (1)$$

The planet gears are mounted on an eccentric shaft, where bearings separate the planet gears

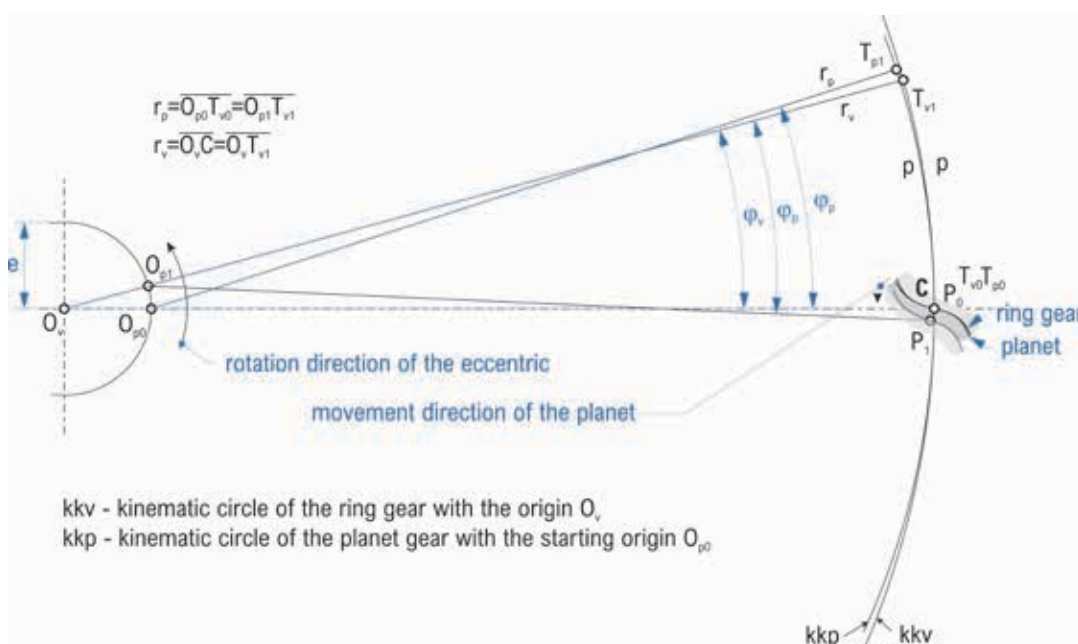


Figure 2 : Planetary gear movement in accordance with hypocycloid generated on the kinematic circle of the ring gear [8].

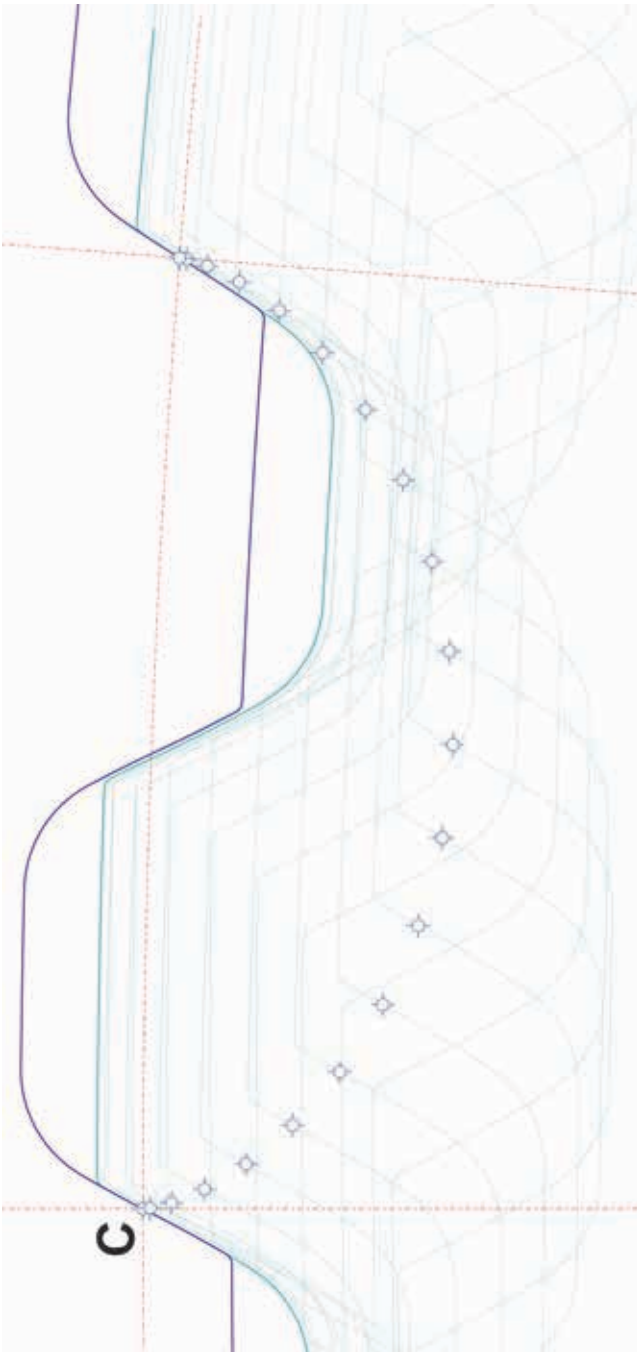


Figure 3 : Planetary gear movement in accordance with hypocycloid generated on the kinematic circle of the ring gear [8].

from the eccentric. The planet gears wobble around the gear ring, that is, they reverse for one tooth in each revolution of the eccentric. The wobbling movement is in accordance with a hypocycloidal movement where the generating circle with the radius of the eccentric is rolling on the kinematic circle of the ring gear. At the same time, the planet gear kinematic circle rolls in the inner side of the ring gear kinematic circle, which is simultaneous with the rotation of the eccentric. In this way the planetary gears develop rotation superimposed on the wobble. So, the input rotation of the eccentric

is transformed into the reduced output rotation of the cage with the pins according to the gear ratio in the reverse direction of the input shaft in the same axis. And the gear ring is fixed to the housing.

The eccentric driven planocentric gear train can be regarded as a simple mechanism with two links. The first link size is the radius of the eccentric and its joint indicates its position. The second one connects the eccentric with a point on the planet gear (a rigid body), e.g. the contact point. The eccentric link rotates and induces movement of the chosen point on the planet gear, which is restricted by the following rule:

$$r_v = r_p \frac{\varphi_p}{\varphi_v} \quad (2)$$

r_v and r_p are the radii of the kinematic circles of the ring gear and the planet gear, respectively. If the ring gear rotates for φ_v the planet rotates for φ_p . Fig. 2 illustrates movement of the planet based on the rotation of the eccentric and rolling of the planet kinematic circle on the fixed ring circle.

A simple algorithm can be used to define movement of the planet based on the rotation of the eccentric and limited by Eq. (2).

- ▶ T_{p0} and T_{v0} coincide with C. P_0 is a point on the planet also coinciding with C.
- ▶ T_{p1} and T_{v1} are calculated according to Eq. (2). It is true: $p = \pi m = \widehat{CT_{v1}} = \widehat{CT_{p1}}$.
- ▶ Eccentric turns for φ_v to the new point O_{p1} , kkp rolls on kvv in such a way that T_{p1} coincides with T_{v1} . So, tangents and normals of kkv and kkp coincide in T_{v1} .
- ▶ The normal of the planet in this point runs through O_v and O_{p1} .
- ▶ Since the planet is a rigid body, the right leg of the angle φ_p rotates around O_{p1} in CW direction for the difference $\Delta\varphi = \varphi_v - \varphi_p$.
- ▶ The procedure is continuous, but it can be numerically calculated by any adequate number of steps.

The above procedure can be formalized. Thus, successive points on the ring gear kinematic circle T_{vi} are defined as follows:

$$x_{Tvi} = r_v \cos \varphi_{vi} \quad \text{and} \quad y_{Tvi} = r_v \sin \varphi_{vi}. \quad (3)$$

Similarly, successive position points O_{pi} of the eccentric are

$$x_{opi} = e \cos \varphi_{vi} \quad \text{and} \quad y_{opi} = e \sin \varphi_{vi}. \quad (4)$$

The coordinates of the moving point Pi on the planet gear are

$$x_{pi} = x_{opi} + r_p \cos \Delta\varphi_i \quad \text{and} \quad x_{pi} = y_{opi} + r_p \sin \Delta\varphi_i. \quad (5)$$

The eccentricity e is defined by Eq. (6):

$$e = \frac{z_v - z_p}{2} \cdot m \quad (6)$$

The planet gear tooth movement into a new ring gear tooth space is illustrated in *Fig. 3* by 20 iterations. So, each point and planet gear position in *Fig. (2)* is based on successive rotations of the eccentric for 18° .

3 Gear Tooth Flank Geometry

Beside semicircular, many other gear flank geometries have been proposed for planocentric gear trains, all in search for an optimal geometry.

The involute gear shape can be used to compose a planocentric gear box. A research [9] with the goal to produce a robotic gear box in order to replace an existing cycloidal planocentric gearbox was conducted. The key point was also to be economic in manufacture due to little influence of manufacturing and assembly errors. However, due to possible gear interference, such gears exhibit rather high pressure angle α_w around 30° , and Δ_z cannot amount to less than 5, or 4 based on the condition that the numbers of teeth of pinion and ring gear are rather high, which is $z_p=167$ and $z_v=171$ in this case. This also means essentially lower gear ratio according to Eq. 1, which amounts to $i^{-1} = -41.75$ for the above data. Some other attempts included a rectilinear tooth profile, where a tooth is defined by two lines enclosing an angle, by an inside or outside circle, by the root circle and fillet arcs [10]. The power is transmitted by the arc at the pinion tooth tip which slides over the linear tooth part of the gear ring. The problem is that such a gear composition does not follow the law of gearing. If a high-speed rotation is required, then such a gear arrangement can develop a high noise and torque fluctuation. Yet another tooth design is trapezoidal [11], where the contact of teeth is sur-

face-like. However, the efficiency of such gear box may be poor, due to lack of rolling, amount of sliding and (non)conformity to the law of gearing.

A proposed solution is based on S-shaped tooth flank geometry for the meshing ring gear and planetary gears of the planocentric gear box. General ideas about S-gears have been described in several papers [12-14].

The S-gear configuration has several advantages, the most important being the following:

- ▶ convex-concave contact in the vicinity of the meshing start and meshing end point;
- ▶ a low amount of sliding during meshing which is due to the curved path of contact;
- ▶ an evenly distributed flank load, which is due to similar sizes of addendums and dedendums of both meshing gears.

The other features include better lubrication due to high relative velocities and amount of rolling. In the case of internal-external gear pair some features may become less pronounced. Additionally, the path of contact is less curved, which is on behalf of smaller dedendum and addendum heights. S-gear shape is ruled by two parameters, the height parameter α_p and the curve exponent n . By optimizing these two parameters one can shape this type of gearing in such a way to allow the gear and planet teeth number difference to be only one. So, it is possible to design gear boxes with small diameters and high reduction ratios. The S-gearing for planocentric gear trains is illustrated in *Fig. 4*. Some time ago it was difficult for any basically better gear tooth shape to compete with the involute gear shape, which was perfected during two centuries of development. Now it is essentially easier to produce S-tooth geometry, e.g. by machining with gear hobs based on the S-rack S-gear tooth profile. However, standard gear quality reports are based on E-geometry. So, CMM programs should be adapted.

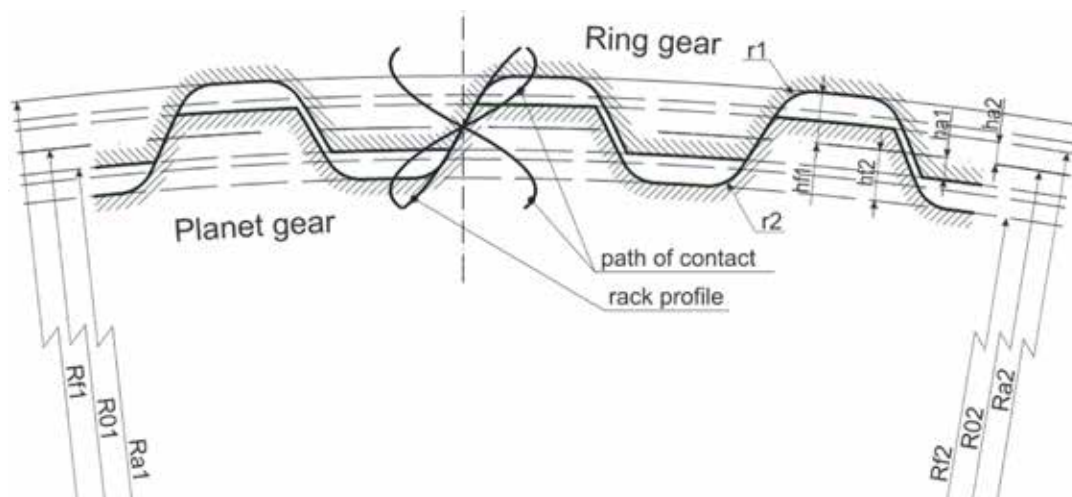


Figure 4 : S-gear flank geometry of the planocentric gear box [15].

4 Planocentric Gear Box Prototypes

Several prototypes were produced and assembled during the development period. These prototypes were used for testing important characteristics and to acquire knowledge in design of a succeeding gearbox. The gearbox is similar in function to those already mentioned. It contains an input shaft with eccentrics. As a motor rotates the eccentric shaft rotates two planetary gears which wobble on the ring gear. The planetary gears are positioned in such a way that they enclose 180° for the sake of symmetry. Arrangements with three or

more planetary gears are possible, which would impose high manufacturing skills regarding eccentrics. A cage consists of a supporting ring and output ring (serving also as the output shaft) that are connected by pins in an interference fit. The cage is rotated by planetary gears, having appropriate holes in which connecting pins with bearings comply. The cage is fixed to the input shaft by bearings at the extremities and in a similar manner to the housing with the ring gear. In this way a compact low volume gearbox is achieved. Initial prototypes are devices with a reduction ratio of 80 ($z_v=81$ and $z_p=80$), an outer diameter of around

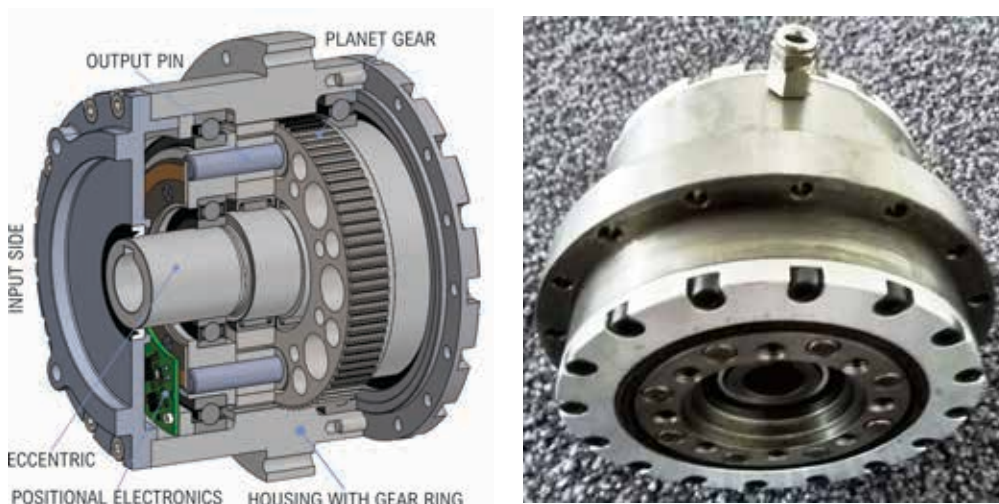


Figure 5 : 3D schematic of the planocentric gearbox (left); photo of the prototype (right).



Figure 6 : Ring gear (left) and a planet (right) of a specimen 01 after disassembly.

$\Phi 100$ and having a module of 1 mm. The required maximal working torque is 120 Nm.

The device is presented in Fig. 5, 3D schematic (left) and photo (right). The gearbox from Fig. 5 already includes an absolute output position encoder, which is also an innovative Slovenian product, namely the AksIM absolute rotary encoder made by RLS [16].

Individual components (the eccentric, the ring gear and the planets) are measured on a CMM (Computerized measurement machine) before assembly. Assembled devices were tested. The tests include backlash, hysteresis and stiffness, kinematic error, vibrations and noise, as well as durability tests. The devices were disassembled afterwards, and critical components were inspected on the CMM and optically.

Fig. 6 shows the ring gear and the planet of the specimen 01 after the conducted durability tests. The hole in the planet (which is adapted for the cage of pins with bearing bushings) is slightly worn in the circumferential direction according to the acting force on the output bearing bushings of the pins. The specimen was submitted to high torques and speeds. The planet gears were made of 42CrMo4 and the ring of 25CrMo4, all gears plasma nitrided to HV700. The gears were carefully examined by an optical microscope. The gear teeth did not show any wear or damages. Initial wear appeared in some planet teeth tips and at certain locations in teeth tips. The reason is in the meshing errors, which were discovered by measuring teeth of the planets and the ring gear with a CMM.

5 Conclusions

The paper presents a gradual development of a planocentric gearbox from starting concepts and based on S-gearing principles. The gearbox design enables high gear ratios, with the developed prototype having a reduction ratio of 80. Through gear shape optimization, design improvements, usage of CA tolerance analysis a substantial improvement of the planocentric gearbox mechanical performance was attained. The near zero backlash was accomplished, which enables usage of this product in robotic industry, i.e. robot arm joints. Severe durability tests showed no notable wear. The design is modular, so the gearbox can be purely mechanical, it can contain the absolute output encoder inside the gearbox body. It can also contain the torque flange, with electronics at the output side. It should be noted that both sensors should be provided if such a gearbox is intended for collaborative robots or adaptive control robots. The robotic companies do not sell such gearboxes, they are for internal use only. So, such a gearbox becomes even more interesting. Incorporation of a servomotor is also being considered.

Beside the gearbox with the reduction ratio 80, a smaller gearbox with a ratio of 48 and a bigger one with a ratio of 120 were designed. So, a gearbox family in a range of output torques from 40 Nm up to 400 Nm becomes available. Technological procedures for serial manufacturing are already being prepared and optimized. The project with the acronym SGU - S-Gearbox Ultra was therefore successfully brought to the end. Nevertheless, many tasks are still in progress, e.g. a setup of the serial mechanical and electronics production and serial assembly, automating calibration procedures, development of self-aware monitoring and many other.

References

- [1] Radzevich, S.P., (2012), *Dudley's Handbook of Practical Gear Design and Manufacture*, Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, ISBN 978-1-4398-6602-3 (eBook - PDF)
- [2] Sumitomo Drive Technologies (2018), *Fine Cyclo® - Zero Backlash Precision Gear-boxes*, Catalog #991333. www.sumitomodrive.com, accessed 1/9/2019.
- [3] Spinea TwinSpin (2017) *High Precision Reduction Gears*, Ed. 1/2017 <http://www.spinea.com/en/products/twinspace/index>, accessed 1/9/2019.
- [4] Nabtesco Precision Reduction Gear RVTM (2018) - E Series/C Series/Original Series CAT.180420, <https://www.nabtesco.de/en/downloads/product-catalogue/>, accessed 1/9/2019.
- [5] Onvio Zero Backlash Speed Reducers (2005), www.onviollc.com, accessed 1/9/2019.
- [6] Hlebanja, J., Hlebanja, G., (1994) "Efficiency and Maximal Transmitted Load for Internal Lantern Planetary Gears". FAWCET, J.N. (Ed.). *International gearing conference*, pp. 117-120.
- [7] Hlebanja, J., Hlebanja, G., (1994): Patent No. 9300152, "Planetary Gear Train". Slovenian Intellectual Property Office (SIPO)
- [8] Hlebanja, G., Erjavec, M., Kulovec, S, Hlebanja, J. (2020) Optimization of Planocentric Gear Train Characteristics with CA-Tools. In Goldfarb, V., Trubachev, E., Barmina, N. (eds.) *Mechanisms and Machine Science*, Vol. 81: *New Approaches to Gear Design and Production*, ISBN 978-3-030-34945-5 (eBook), Springer Nature, p. 323-347.
- [9] Park, M.-W., et al. (2007) "Development of Speed Reducer with Planocentric Involute Gearing Mechanism", *Journal of Mechanical Science and Technology* Vol. 21 (2007) pp. 1172-1177
- [10] Kim, J.H. (2006) "Analysis of Planocentric Gear", *Agri.&Biosys.Eng.* Vol. 7(1) pp.13-17
- [11] Nam, W.K., Oh, S.-H., (2011) "A design of

- speed reducer with trapezoidal tooth profile for robot manipulator”, *Journal of Mechanical Science and Technology* Vol. 25 (1) pp. 171-176
- [12] Hlebanja, G., (2011) “Specially shaped spur gears: a step towards use in miniature mechatronic applications”. 7th Int. Sci. Conf. Research and Development of Mechanical Elements and Systems – IRMES 2011, April, 2011, Zlatibor, Serbia, Miltenović, V. (Ed.), Proceedings, Niš, pp. 475-480.
- [13] Hlebanja, G., Hlebanja, J., (2013) “Contribution to the development of cylindrical gears”. Dobre, G., Vladu, M.R. (Eds.), *Power transmissions: Proc. 4th Int. Conf., Sinaia, Mechanisms and machine science*, ISSN 2211-0984, Vol. 13. Dordrecht [etc.]: Springer, pp. 309-320
- [14] Hlebanja, G., Kulovec, S., Hlebanja, J., Duhovnik, J. (2014). “S-gears made of polymers”. *Ventil*, ISSN 1318-7279. 10. 2014, Vol. 20, No. 5, p. 358-367.
- [15] Hlebanja, G., Kulovec, S. (2015) Development of a planocentric gear box based on S-gear geometry. In Lüth, T. (Edt.). 11. Kolloquium Getriebetechnik, Garching, 28.-30.9.2015. München: Technische Universität, p. 205-216.
- [16] AksIM 2 absolute rotary encoder, datasheet, <https://www.rls.si/en/aksim-2-off-axis-rotary-absolute-encoder>, accessed 24/2/2020.
- [17] KissSoft (2019). *KISSsoft Release 2019 User Manual*. KISSsoft AG – A Gleason Company, Bubikon.

Razvoj inteligentnega planocentričnega prenosnika za robotsko industrijo

Razširjeni povzetek:

Za planocentrične zobniške prenosnike sta značilna visoka redukcija vhodne rotacijske hitrosti in veliko povečanje izhodnega navora v najmanjšem mogočem volumnu, zato so zanimivi za visokotehnološko industrijo. Predstavljena rešitev je zasnovana na S-obliki bokov zob in posebej fokusirana na robotsko industrijo. Zahtevane mehanske karakteristike prenosnika pomenijo striktno omejitve za sestavljeni proizvod, npr. največjo zračnost pod 1 kotno minuto oz. blizu nične zračnosti. Dodatna kvaliteta predstavljenega prenosnika pa je senzorika, ki je vgrajena opsijsko, na modularen način, zgolj z dodatnimi elementi. Tako je lahko prenosnik zgolj mehanski, lahko pa vsebuje absolutni rotacijski enkoder AksIM 2 firme RLS, ki posreduje točno izhodno pozicijo. Dodatno pa se lahko prigradi senzor izhodnega navora, ki je zasnovan kot posebna prirobnica z dovolj veliko torzijsko deformacijo, ki omogoča korekten signal. V ta namen je uporabljen ustrezen sistem merilnih lističev. Poznavanje lege in navora pa je podlaga za uporabo prenosnikov v sklopih rok v t. i. sodelujočih robotih ali pri adaptivnem krmiljenju.

Prenosnik iz tega članka je bil v osnovi zasnovan pred skoraj 30 leti z drugačnim ozobjem, t. i. paličnim ozobjem s cilindričnimi vdolbinami in ustreznimi izdolbinami. V tem prispevku je predstavljeno kinematsko delovanje bistveno izboljšanega prenosnika z drugačnim S-ozobjem in strukturo. Za namene testiranja zračnosti, histereze, kinematske napake, vibracij in obremenitvenih testov različnih prenosnikov – od tistih v razvoju do raznih na tržišču, npr. Spinea, Harmonic drive itd. – je bilo zgrajeno sofisticirano preizkuševališče. Rezultati testiranja so pripomogli k hitri konvergenci v razvoju. Vse bistvene komponente prototipov so bile izmerjene na CMM pred uporabo in po končanih trajnostnih preizkusih. Komponente so bile pregledane tudi na mikroskopu, kjer so se ugotovljale morebitne poškodbe.

Nujna pa je simulacija obnašanja prenosnika na osnovi toleranc. Sistem KissSoft je bil uporabljen za analizo vplivov toleranc, za kontaktno analizo in za vpliv toleranc ležajev in nosilcev. Ta analiza je pokazala na potrebo po parjenju zobnikov, tj. venca in planetnikov iz diametralnih tolerančnih mej – zgornja/spodnja ali spodnja/zgornja, po debelejših zobeh in povečani medosni razdalji. Kontaktna analiza razkriva potrebo po toplotno obdelanih legiranih jeklih. Vpliv kontaktnega tlaka na možno interferenco pa je zanemarljiv. Vpliv toleranc ležajev in ležišč ekscentra na skrajne lege planetnikov ob predvideni nominalni obremenitvi prenosnika pokaže na možne interference, kar vodi do konstrukcije zob z ustreznimi zaokrožitvami.

V tem primeru se je za KissSoftovo analizo uporabljala modificirana geometrija bokov zob, ki je omogočala računske postopke na osnovi korekcije evolventnih bokov v S-geometrijo. Zaradi omejene višine vrhov in vznožij je bila ta analiza dovolj natančna.

Ključne besede:

planocentrični prenosnik, zračnost, analiza toleranc, S-ozobje, senzor navora, senzor zaznavanja lege, preizkuševališče

Acknowledgment

The investment is co-financed by the Republic of Slovenia and the European Union under the European Regional Development Fund, no. SME 2/17-3/2017 and C3330-18-952014

MEHATRONIKA

Prvi priročnik za mehatroniko
v slovenskem jeziku



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


Mehatronika

- Prevod izvirnika: Fachkunde Mechatronik
- Vežava: 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**

VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV – 7. DEL

Franc Majdič

V šestem delu *Vzdrževanja hidravličnih naprav* smo predstavili, kako se lotiti odpravljanja okvar. Nato smo predstavili skupne simptome okvar hidravličnih sistemov: neobičajno visok hrup, visoke delovne temperature in počasnejše delovne operacije. Omenjeni simptomi se lahko pojavijo ločeno ali pa v kombinaciji. Najprej smo predstavili vzroke za nesprejemljivo povečan hrup in posledice na hidravlični opremi. Sledila je predstavitev vzrokov in posledic previsokih temperatur hidravlične kapljevine. Na koncu je bil predstavljen še simptom upočasnjenih gibov batnic hidravličnih valjev in znižanih hitrosti pogonskih gredi hidravličnih motorjev.



Slika 1: Tokovni tester – merilnik pretoka: a) mehanski (Stauff) in b) digitalni (OTC)

Povzetek

V tem prispevku bomo predstavili, kako določiti mesta notranjega puščanja v hidravličnih sistemih. Kjer se pojavlja notranje puščanje, prihaja do tlačnih razlik in pretvarjanja tlačne energije v toploto. To pa se dobro vidi že z uporabo infrardeče termokamere. Vendar to ni vedno najboljša rešitev; včasih kamere nimamo na razpolago. Zato lahko uporabljamo tudi manometre, merilnike pretoka, hidravlične akumulatorje, štoparice, menzure ... Na preprostem primeru hidravličnega sistema bomo pokazali, kako učinkovito določiti mesto največjega notranjega puščanja.

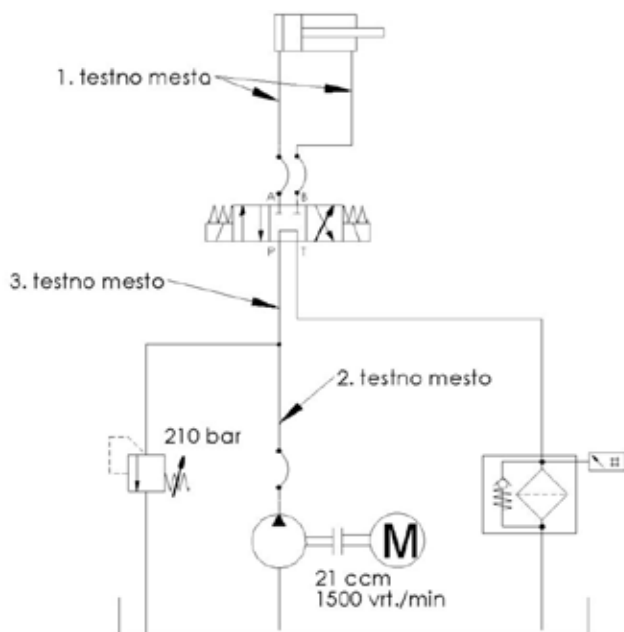
Določitev lokacije notranjega puščanja

Zelo učinkovito lahko določimo lokacijo notranje-

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

ga puščanja s pomočjo tokovnega testerja (slika 1). Ta je običajno sestavljen iz turbine za merjenje pretoka, nastavljive zaslonke, ki ustvari upor proti pretakanju (obremenitev), ter temperaturnega in tlačnega zaznavala. Ko tokovni tester namestimo v hidravlični tokokrog, ta meri pretok, ko raste odpor proti pretakanju skozi zaslonko. Tester pretoka pri odkrivanju povečanega notranjega puščanja hidravličnega sistema se uporablja v postopku izločanja in iskanja lokacij notranjega puščanja. Med iskanjem povečanega notranjega puščanja namestimo tester pretoka na različna mesta in tako postopoma izločimo dobre sestavine opazovanega hidravličnega sistema.

Najlažje razložimo postopek določitve notranjega puščanja na primeru preprostega hidravličnega sistema po sliki 2. Črpalka s konstantno iztisnino 21 cm³ črpa olje iz rezervoarja in ga potiska do elektromagnetnega 4/3-potnega ventila in skozi ventil. Pretok črpalke pri 1470 vrt./min (elektromotor 11 kW) je ok. 30,8 l/min pri delovanju brez tlačne obremenitve. Tedaj je volumetrični izkoristek $\eta_v \approx 1,0$. Ta črpalka



Slika 2 : Shema preprostega odprtotočnega hidravličnega sistema z označenimi merilnimi mesti - testnimi mesti

ima **podatek** za volumetrični izkoristek $\eta_v = 0,95$ pri tlaku 210 bar. V našem primeru je tlak nastavitve varnostnega ventila 210 bar.

Zaznali smo, da se je hitrost batnice hidravličnega valja pri njegovi obremenitvi zmanjšala. Znano je, da pretok hidravlične kapljevine definira hitrost gibanja aktuatorja in da se kapljevina upira pretakanju po hidravličnih tokovodnikih. Pri tem prihaja do tlačnih razlik. Hidravlična energija se zaradi tlačnih razlik kot posledica uporov proti pretakanju pretvarja v toplotno. Del kapljevine pod tlakom pri opravljanju hidravličnega dela, npr. s hidravličnim valjem, včasih najde lažjo pot nazaj v rezervoar – pretočno pot z manj odpora. Vprašanje je, katera od hidravličnih komponent po sliki 2 to omogoča? Opomba: Hidravlična kapljevina je sicer zelo malo stisljiva – kompresibilna. V obravnavanem območju tlakov za naš primer so vrednosti tako majhne, da jih z uporabljenimi merilnimi instrumenti ni možno zaznati in stisljivost zanemarimo.

Predpostavimo, da so lahko netesna hidravlična batna tesnila znotraj valja prvi razlog za nezaželeno notranje puščanje. V tem primeru namestimo merilnik pretoka v tlačni vod za črpalko ter za varnostni in 4/3-potni ventil (PV) – pred hidravlični valj (HV). Na sliki 2 je to vrisano kot 1. testno mesto. To storimo tako, da najprej odvijemo obe gibki cevi, ki vodita do HV in od njega; odvisno od tega, katera je dotočna in katera odtočna (smer delovanja HV). Na spoj oz. vmes med obe gibki cevi namestimo merilnik pretoka. Za namene prvega testa torej izločimo HV. Ker smo HV izločili, sta sedaj samo dve možnosti, ali puščajo batna tesnila znotraj cevi hidravličnega valja ali ne? Torej gre za jasno logiko. Da iz-

vedemo ta test, moramo aktivirati elektromagnetni 4/3-potni ventil. Preden to storimo, moramo nujno preveriti smer toka hidravlične kapljevine, ker nekateri merilniki pretoka delujejo samo v eno smer. Vključimo levi elektromagnet in s tem vzporedni položaj 4/3-potnega ventila. Preverimo, ali je elektromagnetni ventil res preklopil in je tok kapljevine res stekel do merilnika pretoka. Ko zaženemo pogonski elektromotor črpalke, tok hidravlične kapljevine steče skozi merilnik pretoka in po povratnem vodu nazaj v rezervoar. Če imamo tokovni ventil pri merilniku pretoka popolnoma odprt, je odpor proti pretakanju nizek in posledično so nizke tlačne razlike. V preglednici 1 so prikazane izmerjene vrednosti. Pri tlaku 3,5 bar je izmerjen pretok 30,5 l/min, kar je za 0,3 l/min manj kot je pretok črpalke pri upoštevnanem izkoristku. Nato preko tokovnega ventila na merilniku pretoka postopoma zmanjšujemo pretočno režo in povečujemo odpor proti pretakanju in posledično tlak (7 bar, 70 bar, 105 bar, 140 bar, 175 bar in 210 bar) ter merimo pretok. Rezultati meritev so zapisani v preglednici 1.

Opozorilo: Z uporabljenim nastavljivim tokovnim ventilom, nameščenem pri merilniku pretoka, umešno ustvarjamo tlačne razlike in posledično intenzivno segrevamo hidravlično kapljevino. Zavedati se moramo, da tako kapljevini znižujemo viskoznost in s tem se notranje puščanje še povečuje. Zaradi nevarnosti prekomernega pregrevanja hidravličnega sistema je treba te teste opraviti čim hitreje. Če pogledamo rezultate meritev v preglednici 1, ugotovimo, da z naraščanjem upora proti pretakanju skozi nastavljiv tokovni ventil, nameščen na testerju pretoka, tlak raste in pretok pada. Pri tlaku 7 bar je bil pretok 30,2 l/min, pri tlaku 70 bar 26,5 l/min, pri tlaku 105 bar 23,7 l/min, pri tlaku 140 bar 20,9 l/min in pri tlaku 175 bar le 18,8 l/min, kar predstavlja 39 % manjši pretok od želenega. To pomeni, da lahko pričakujemo za 38 % zmanjšano hitrost gibanja batnice HV pri povečanju obremenitve s 3,5 bar na 175 bar. To nam pove, da HV ni razlog okvare – povečanega notranjega puščanja. Sedaj ostanejo še tri komponente, ki so lahko okvarjene. Iz preglednice 1 je tudi jasno vidno, da je nastavitev varnostnega ventila blizu 210 bar.

Preglednica 1 : Izmerjen pretok v odvisnosti od tlaka v hidravličnem sistemu brez HV z nameščenim tokovnim testerjem

Tlak p, bar	Pretok Q, l/min	Delež, %
0	30,8	100 %
3,5	30,5	99 %
7	30,2	98 %
70	26,5	86 %
105	23,7	77 %
140	20,9	68 %
175	18,8	61 %
210	2,2	7 %

Preglednica 2: Izmerjen pretok v odvisnosti od tlaka v hidravličnem sistemu takoj za črpalko z nameščenim tokovnim testerjem

Tlak p , bar	Pretok Q , l/min	Delež, %
0	30,8	100 %
3,5	30,2	98 %
35	30,1	98 %
70	29,9	97 %
105	29,3	95 %
140	28,9	94 %
175	28,6	93 %
210	27,7	90 %

Tesnila na batu HV v praksi pogosto testiramo tudi tako: na PV 4/3 vključimo levi magnet, torej aktiviramo vzporedni pretočni položaj in potisnemo bat v HV v krajno desno lego (velja v primerih, ko je na konstrukcijo stroja fiksirana cev HV, kar je običajno, a ne vedno). Tedaj odvijemo cevni priključek na strani batnice in ugotavljamo eventualni iztok iz HV na strani batnice. Če iztoka ni, praviloma pomeni, da tesnila na batu v to smer tesnijo. Postopek za smer tesnjenja bata za drugo smer ponovimo analogno z vključitvijo desnega magneta in posledično vklopa križnega položaja PV in batom HV v krajni levi legi.

Če smo ugotovili, da HV nima notranjega puščanja, so možnosti puščanja glede na shemo na sliki 2 še: 1. veliko (prekomerno) notranje puščanje črpalke, 2. puščanje varnostnega ventila že pred doseženim nastavitvenim tlakom, 3. prekomerno notranje puščanje PV 4/3.

V nadaljevanju najprej ugotavljamo zelo verjeten razlog – obrabljen črpalka. Če želimo to ugotoviti, namestimo tokovni tester takoj za črpalko, pred varnostni in 4/3-potni ventil ter HV; to je testno mesto št. 2 na sliki 2.

Opozorilo: Če namestimo tokovni tester pred varnostnim ventilom, ta ne bo več tlačno varoval črpalko! Čeprav ima večina tokovnih testerjev vgrajeno tlačno varovanje, je to običajno nastavljeno zelo visoko – precej višje od dopustnega tlaka črpalke in cevovoda. Zato je treba pred začetkom testiranja črpalke nastavljiv tokovni ventil testerja popolnoma pretočno odpreti in ga med testiranjem previdno in počasi pipirati.

Rezultati meritev črpalke so prikazani v *preglednici 2*. Pretok skozi tester pri nizkih tlakih upade le do 2 %, z dvigom tlaka se pretok skozi tester zmanjšuje. Pri tlaku nastavitve varnostnega ventila (VV) 210 bar je pretoka samo še 90 %, kar naj bi bil realni volumetrični izkoristek črpalke pri tem tlaku. *Črpalka torej ni razlog okvare, je pa že obrabljena.*

Preglednica 3: Izmerjen pretok v odvisnosti od tlaka v hidravličnem sistemu med varnostnim in potnim ventilom z nameščenim tokovnim testerjem

Tlak p , bar	Pretok Q , l/min	Delež, %
0	30,8	100 %
3,5	30,2	98 %
35	30,1	98 %
70	29,9	97 %
105	29,3	95 %
140	28,9	94 %
175	28,6	93 %
210	1,5	5 %

Povzetek prvih dveh meritev:

Pri prvi meritvi je varnostni ventil nastavljen na tlak 210 bar in skozi tester teče celotna količina pretoka črpalke (30,8 l/min) pri volumetričnem izkoristku ok. 1,0, ker ni tlačne obremenitve. Ko s pomočjo testerja izstopni tlak iz črpalke povečujemo, se pretok skozi tester malo zmanjšuje (*preglednica 2*), ker se povečuje notranje puščanje. Pri drugi meritvi se je pokazalo, da ob izločitvi varnostnega in potnega ventila (meritev takoj za črpalko) pretok z naraščanjem tlaka zelo malo pada. V tem primeru varnostni ventil nima vpliva na pretok. Pokazalo se je, da tudi črpalka ni razlog za povečano notranje puščanje.

Nadalje lahko predpostavimo, da je razlog za povečanje notranjega puščanja morda varnostni ventil. Da se prepričamo o tem, namestimo tokovni tester med T-priključkom, kjer je v hidravlični sistem nameščen varnostni ventil, in P-priključkom 4/3-potnega ventila. To je na sliki 2 označeno kot 3. testno mesto. Rezultati meritev so prikazani v *preglednici 3*. Dobljeni rezultati so zelo podobni tistim v *preglednici 2*, kar nam pove, da tudi varnostni ventil ni razlog za povečano notranje puščanje in zmanjšanje hitrosti batnice HV.

Vzrok za rezultat 1,5 l/min pretoka pri 210 bar v *preglednici 3* v primerjavi s 27,7 l/min pri istem tlaku v *preglednici 2* je najbrž v tem, da se je v primeru meritve po *preglednici 3* VV že odprl in preusmeril pretok v rezervoar.

Rezultat postopka izločevanja je ugotovitev, da je razlog za okvaro – povečano notranje puščanje – elektromagnetni 4/3-potni ventil (PV). To je edini ventil, ki je ostal še nepreveren v opisanem postopku. Razlika izmerjenih pretokov skozi tester glede na rezultate v *preglednici 1* ter *preglednicah 2* in *3* je odtok (notranje puščanje) skozi PV. Z dvigom tlaka se notranje puščanje po PV znatno povečuje. Pri tlaku 70 bar znaša 3,0 l/min (29,9–26,5), pri 175 bar pa že 9,8 l/min (28,6–18,8).

Po demontaži in razstavljanju potnega ventila je bilo ugotovljeno, da je bilo počeno lito jekleno ohišje med P- in T-komoro. Tako je hidravlična kapljevina iz tlačnega (P) voda preko počenega ohišja znotraj prosto prehajala v povratni (T) vod.

Opisani primer prikazuje, kako uporabiti tokovni tester (merilnik pretoka z nastavljivim tokovnim ventilom, merilnikom tlaka in temperature) za določitev mesta povečanega notranjega puščanja. Pokazano je bilo tudi, kako hitro lahko narobe sklepamo in določimo napačen razlog okvare. To običajno vodi v napačno diagnozo, kar v nadaljevanju pomeni izgubljen čas in denar za napačno popravilo, ali vsaj

dolgotrajno iskanje napake oziroma okvare v hidravličnem sistemu. Da se temu izognemo, moramo uporabljati ustrezno diagnostično opremo, podprepljeno z znanjem in izkušnjami.

Viri

- [1] Pezdirnik, J., Majdič, F.: Hidravlika in pnevmatika, skripta; Ljubljana, 2011.
- [2] Findeisen, D.: Ölhydraulik, 5. Auflage, Berlin, 2005.
- [3] Casey, B.: Insider secrets to hydraulics, Brendan Casey, West Perth, 2002.

6.-8.10.2020
GR, Ljubljana

CLEAN ME
Strokovni sejem za industrijsko & komercialno čiščenje

www.icm.si

JAKŠA
MAGNETNI VENTILI
od 1965

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

www.jaksa.si

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

SI CERTIFIKAT SI 008 ISO 9001
CERTIFIED ISO 9001 QUALITY SYSTEM
Ex CE RU CLASSIFIED UL

MENJAVA OLJA V HIDRAVLIČNEM SISTEMU

Milan Kambič

Pri uporabi hidravličnega olja prej ko slej pridemo do trenutka, ko je treba olje zamenjati. Pri tem se zastavlja več vprašanj. Na kakšen način? Koliko starega olja bo ostalo v sistemu? Ali je novo olje združljivo s starim? V tem prispevku se bomo osredotočili predvsem na način menjave in ukrepe, ki olajšajo menjavo olja.

Najboljši načini praznjenja olja iz hidravlične opreme

Pri menjavi olja v hidravličnem sistemu se lahko vprašamo, kakšen je najboljši način ali postopek praznjenja sistema, ki nam bo omogočil odstranitev največje možne količine olja. To je cilj vsake menjave olja, še zlasti je to pomembno pri sistemih, kjer je količina olja v rezervoarju majhna, dolžina in razvejanost cevovodov pa sta veliki (na primer pri gradbenih strojih, kot so bagri, vrtalne ploščadi ipd.). Obstaja nekaj korakov, ki jih lahko naredimo, da povečamo količino odstranjenega olja iz sistema [1].



Slika 1 : Mobilna hidravlična oprema [2]

Ena najboljših stvari, ki jo lahko naredimo, je zagotoviti, da so vsi hidravlični valji v zaprtem položaju. Ko so zaprti, ostane v sestavnih delih zelo malo olja. Enako velja za vse druge hidravlične sestavine, nameščene v hidravličnem krogu, ki se gibljejo s pomočjo medija pod tlakom [1], [3].

Dr. Milan Kambič, univ. dipl. inž., OLMA, d. o. o., Ljubljana

Glede na zapletenost hidravličnega sistema je lahko za odtok olja predvidenih več odtočnih odprtih. Glavni rezervoar naj ima največjo odtočno odprtino, kar bo olajšalo najhitrejše odtekanje iz sistema. Vendar imajo lahko nekateri sestavni deli posamezne odtokove za odstranitev tekočine iz njih ali iz drugih nizkih območij krogotoka.

Drug dober način za praznjenje sistema je, da odstranimo vse povratne filtre. Ti filtri lahko zadržijo veliko olja, z odstranitvijo pa odpremo tudi povratne cevovode za dodatno praznjenje.

Kadar koli izvajamo praznjenje, moramo v krogotok pustiti zrak, da s tem omogočimo odtekanje olja. Vsa mesta za odzračevanje morajo biti opremljena z odzračevalniki, s katerimi se odstranjujejo vlaga in delci iz vstopajočega zraka.

Različni proizvajalci mobilne opreme imajo svoje postopke za proces menjave olja. Čeprav se lahko med seboj razlikujejo, so osnovna navodila enaka. Odstranimo odtočni čep, izpustimo olje, zamenjamo filtre in napolnimo sistem z novim oljem. Težnost večino dela pri odtekanju olja opravi sama, z zgoraj naštetimi možnostmi pa lahko pospešimo postopek odtekanja olja.

Prevozne filtrirne naprave se lahko uporabljajo ne samo za filtriranje svežega olja, ampak tudi za črpanje starega. Z uporabo teh naprav za praznjenje olja lahko zmanjšamo čas, potreben za odstranjevanje olja, in napolnimo sistem, ne da bi morali za dlje časa odpirati rezervoar in ga izpostavljeni vplivom okolice. Če uporabljamo filtrirno napravo za praznjenje olja, ne pozabimo pri tem obiti filtrov. Na koncu shranimo filterske elemente za dolivanje ali morebitno ponovno polnjenje olja.

Običajne napake

Pri zagonu novih hidravličnih sistemov ali menjavi olja lahko naredimo več napak:

- ▶ Verjamemo, da so hidravlične komponente samozadostne in se mažejo same – motorja svo-

Ali ste vedeli?

- ▶ Pri menjavi hidravličnega olja običajno ostane v sistemu 10–20 % starega olja. S primernimi ukrepi to količino lahko zmanjšamo.
- ▶ Prevozne filtrirne naprave olajšajo menjave olja v hidravličnem sistemu.
- ▶ Odstranitev povratnih filtrov pri praznjenju sistema olajša odtekanje olja.
- ▶ Sodobna hidravlična oprema zahteva redno izobraževanje lastnikov, upravljavcev in vzdrževalcev te opreme.

jega avtomobila ne bi zagnali brez olja v ohišju, vendar se to pogosto dogaja z dragimi hidravličnimi sestavinami. Če se pri prvem zagonu ne upoštevajo pravilni koraki, se lahko hidravlične sestavine resno poškodujejo. V nekaterih primerih lahko nekaj časa delujejo v redu, vendar je že (pre)pozno, škoda, nastala ob zagonu, bo sčasoma pripeljala do njihovega prezgodnjega izpada. Zato je pomembno vedeti, kaj je treba storiti, in tudi ne pozabiti tega storiti.

- ▶ Vgradnja neustrezne ali nezdržljive vrste hidravlične tekočine (na primer vgradnja hidravlične-

ga olja na mineralni osnovi, namesto težko vnetljive ali biološko hitreje razgradljive hidravlične tekočine).

- ▶ Neizobraženost na področju hidravlične opreme.

Zaključek

Namen predstavljenih predlogov in opomb je pokazati, da vam lahko veliko denarja spolzi skozi prste, če ste lastnik, upravljavec ali vzdrževalec hidravlične opreme, pa niste seznanjeni z zadnjimi vzdrževalnimi postopki na področju hidravlične opreme.

Viri

- [1] Best methods for draining oil from hydraulic equipment. Dostopno na WWW: <https://www.machinerylubrication.com/Read/29830/hydraulic-oil-draining> [28. 10. 2019].
- [2] Nikkei Asian Review. Dostopno na WWW: <https://asia.nikkei.com/Business/Komatsu-to-crank-out-automated-excavators> [30. 10. 2019].
- [3] How do I change hydraulic oil?. Dostopno na WWW: <https://www.midlandslubricants.co.uk/agricultural/hydraulic-oil/how-do-i-change-hydraulic-oil/> [28. 10. 2019].

Industrijska olja in maziva



PROPORCIONALNI 2/2-POTNI VENTIL VEAE s PIEZO TEHNOLOGIJO

Proporcionalni 2/2-potni ventil VEAE s piezo tehnologijo je majhen, lahek, tih, se ne segreva in porablja ekstremno malo energije, manj kot 0,1 mV, zato je primeren tudi za velike tokove, do 100 l/min. Idealen je za napajanje z baterijo pri namiznih napravah, npr. pri ventilatorjih. Zaradi kompaktne konstrukcije je primeren tudi za stacionarno uporabo, kot so zobozdravstveni svedri.



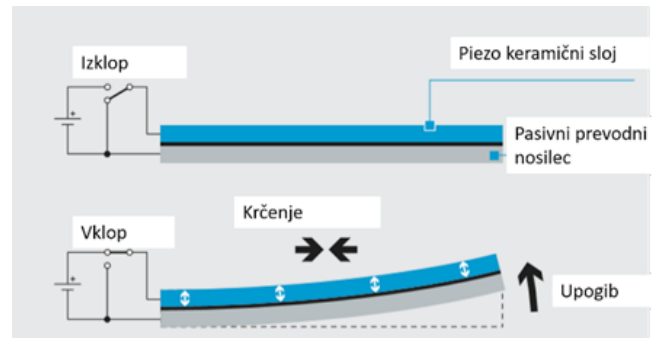
Slika 1: Zunanji videz 2/2-potnega ventila VEAE s piezo tehnologijo

Z ventilom VEAE je mogoče varno in precizno regulirati tok plinov, kot so kisik, zrak ali inertni plini, v medicinski tehnologiji, tudi v elektronski in polprevodniški industriji, biotehnologiji in farmacevtski industriji.

Ker piezo keramika zadrži trenutni položaj pri izpadu napajanja, zagotavljajo ventili VEAE ekstremno visoko zanesljivost procesov. Njihovo delovanje je varno in natančno.

Proporcionalni 2/2-potni ventil VEAE s piezo tehnologijo izkorišča značilnost upogibnega dvoslojnega traku s piezo keramiko, ki se ob napajanju z določeno napetostjo upogne oziroma mehansko deformira. Upogibni aktuatorja je proporcionalen napetosti in ga je mogoče zvezno regulirati ter tako regulirati pretok medija skozi ventil (*slika 3*).

Pri izdelavi ventilov so uporabljeni materiali, ki so kompatibilni z medicinskimi plini, procesnimi plini in so tako primerni za kisik, dušik, ogljikov dioksid in inertne pline ter za vlago do 60 %. Tesnilni material je EPDM 555h.



Slika 2: Upogibni piezo aktuator



Slika 3: Delovanje proporcionalnega 2/2-potnega ventila VEAE s piezo tehnologijo

Ventile odlikujeta ekstremno dolga življenjska doba in dolga doba brez vzdrževanja.

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

Tabela 1: Izvedbe in tehnični podatki VEAE-BB-6:

	12-D23-X4	17-D22-X4	17-D23-X4
Šoba [mm]	1,2	1,7	1,7
Napajalni tlak [bar]	2 do 7	0 do 3	2 do 7
Pretok	50 l/min pri 6 bar, 280 V	50 l/min pri 3 bar, 280 V	80 l/min pri 6 bar, 280 V
Krmilna napetost [V]	0 do 310	0 do 310	0 do 310

PRIKLJUČKI ZA ZRAK

Podjetje S3C, d. o. o, predstavlja izdelke proizvajalca Sang-A, namenjene za povezovanje cevi za različne medije in za posebna industrijska okolja.



Slika 1 : Natični priključki

Natični priključki znamke IQS – FDA – so primerni predvsem za tekočine v živilski industriji ter za blage kemikalije. Homologirani so po FDA, NSF, ACS in KTW in se lahko uporabljajo za povezovanje cevi iz poliuretana (PUN-cevi), poliamidnih cevi (PA-cevi) ali poliuretanskih cevi za vodo in PUN-cevi iz polietilena poliuretana.

Vtični priključki IQS – LE (4-12 mm in 5/32«– 1/2«) – so primerni za tekočine v prehrabeni industriji, industriji za blage kemikalije in nenaoljeni stisnjeni zrak. Uporabljeni so izključno materiali, ki ustrezajo FDA. Vtični priključki se uporabljajo tudi za vodo in so primerni s tesnilom EPDM, ki pa ni odporno na mineralno olje. Na voljo so za metrične in colske cevi.

Pri poliuretanskih ceveh za vodo in za uporabo v prehrabeni industriji se priporočajo PUN-cevi iz polietilena poliuretana.

Natične priključke modela IQS – PP (4-12 mm) – je proizvajalec Sang-A razvil posebej za uporabo v industriji polprevodnikov. Izdelani so v čistih prostorih, so iz odobrenih FDA, hidroliznih materialov, brez olja in silikona. Konični navoji so na voljo tako iz polipropilena kot iz nerjavečega jekla, nimajo prevleke iz PTFE, zato mora biti pred vijachenjem uporabljena ustrezna tesnilna masa. Zaradi mehanskih lastnosti polipropilena je največji delovni tlak močno odvisen od temperature.



Slika 2 : Vtični priključki

Vir:

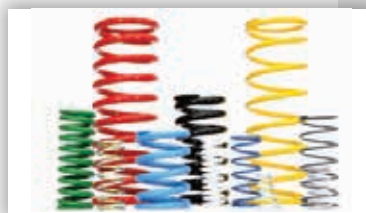
S3C d. o. o., Tržaška cesta 116, 1000 Ljubljana, tel. 01/423-22-22, faks 01/423-22-00, e-pošta: info@s3c.si

VZMETI d.o.o.

www.vzmetibabosek.si

Tel.: 02/741-66-20

vzmet@siol.net



Tlačne vzmeti od 0,1 - 15 mm premera žice
Natezne vzmeti 0,2 – 15 mm
Torzijske vzmeti 0,4 – 6mm
Izdelki iz žice 2D in 3D 0,2-6mm

PRIKAZOVALNIK ZA PROCESNO INDUSTRIJO ITP11

Naloga prikazovalnika ITP11 podjetja akYtec je zanesljivo spremljanje industrijskih procesov. Univerzalen prikazovalnik je sedaj posodobljen in nadgrajen z nekaj novimi funkcijami.

Digitalni prikazovalnik ITP11 z mikroprocesorskim krmiljenjem je primeren za hiter in enostaven razvoj vizualizacijskih sistemov za različne aplikacije. Lahko služi kot koristen dodaten prikaz izmerjenih vrednosti na mestu in kot del napredne vizualizacije. Ta procesni prikazovalnik je na voljo v rdeči ali zeleni LED-barvi.

Enostavna namestitev in vsestranska uporaba

Za razliko od drugih zaslonov na tržišču je mikroprocesorsko krmiljen ITP11 primeren za hitro in enostavno montažo, kar mu omogoča 4–20 mA analogni vhod, zaslonski modul s cilindričnim ohišjem, ki ustreza vsakemu standardnemu 22,5-milimetrskemu izrezu za signalne žarnice. Zaradi tanke oblike lahko na nadzorno ploščo ali vrata krmilne omarice namestimo več prikazovalnikov. Prikazovalnik ima zaščito IP65, kar zagotavlja visoko zaščito pred vodo in prahom in je primeren za industrijska okolja, kot na primer pri oskrbi z vodo ali toplotni obdelavi. Naprava zagotavlja maksimalni padec napetosti 4 V in je

O podjetju akYtec

akYtec so leta 2010 ustanovili izkušeni in visoko usposobljeni strokovnjaki s področij elektronike in avtomatizacije. Podjetje se osredotoča na razvoj in distribucijo tehnologije industrijske avtomatizacije, kot so programabilni releji, procesni zasloni, I/O-moduli in druge naprave. Vključevanje zunanje tehnologije in proizvodnih partnerjev akYtecu omogoča, da se prilagodi potrebam kupcev.

opremljena s funkcijo alarma, ki aktivira utripanje zaslona in sproži kontakt NPN v primeru odstopanj od nastavljene vrednosti.

Vir:

akYtec GmbH, Vahrenwalder Str. 269 A, 30179 Hannover, internet: www.akytec.de/en, tel.: +49 (0) 511 / 16 59 672-0, https://marterm.si/Prodajni_program/Prikazovalniki/345



Na voljo v rdeči in zeleni barvi LED, procesni zaslon akYtec lahko zdaj utripa tudi, če je presežena prednastavljena meja

OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana..... 134, 144
- ▶ DAX Electronis Systems, d. o. o., Trbovlje..... 77
- ▶ DVS, Ljubljana113
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin..... 77, 152
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart 99
- ▶ ICM, d. o. o., Vojnik 125, 139, 151
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija..... 149
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi.....133
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana125
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje 77
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....127
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... 77, 143
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin 150
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.)
Novo mesto..... 77
- ▶ PH Industrie-Hydraulik GmbH, Ennepetal,
Germany 97
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri.....77, 78
- ▶ PODKRIŽNIK, d. o. o., Nazarje..... 77, 89
- ▶ POMURSKI SEJEM, d. o. o., Gornja Radgona131
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana 77, 80
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....141
- ▶ SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU,
Ljubljana145
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana135
- ▶ UL, Fakulteta za elektrotehniko 91
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo 96
- ▶ VZMETI, d. o. o., Gorišnica.....129
- ▶ ZALOŽBA PASADENA, Ljubljana 121

ROBOTI SERIJE LS-B

Podjetje Epson Robotic Solutions letos dopolnjuje ponudbo SCARA robotov s prenovljeno serijo LS-B. Roboti serije LS so na trgu že dolgo uveljavljeni. Odlikujejo jih konkurenčna cena in velike hitrosti, ki jih dopolnjujeta enotno zmogljivo programsko okolje ter fleksibilen in kompakten krmilnik.



Dodelana kinematika in novi motorji omogočajo še krajše čase delovnih ciklov, novost pa so tudi brez-baterijski enkoderji, kar je dobrodošlo pri rednem vzdrževanju. Roboti serije LS-B so na voljo z dosegom 300-1000 mm, za bremena 3-20 kg. EPSON s tem zaokroža ponudbo SCARA robotov.

Vir:

DAX Electronic Systems, d. o. o., Vreskovo 68, Trbovlje, Tel: +386-(0)3-56-30-500, Fax: +386-(0)3-56-30-501, internet: www.dax.si, e-mail: tomaz.dax@siol.net



REPUBLIKA SRBIJA
DRŽAVA PARTNER



58. MEDNARODNI
**KMETIJSKO-
ŽIVILSKI SEJEM**

22. - 27. 8. 2020
Gornja Radgona



SEJEM NOVE GENERACIJE!

 POMURSKI SEJEM
www.sejem-agra.si

INDEKSNI ZATIČI S POZICIJSKIM SIGNALOM

Indeksni zatiči pogosto izpolnjujejo varnostne funkcije – vendar to niso edini trenutki, ko je pomembno pridobiti povratne informacije o njihovem položaju. Elesa+Ganter z novo serijo GN 817.6 zagotavlja in omogoča tudi samodejno preverjanje pozicije zatičev.

Nov indeksni zatič? Da in ne: novi Elesa+Ganterjev standardni del GN 817.6 ponuja že znano osnovno funkcionalnost preizkušenega indeksnega zatiča, vendar s ključnim dodatkom integriranega senzorja. To signalizira položaj zatiča preko električnega signala in kableske povezave s standardnim konektorjem M8. Podjetje Elesa+Ganter je namerno izbralo trižični prenos signala po kablu. Ta povezava je varnejša, stabilnejša in predvsem lažja za integracijo kot brezžična povezava, ki bi jo bilo potrebno izvesti brez statusnega prikazovalnika stanja, da se tako podaljšajo intervali menjave baterije.

Če se zatič pri opravljanju svoje funkcije premakne za dve tretjini poti, senzor sporoči pravilno premikanje – vizualno preko LED-zaslona na senzorju in v obliki signala po kablu do krmilne enote. Kazalnik položaja se proži po majhnem trajnem magnetu v zatiču, senzor pa je kompaktno vstavljen v pripravljen obročni utor pod črnim sprožilnim gumbom v poljubni orientaciji in je pritrjen na svojem mestu s sponko. Uporabnik lahko prosto izbere izhodno smer senzorskega kabla tako, da ga lahko zvije in ga tako enostavno prilagodi specifičnim razmeram namestitve.

Indeksni zatič je na voljo s položajem nevklopljenosti in brez njega v vseh značilnih velikostih od 4 do 16 milimetrov premera in z velikostmi navojev od M8 do M24, zato je primeren za vse primere uporabe. Na račun standardnih priključnih dimenzij je indeksni zatič mogoče enostavno uporabiti kot zamenjavo za ostale tipične indeksne zatiče. Vse variante so izdelane iz nerjavečega jekla, ker ta material minimalno vpliva na vgrajeni trajni magnet, s čimer se izognemo motnjam v delovanju senzorja.



V podjetju Elesa+Ganter sodi preverjanje med prednostne naloge. Približno 30 serij izdelkov, vključno z U-ročaji s stikali za preklon napajanja, tečaji z varnostnimi stikali in napravami za nadzor stanja električne energije, je na voljo skupaj z EPLAN-makroji, potrebnimi za dokumentacijo.

Vir:

ELESA+GANTER Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 00, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: verkauf@elesa-ganter.at, internet: www.elesa-ganter.at

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

21st ISC – International Sealing Conference 21. Mednarodna konferenca o tesnjenju

7. in 8. 10. 2020 | Stuttgart, ZR Nemčija

Organizatorja:

- ▶ Fachverband Fluidtechnik im VDMA e. V.
- ▶ Institut für Maschinenelemente der Universität Stuttgart (IMA), Dr. Ing. Frank Bauer

Vodilna misel:

- ▶ Tesnjenje – stara, a zelo sodobna vrednota.

Tematika:

- ▶ statične tesnilke,
- ▶ gredne tesnilke,

- ▶ premočrtne tesnilke (hidravlika in pnevmatika),
- ▶ osnove tesnilne tehnike,
- ▶ tesnilni obročki,
- ▶ materiali in površine,
- ▶ varčevanje z energijo, trenje, obraba,
- ▶ simulacije,
- ▶ standardizacija, patenti, predpisi, preskušanje,
- ▶ uporaba.

Vzporedna prireditve:

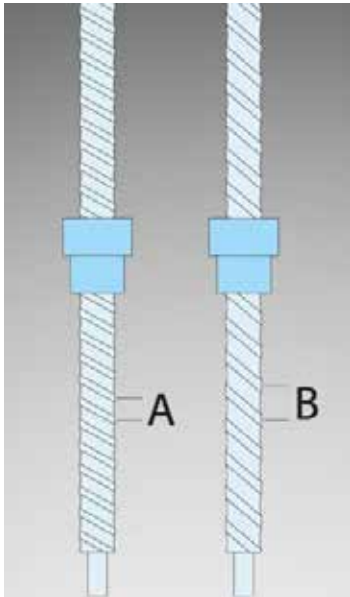
- ▶ razstava.

Informacije:

- ▶ www.sealing-conference.com.

KROGELNA VRETENA ZA VELIKE HITROSTI – THOMSON LINEAR

Z uporabo krogelnih vreten THOMSON LINEAR za velike hitrosti bo življenjska doba pogona daljša, stroški pa nižji.



Slika 1: Krogelna vretena: A – standardna izvedba, B – Izvedba z visoko hitrostjo

Krogelna vretena z večjim korakom zagotavljajo (slika 1):

- ▶ večje hitrosti – večji, kot je kot vzpona utora, večja je hitrost potovanja pri enaki vrtilni hitrosti vretena;

- ▶ učinkovitost pogona – manjše vrtilne hitrosti vretena zmanjšajo vibracije pogona, saj je kritična hitrost dosežena kasneje;
- ▶ motorje z manj moči – uporabijo se lahko manjši in tako cenejši motorji;
- ▶ daljšo življenjsko dobo – sistem je zanesljivejši in zahteva manj vzdrževanja.

Podjetje THOMSON LINEAR izdeluje visoko precizna krogelna vretena z zelo strmimi utori (korak je pogosto večji ali enak premeru vretena):

- ▶ 20 x 50 mm,
- ▶ 25 x 25 mm,
- ▶ 25 x 50 mm,
- ▶ 32 x 40 mm,
- ▶ 63 x 63 mm.

Krogelna vretena za velike hitrosti so primerna za realizacijo gibanj pri avtomatizaciji v proizvodnji, pakirnih napravah in podobnem, povsod tam, kjer se zahtevajo dolga življenjska doba in nizki investicijski stroški.

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: gp@inotech.si, internet: www.inotech.si



item

Vitka proizvodnja.

item. Your ideas are worth it.®

Sistem item Lean Production združuje preprosto rokovanje in visoko stabilnost konstrukcije. S profilnim sistemom D30 nastajajo rešitve, ki jih lahko preprosto prilagajamo na licu mesta.

INOTEH
www.inotech.si **A BIBUS GROUP COMPANY**
Inotech d.o.o. K železnici 7 2345 Bistrica ob Dravi

NOVI MANOMETER S SPOMINOM – PARKER SENSOCONTROL SERVICEJUNIOR

Parker je svoj asortima merilnikov SensoControl razširil z modelom ServiceJunior, ki uporabnikom omogoča merjenje, prikaz in shranjevanje meritev tlaka v eni napravi. Ključni značilnosti sta preprosta uporaba in robustnost, ki jo zagotavlja kovinsko ohišje.



Za doseganje natančnih meritev v širokem tlačnem območju je običajno potrebnih več mehanskih manometrov. Zaradi visoke natančnosti ločljivosti, dolgotrajne stabilnosti in 4,5-mestnega zaslona je novi ServiceJunior rešitev v eni sami napravi.

Mejne tlačne vrednosti so zanesljivo zabeležene s časom vzorčenja 10 ms. Funkcija MIN/MAX se lahko uporabi za samodejno shranjevanje najnižjih in najvišjih vrednosti tlaka, ki se nato prikažejo s pritiskom na gumb. Izbirni zapisovalnik podatkov beleži trenutne, najvišje in najnižje izmerjene vrednosti v realnem času.

Meritve do 24 ur se lahko preprosto začnejo s pritiskom na gumb, medtem ko je prenos shranjenih meritev v CSV-formatu na računalnik mogoč preko vgrajenega USB-vmesnika. Naprava je na voljo v 5 različnih tlačnih razponih, in sicer -1-16 bar, 0-100 bar, 0-400 bar, 0-600 bar ter 0-1000 bar.

Vir:

Parker Hannifin Sales CEE, s. r. o., Češka Republika – Podružnica Novo mesto, tel.: 07 337 66 50, e-mail: parker.slovenia@parker.com, spletna stran: www.parker.com, Miha Šteger

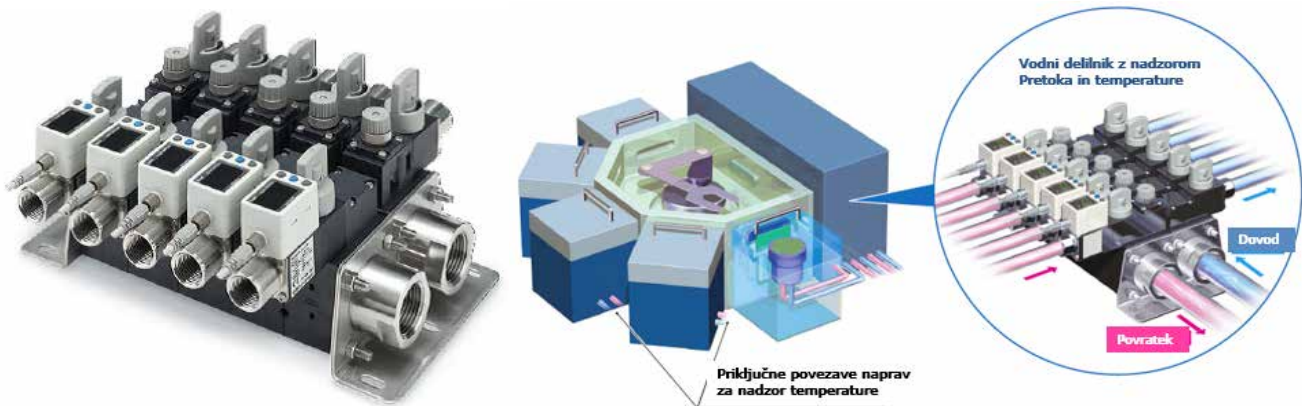


Arduino
Programirajmo z lahkoto

<https://svet-el.si>

VODNI DELILNIK Z NADZOROM PRETOKA IN TEMPERATURE

Vodni delilnik podjetja SMC poenostavlja nadzor pretoka in temperature v procesih, kot so varilske aplikacije, brizganje plastike, posodobitev že obstoječih sistemov centralnega hlajenja strojev in še mnoge druge procese ter hkrati izpolnjuje zahteve industrije 4.0.



Slika 1 : Prikaz vgradnje vodnega delilnika

Nova serija vodnega delilnika PF3W omogoča popoln centraliziran pregled nad regulacijo pretoka in temperaturo hladilne vode. Vsi merilniki in regulatorji, vgrajeni neposredno na vodnem delilniku, prihranijo čas za regulacijo ali kontrolo.

Izbirati je mogoče med tremi izvedbami delilnikov PF3WB / C / S / R - osnovni (B), linijski (C) ter dovodni / povratni ločeni tip (S / R). Idealni so za potrebe polprevodniške industrije, industrije obdelave kovin, avtomobilske in splošno avtomatizacijo kosovne ter procesne industrije. Kompaktna zasnova delilnika je v primerjavi s podobnimi modeli na tržišču lažja do 65 %. Zahvaljujoč 3-zaslonskemu prikazu, ki hkrati prikazuje trenutni pretok, temperaturo in izbrano področje delovanja ter z zeleno ali rdečo barvo prikaza si-

gnalizira, ali so vrednosti znotraj ali zunaj zelene-ga območja.

Povezljivost IO-Link na seriji PF3W omogoča znižanje skupnih stroškov proizvodnega procesa in zvišanje produktivnosti s pametnim nadzorom, ki je ključni element industrije 4.0.

Več informacij o seriji PF3W na povezavi: https://content2.smcetech.com/pdf/PF3WB-A_EU.pdf

Vir:

SMC Industrijska avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7 T, 8210 Trebnje, tel.: +386 7 3885 421, M.: +386 40 471 006, faks: +386 7 3885 415, e-pošta: prodaja@smc.si, internet: www.smc.si, www.smc.eu, g. Aleš Dajčman



ORODJE ZA PRAVOČASNO OPOZARJANJE IN NAPOVED TEŽAV V PROIZVODNIH POSTROJENJIH – SAM GUARD

Nepričakovani izpadi postrojenj v procesni industriji povzročajo prekinitev proizvodnje, ki so povezane z visokimi stroški. Hkrati pa so v tej industriji vzpostavljeni sistemi za dolgotrajno zbiranje in shranjevanje množice izmerjenih vrednosti in podatkov. Ti zbrani podatki so upraviteljem sistemov v pomoč le, če jih je mogoče analizirati na smiseln način. Upravitelji pa si želijo natančno obveščanje o tem, kje v postrojih lahko nastanejo težave in izpadi. Prav to je naloga novega prediktivnega nadzorno-diagnostičnega sistema SAM GUARD.



Slika 1 : Ko se stroji učijo od ekspertov (vir: SamsonAG)

SAM GUARD analizira zbrane podatke s pomočjo strojnega učenja in metod analize masovnih podatkov, prepoznava odstopanja ter med tisoči instrumentov in komponent sistema razpozna tista merilna mesta, ki jih bo treba kmalu pregledati, zamenjati ali popraviti. Sistem nadzoruje celotno postrojenje in prepoznava odvisnosti med posameznimi komponentami za zgodnje opozarjanje. SAM GUARD v nasprotju z mnogimi drugimi sistemi izda le nekaj konkretnih opozoril dnevno. Upraviteljevo pozornost tako usmeri le na resnično kritične dele sistema in tako pomaga pri preprečevanju nepričakovanih izpadov ali motenj.

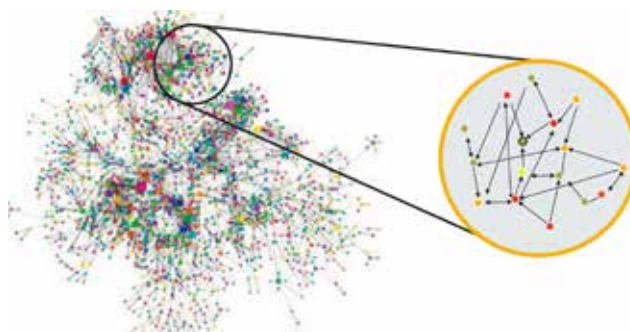
Prediktivno oziroma napovedno vzdrževanje vključuje analizo podatkov meritev na številnih mestih postrojenja ter napoved potrebnih ukrepov za preventivno vzdrževanje. Tehnologija SAM Guard vključuje analizo predvidevanja in diagnostiko.

Značilnosti sistema SAM GUARD so:

- ▶ skrajšanje časov zastojev zaradi nepričakovanih prekinitev proizvodnih procesov v proizvodnji,
- ▶ hitra implementacija programa, ki poteka v obliki delavnice pri kupcu v tovarni,
- ▶ znanje operaterjev in tehnologov se vključuje v analizo procesov.

Zbiranje in analiziranje podatkov je v trendu, toda v procesni industriji masovni podatki nimajo vrednosti, dokler jih ne postavimo v ustrezen kontekst. Izraelska softverska hiša Visual Process je prav zato vključila sodobne metode strojnega učenja in ekspertno znanje v rešitev za prediktivno vzdrževanje in diagnostično obravnavo procesnih sistemov. Visual Process je od junija 2018 v lasti specializiranega ponudnika ventilov SAMSON, ki ima z njim velike načrte.

O vzdrževanju s predvidevanjem kot enim od poslovnih modelov industrije 4.0 je danes sicer veliko



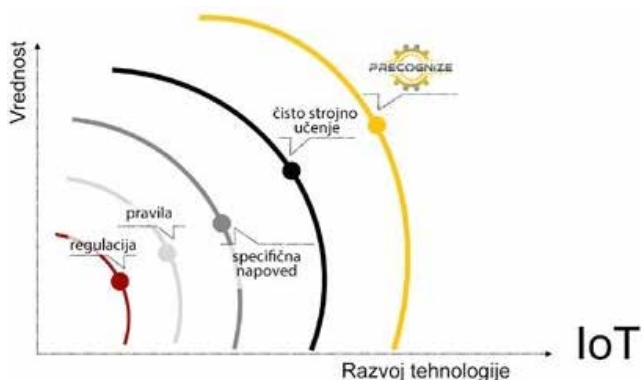
Slika 2 : Programska oprema opiše sistem kot matematični graf povezav med instrumenti



Slika 3 : Chen Linchevski, izvršni direktor podjetja Visual Process

govora, toda ukrepi prediktivnega vzdrževanja v procesni industriji ostajajo omejeni predvsem na sprotni nadzor posameznih strojev in komponent postrojev. Sistematičen nadzor celotnih sistemov za namene prediktivnega vzdrževanja je do sedaj zahteval gradnjo zahtevnih modelov, ki ne upoštevajo le trenutnih obratovalnih podatkov, temveč tudi procesno-tehnične odvisnosti. Za to nalogo – če sploh – so se v preteklosti vgrajevali dodatni senzori in posebni prognostični sistemi.

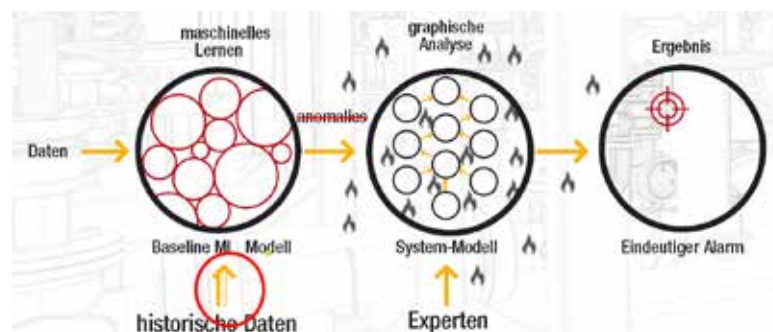
Če se želi v prediktivno vzdrževanje zajeti celotne postroje, je treba nadzorovati množico instrumentov, ki so vgrajeni v procesnem sistemu, primerjava trenutnih podatkov z zgodovinskimi podatki pa nato pokaže odstopanja. Kar se morda sliši preprosto, je v resnici vse kaj drugega kot trivialno: odstopanja so namreč lahko tudi posledica načrtovanih zaustavitvev ali namenskih sprememb v poteku procesa. Omeniti velja tudi lažne alarme, ki v praksi spodkopavajo razmah diagnostičnih sistemov.



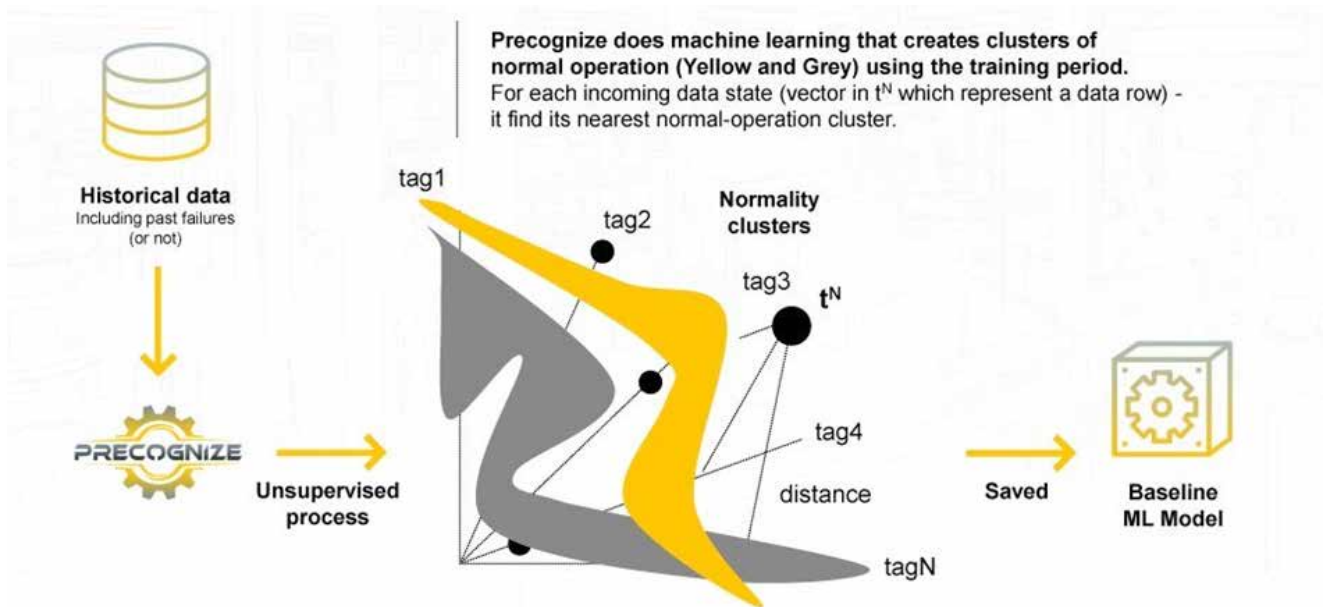
Slika 4 : Rešitve za analizo napak, ki se danes uporabljajo v procesni industriji, odkrijejo komaj 2 % napak

Kako pa je sploh mogoče upoštevati ekspertno znanje in procesno-tehnični kontekst postroja pri prediktivnem vzdrževanju? Sistem Precognize v ta namen povezuje strojno učenje, modele sredstev in procesov ter informacije o vzročno-posledičnih odvisnostih med spremenljivkami. »Strojno učenje« pomeni, da se sistem umetne inteligence uči iz primerov in tako pridobljeno znanje posploši. »Naš cilj je, da bodo imeli upravitelji postrojev opravka z manj opozorili, ki pa bodo osnova za konkretno ukrepanje,« pojasnjuje Chen Linchevski, izvršni direktor podjetja Visual Process, in nadaljuje: »S pravočasno odpravo manjših težav danes lahko namreč preprečimo večje težave v prihodnosti.« Umetnost je v tem, kje postaviti ločnico med pomembnim in nepomembnim. Osnovna naloga sistema je, da ločuje normalne od nenormalnih podatkovnih točk, za to pa uporablja analize in strojno učenje na podlagi enoletnih obratovalnih podatkov. Tako nastane izhodiščni model (baseline) oziroma statistični model, na podlagi katerega se pozneje v realnem času analizirajo novi podatki. Ali so spremembe izmerjenih vrednosti oz. drugih parametrov naprav v procesu normalna odstopanja ali zamenjava skorajšnje motnje, odloča multivariantni model glede na vrednosti ostalih naprav v procesu. Da ne bi prihajalo do lažnih alarmov, sistem uporablja še drug model, ki opisuje spoznanja statističnega modela kot kavzalne odvisnosti.

Za opis sistema ni potrebno znanje modeliranja. Strokovnjaki pri upravitelju sistema lahko opišejo svoj sistem s funkcijo povleci-in-spusti, ne da bi morali imeti posebna znanja o modeliranju sistemov. Na ta način opišejo odvisnosti med lastnostmi komponent sistema in procesnimi spremenljivkami ter ponazorijo fizične odvisnosti. »Ekipa sodelujočih strokovnjakov ima največji vpliv na kakovost modela,« pojasni Linchevski. Programska oprema odvisno od števila nadzorovanih naprav na osnovi podatkov, zbranih v nekaj dneh do nekaj tednih, ustvari popoln model postroja in ga prikaže v obliki grafov. Nenormalne podatkovne točke se analizirajo s primerjavo grafov za razkrivanje vzrokov težav.



Slika 5 : Sistem s strojnim učenjem »prisluhne« majhnim spremembam med obratovanjem. Ugotovljene anomalije se nato agregirajo v potrjene probleme z analizo grafov.



Slika 6 : Precognize v fazi strojnega učenja določi grozde normalnega obratovanja (označeni s sivo in rumeno). Za vsako vhodno podatkovno stanje (vektor v t^N , ki predstavlja podatkovno vrstico) se poišče najbližji grozd normalnega obratovanja.

Rezultat je potrjeno odstopanje z ocenjeno težo, za katerega sistem imenuje možen vzrok in predlaga ukrepe za odpravo. Če uporabnik naknadno vnese dejanske vzroke nastalih težav, je lahko sistem z vsakim tako analiziranim odstopanjem zanesljivejši.

Uporabniki so spoznali tudi to, da prepoznavanje vzorcev spodbuja intenzivnejšo diskusijo o vzročnih odvisnostih in o vedenju sistemov, s tem pa se izboljša kakovost interakcij med timi. Prepoznavanje vzorcev preprečuje škodo zaradi zastojev.

Sistem se je že izkazal v praksi: funkcija prepoznavanja vzorcev je odkrila netesnost na prenosniku toplote v plinskem sistemu s približno 2500 senzorji in s tem preprečila zelo drago škodo. Osnova za analizo problema je bila odvisnost med majhnimi temperaturnimi spremembami v dovodnih in odvodnih ceveh in položaji ventilov. V nekem drugem petrokemičnem postrojenju je sistem zaznal počasno slabšanje stanja reaktorskega ventila, ki ga je bilo mogoče zamenjati brez zaustavitve procesa. Če bi prekinili obratovanje, bi morali sežgati večjo količino plinaste surovine na bakli.

»V sistemih, kjer je implementirana rešitev Precognize, so upravitelji pravočasno opozorjeni na pokvarjene senzorje, puščanja in odpovedi komponent sistema,« nadaljuje Linchevski. Strokovnjaki navajajo, da Precognize v dobro vzdrževanem sistemu mesečno odkrije pet do deset okvar senzorjev, ki bi sicer ostale neodkrite. Temu se pridružuje še dodatnih pet do deset komponent, ki so bile odkrite 1 dan do 14 dni pred odpovedjo. Nekatera podjetja so se tako uspešno izognila zelo dragim zastojem.

V rešitvi je bil prepoznan znaten potencial in Svetovni gospodarski forum je ponudnika junija označil za »tehnološkega pionirja« z naslednjo utemeljitvijo: »Visoko razvite tehnologije, ki jih uporablja Precognize, izvirajo iz slabo povezanih področij: strojno podprtega učenja, algoritmov za analizo grafov in konceptualnih postopkov systemskega razvoja.«

Sistem Precognize so pri proizvajalcu regulacijskih ventilov SAMSON v vmesnem času izkoristili kot osnovo za lasten prediktivni nadzorno-diagnostični sistem SAM GUARD, namenjen vzdrževanju tisočev ventilov in drugih naprav v sistemih procesne industrije. SAMSON kljub junijskemu prevzemu podjetja Visual Process namerava nadaljevati s prodajo samostojne rešitve Precognize. »Z nakupom smo se približali cilju postati tržno in inovacijsko vodilni ponudnik pametne in povezane ventilske tehnike za avtomatizacijo procesov,« utemeljuje prevzem dr. Andreas Widl, izvršni direktor podjetja SAMSON.

Nadzorni in diagnostični sistem je del strategije digitalizacije proizvajalca regulacijskih ventilov, ki to poslovno področje pokriva s produktno linijo SAM DIGITAL. Kratica SAM pomeni »SAMSON ASSET MANAGEMENT« (SAMSON-ovo upravljanje sredstev) in proizvajalec namerava v tem segmentu kombinirati svoje znanje o procesih z novimi tehnologijami in informacijami ter ga povezati s sistemi za avtomatizacijo procesov. Andreas Widl: »S tem smo pokazali, da se SAMSON iz specializiranega proizvajalca ventilov in regulatorjev razvija v ponudnika procesne inteligence.«

Povzetek pogovora dr. Thomasom Steckenreiterjem iz podjetja SAMSON v reviji Chemi Technik 2018/19



Dr. Thomas Steckenreiter, (CTO, COO) SAMSON AG

SAMSON-u je s prevzemom podjetja Visual Process uspel vstop na trg upravljanja življenjskega cikla sistemov v procesni industriji. Analiza celotnega sistema omogoča načrtovano, prediktivno vzdrževanje, z njim pa se izboljša učinkovitost oz. razpoložljivost sistemov in odpadajo nepredvidljivi dogodki, kot so izklopi ali nepričakovana nerazpoložljivost.

Ekspertni sistemi za diagnostično obravnavo posameznih sistemov se bo še naprej uporabljali in jih bodo še naprej razvijali s ciljem doseganja najboljše rešitve na trgu. Kdor uporablja SAM GUARD na pravi način, lahko prav iz kombinacije diagnostike posameznih ventilov in drugih procesnih veličin izpelje dragocene informacije za optimizacijo svojih procesov. To velja tudi za senzorje vseh vrst in za druge izvršne člene v sistemu.

Uporaba sistema Precognize v sklopu rešitve SAM GUARD sprva cilja na diagnostično obravnavo ventilov, toda možnosti za prepoznavanje vzorcev so bistveno širše. Vendar bo Precognize tudi v prihodnje na voljo kot samostojen izdelek in se bo razvijal naprej, neodvisno od posla z ventili.

Na vprašanje, katere druge naprave in komponente sistemov želijo v prihodnje nadzorovati s sistemom SAM GUARD, je dr. Steckenreiter odgovoril, da razmišljajo širše, saj nadzor ventilov predstavlja samo en segment. V splošnem naj bi SAM GUARD nadzoroval kompletna postrojenja z vsemi senzorji, izvršnimi členi, reaktorji in drugimi delnimi komponentami. To je naloga, za katero je bilo razvito to orodje. Če uporabnik nadzoruje samo ventile, mu uidejo mnoge priložnosti za optimizacijo sistema z rešitvijo SAM GUARD.

Poudaril je, da je pogoj za prediktivno vzdrževanje analiza celotnega postrojenja.

Za upravitelje sistemov

Sistematičen nadzor celotnih sistemov za prediktivno vzdrževanje zahteva postavitev modela, ki upošteva trenutne obratovalne podatke in procesno-tehnične odvisnosti.

Sistem Precognize v ta namen kombinira strojno učenje, modele sredstev in procesov ter informacije o vzročno-posledičnih odvisnostih med spremenljivkami.

Cilj je, da bodo imeli upravitelji postrojov opravka z manj opozorili, ki pa bodo osnova za konkretno ukrepanje.

Vir:

Samson AG; GiA-S Industrijska oprema, d. o. o., Industrijska 5 (skladišče in uprava: Industrijska 1K), 1290 Grosuplje, Tel: +386 1 7865 300, Fax: +386 17863 568, e-mail: info@gia.si, internet: www.samson-slo.com; www.giaflex.com, g. Dušan Lebar

ECOWAVE



6.-8.10.2020

Ljubljana, Slovenija

ecowave@icm.si

INDUSTRIJSKE ČRPALKE

Mojca Gros

1 Uvod

Črpalke so nepogrešljiv del proizvodnih linij in črpalno-dozirnih sistemov. Najpogosteje se uporabljajo zračno-membranske črpalke, membranske dozirne črpalke in centrifugalne črpalke, ki pokrivajo vse črpalno-transportne potrebe in so primerne za nezahtevne in za agresivne medije in okolja.

2 Zračno-membranske črpalke

Dvojne membranske črpalke za industrijsko uporabo proizvajalcev Dellmeco, sera ProDos in Argal se uporabljajo za hitro in zanesljivo prečrpavanje vseh vrst tekočin: viskoznih, abrazivnih, agresivnih, vnetljivih, prašnih snovi in običajnih tekočin. Primerne so tudi za uporabo v ATEX-okoljih, tudi za cono 0.

Črpalke so lahko samosesalne, potopljene ali zalite, varne so tudi pri suhem teku (*Slika 1*).

Njihove pomembne prednosti so zanesljiva in enostavna zasnova, minimalno vzdrževanje in hitra namestitve. Vgrajujejo se lahko v različnih okoljih, saj zelo dobro prenašajo temperaturne razlike zraka, onesnaženo okolje in so odporne na kemikalije, olja, topila, barve itd. Naš prodajni hit je membranska črpalka s PTFE-ohišjem, saj je ta obstojna skoraj pri vseh kemikalijah.

Zračno-membranske črpalke so z razponi pretokov od 10 l/min do 850 l/min in temperaturnim območjem delovanja od -40 °C do +120 °C primerne za vse industrijske panoge, še posebno za čistilne naprave, za prehransko in farmacevtsko industrijo.



Slika 1 : Zračno-membranske črpalke

Mojca Gros, HENNLICH, d. o. o., Kranj



Slika 2 : Dozirne črpalke

3 Membranske dozirne črpalke

Pri podjetju HENNLICH, d. o. o., imajo v prodajnem programu membranske dozirne črpalke z elektromotorji in s koračnimi motorji, elektromagnetne membranske črpalke, batne membranske črpalke in večplastne membranske črpalke. Izbira pa je odvisna od zunanjih pogojev, kot sta tlak v sistemu in pretok. Odlično se obnesejo v okoljih s pretokom od 1,2 l/h do 3100 l/h in pri temperaturah od +5 °C do +50 °C. Na voljo so z motorji od 20 W do 1,5 kW.

Široka paleta dodatkov za sesalno stran (posode, mešala, sesalne cevi, nožni ventili, merilniki pretoka, filtri, zaporni ventili) in tlačno stran (pulzacijski blažilnik, zaporni, injekcijski, odzračevalni, razbremenilni in dozirni ventili ter ventili za vzdrževanje tlaka, merilniki pretoka ...) omogoča sestavo standardnega ali sestavljenega dozirnega sistema oz. stene.

Uporabljajo se za enakomerno doziranje kemikalij v cevovode, posode ali različne sisteme, za tekoče medije z agresivnimi, abrazivnimi, radioaktivnimi, vnetljivimi, viskoznimi ali strupenimi lastnostmi.

Črpalke so prilagojene različnim pogojem delovanja, material črpalke se lahko izbere glede na medij črpanja. Na voljo so naslednji materiali: PP, PVC, PVDF in 1.4571.

Dozirne črpalke proizvajalcev sera ProDos in Seko odlikujeta visoka natančnost in dobra ponovljivost dozirne količine za vsak hod membrane. Pri črpalkah brez elektronike je možna ročna nastavitve pretoka, pri črpalakah z elektroniko pa privzete nastavitve omogočajo izbiro delovanja med ročnim upravljanjem preko zunanjega analognega vhoda 4-20 mA ali impulznega signala oz. vmesnika ProfiBus.



Slika 3 : Centrifugalne črpalke

4 Centrifugalne črpalke

Centrifugalne črpalke so iz različnih materialov – kovinske ali nekovinske – in različnih konstrukcij – vodoravne in navpične. Primerne so za široko uporabo pri prečrpavanju tekočih neagresivnih, jedkih in lahko vnetljivih kemikalij, vključno s topili, mešanici, odpadno vodo, procesno in pitno vodo ter drugimi tekočinami z nizko viskoznostjo.

Primerne so za pretoke do 1 m³/h do 5000 m³/h in za temperaturne razpone od -20 °C do + 200 °C. Poganjajo jih motorji od 0,18 kW do 1200 kW moči.

Črpalke proizvajalcev Schmitt, Ebara, Saer, Argal, Varisco, Travaini in Osna so na voljo v standardnih velikostih in modelih, mogoče jih je tudi prilagoditi

za vsako aplikacijo. Izbere se na osnovi tlaka in pretoka oz. zahtev uporabnika.

5 Sklep

Potrebe v industriji so različne: od prečrpavanja medijev različne viskoznosti z membranskimi črpalčkami do doziranja manjših pretokov z dozirnimi črpalčkami (dozirkami) ter prečrpavanje, npr. tehnoloških vod, s centrifugalnimi črpalčkami za večje pretoke in majhne tlake.

Podjetje HENNLICH, d. o. o., s svojimi strokovnimi sodelavci svetuje pri izbiri ustreznih črpalčk ter pri njihovi uporabi. S širokim naborom različnih črpalčk – z več kot 50 različnimi modeli in velikostmi – je mogoče rešiti številne probleme pretakanja in doziranja medijev v industriji.



SPLAČA SE
BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 števil)k
- 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

Na voljo tudi digitalna različica revije

WWW.IRT3000.COM

SPREMLJANJE IN DALJINSKO UPRAVLJANJE KOMPRESORSKIH POSTAJ Z APLIKACIJO AIR LINK

1 Uvod

V zadnjem času je mogoče zaslediti veliko naprav, pripomočkov in programske opreme, ki omogočajo spremljanje proizvodnje in dobave stisnjenega zraka ter tudi energetskih prihrankov, ki so lahko presenetljivo visoki. Velikokrat so tovrstne aplikacije drage in zato pri sistemih srednjih kapacitet investicijsko neupravičene.

Kljub dostopnosti instrumentov za opredelitev stanja kompresorskih postaj ter ozaveščenosti o energetskih izgubah se številna manjša in srednje velika podjetja še vedno soočajo z zelo slabo porabo energije in nesmotrno rabo stisnjenega zraka. Zato uvajanje daljinskega spremljanja in upravljanja uvodoma zahteva pregled dejavnikov, ki vplivajo na izgube in s tem na stroške priprave ter uporabe stisnjenega zraka.

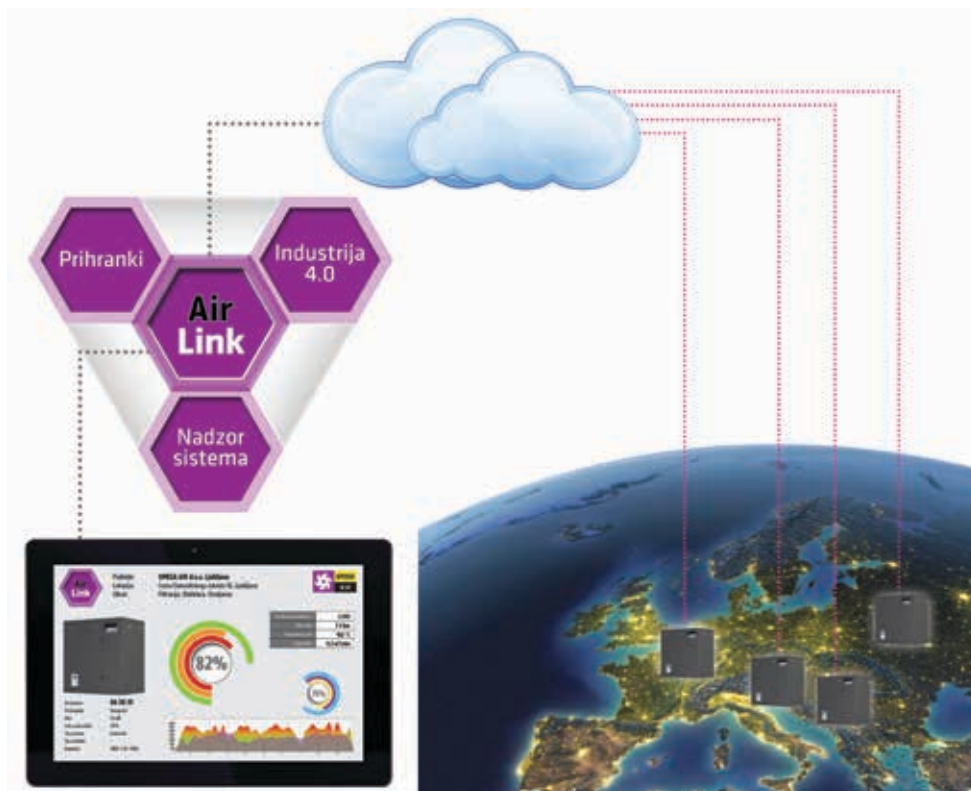
Uvodoma je treba razumeti, da je že sama proizvodnja stisnjenega zraka draga, saj predstavlja

70-odstotni strošek celotne investicije kompresorskih postaj. Odvzem električne energije je visok, še posebej v sistemih, kjer se uporabljajo stari, obrabljeni in energetsko neučinkoviti kompresorji. Številni obrati za proizvodnjo stisnjenega zraka imajo neučinkovito postavitev kompresorjev, nesmotrne regulacijske režime ter slabo izbiro med konstantno in variabilno dobavo zraka.

Razvita aplikacija **AIR Link** omogoča spremljanje dobave in porabe stisnjenega zraka na daljavo ter opredelitev predlogov za energetske sanacijske načrte in je cenovno ugodna tudi za manjše sisteme.

2 Dejavniki, ki ustvarjajo nepredvidene stroške

Poleg slabe zasnove in visokih stroškov proizvodnje številni drugi dejavniki ustvarjajo dnevno nepotrebne stroške:



AIR Link - prikaz delovanja

OMEGA AIR

Air and Gas

Puščanje stisnjenega zraka in propustnost cevnih sistemov – Uporabniki se še vedno ne zavedajo stroškov, ki jih povzročajo uhajanje stisnjenega zraka. Odpravljanje puščanja stisnjenega zraka na cevni sistemih je vsekakor najbolj zamuden in trdovraten del energetske sanacije kompresorske postaje. Cevni sistemi so v večini primerov stari in dotrajani, dostop do netesnih mest pa otežen in včasih celo onemogočen.

Slab izkoristek toplotne energije kot stranski produkt stisnjenega zraka – Pri procesu in proizvodnji stisnjenega zraka se ustvarja veliko toplotne energije, ki pa se žal prepogosto ne izkoristi v druge namene. Toplota, ki jo oddaja kompresor, bi se lahko uporabila za ogrevanje prostorov ali pripravo tople sanitarne vode.

Slaba zasnova in izbira kompresorjev – Pri rekonstrukciji ali menjavi kompresorjev se uporabniki velikokrat odločajo za investicije brez predhodnih ovrednotenj, ki pa so bistvena za določanje optimalnega tipa kompresorja ali energetske sanacije z več kompresorji za doseganje najboljše specifične porabe energije.

Tlak in tlačni padci – Pravilo iz dobre prakse govori, da mora imeti ustrezno zasnovan sistem padec tlaka manjši od 10 % tlaka na izstopu iz kompresorja do porabnika. Nadzor padca tlaka je pomemben dejavnik na poti k energetske učinkovitosti sistema s stisnjnim zrakom. Padec tlaka za 1 bar zahteva 7 do 8 % dodatne energije za pogon kompresorja. Povečani padci tlaka so najpogosteje posledica nepravilnega dimenzioniranja opreme za stisnjen zrak, lahko pa nastanejo zaradi neustreznega vzdrževanja opreme. Zasičen filtrski vložek omogoča boljše stopnjo filtracije, saj so pore filtrirnega medija manjše in prepuščajo le majhne delce, vendar pa to pomeni znatno povišanje tlačnega padca v sistemu.

Slaba obravnava lokalnih porabnikov – V večjih sistemih je veliko cevni razvodov, ki oskrbujejo porabnike s stisnjnim zrakom. Glede na to, da ima vsak delovni proces svoje zahteve glede čistosti in priprave zraka na posameznih delih razvodov, velikokrat najdemo sušilnike različnih tipov in odvajalnike kondenzata, ki pa pri delovanju, npr. regeneracija pri sušenju zraka, odvajanje kondenzata s časovnimi intervali, ustvarjajo izgube. Zato je pomembno lokalne veje obravnavati in jih tudi po potrebi zapirati ali smotrno krmiliti z različnimi ventili.

Tlačna posoda ali zračni zalogovnik – Tlačne posode so namenjene shranjevanju stisnjenega zraka in učinkovito zmanjšujejo nihanja tlaka v sistemu ter ločujejo kondenzat iz stisnjenega zraka. Tlačna posoda mora biti ustrezne velikosti, da popolnoma zadosti potrebam shranjevanja stisnjenega zraka.

3 Pot v varčnejši jutri z aplikacijo podjetja OMEGA AIR – AIR Link

Ob meritvah parametrov in izdelavi energetske analize stisnjenega zraka je večina uporabnikov neprijetno presenečena ob ugotovitvi, kolikšni so dejanski obratovalni stroški. Podjetja in tovarne lahko z investicijo v nadzorni sistem prihranijo ogromno dragocene energije, saj se ti stroški lahko znižajo tudi do 25 %. Za uspešno premagovanje vzrokov za visoke obratovalne stroške uporabe stisnjene zraka je vsekakor prvi korak natančno spremljanje uporabe ter neposredni prikaz celotnega procesa proizvodnje in dobave. Po vseh dodanih prednostih dobro zasnovanega nadzornega in krmilnega sistema lahko zaključimo, da se investicija vanj hitro povrne.



Generatorji kisika



Kompresorske postaje



Hladilniki vode



Procesna filtracija



OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

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

info@omega-air.si

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

Sistem obratuje bolj dosledno, parametri stisnjene- ga zraka ne odstopajo od zahtevanih, naprave se manj kvarijo, zato je njihova uporabna doba daljša.

Podjetje **OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana**, je z lastnim znanjem in z dolgoletnimi izkušnjami razvilo aplika- cijo **AIR Link**. Zavedajo se, da je prihodnost v inter- netni tehnologiji. Podatkovne kapacitete do milijon bitov na sekundo, neomejeno združevanje podat- kov, upravljanje na daljavo ter dostopnost do nepo- srednih podatkov so ključni za spremljanje proizvo- dnje in porabe stisnjene- ga zraka.

Z aplikacijo **AIR Link** je mogoče združevati in spre- mljati vse elemente oziroma točke od proizvodnje do porabe stisnjene- ga zraka. Združevati je mogoče tudi več podatkov, ki se usmerjajo v enotni krmilnik in nadaljnjo obravnavo. Tako smo uporabniku omo- gočili spremljanje široke podatkovne baze v načinu »real time«.

Trenutna specifična poraba, trenutni tlak v tlač- ni posodi, trenutni tlak v kompresorju, tlačna toč- ka rosišča, trenutni električni tok, to je le nekaj od množice informacij, ki se lahko s pomočjo aplikacije **AIR Link** spremljajo od kjerkoli in kadarkoli.

Aplikacija **AIR Link** omogoča tudi krmiljenje in upra- vljanje parametrov na daljavo. S tem je omogočeno spreminjanje in upravljanje kompresorske postaje kar od doma. **AIR Link** bo poskrbel, da bodo na- prave pravilno vzdrževane, saj je aplikaciji dodana tudi samodejna aktivacija vzdrževalnih posegov po predpisanih zahtevah.

Za popolno tehnično podporo in neprekinjeno spremljanje uporabnikove kompresorske postaje so v **AIR Link** združili komunikacijo (UPORABNIK-DO- BAVITELJ), tako da porabnikovo kompresorsko po-

stajo skrbno spremlja tudi tehnični tim v podjetju **OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana**.

4 Sklep

AIR Link je preprosta in uporabna aplikacija, ki bo uporabnikom zagotovila vidne prihranke ter omo- gočila nemoten in stalen vpogled v delovanje kom- presorske postaje. Daljinski nadzor in upravljanje s parametri sta mogoča praktično od kjer koli in ka- dar koli.

Z enostavnim dostopom (GSM, tablica, PC) omo- goča uporabniku prijazen grafični vpogled v nepo- sredna stanja vseh enot, ki so povezane v tako ime- novani skupni GATEWAY.

Glavne značilnosti aplikacije **AIR Link**:

- ▶ cenovna dostopnost,
- ▶ spremljanje tlaka iz več senzorjev,
- ▶ odpravljanje napak in obravnavanje alarmnih sporočil,
- ▶ neposredno spremljanje električne porabe,
- ▶ zmanjšanje zaustavitev na minimum,
- ▶ ovrednotenje prihrankov,
- ▶ samodejna aktivacija servisnega intervala,
- ▶ stalni nadzor: Uporabnik-Dobavitelj,
- ▶ možnost modulacije s kompresorji različnih ti- pov in znamk.

Kot dolgoletni partner na področju sistemov s sti- snjenim zrakom uporabnikom nudimo celostne re- šitve pri energetske sanaciji kompresorskih postaj, pri čemer se zavedamo pomembnosti ovrednote- nja stanj in možnosti izboljšav.

www.omega-air.si

3. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

Rogla, hotel Planja // 18. – 19. junij 2020

<https://iktem.si>

Strokovna predavanja

Praktične delavnice

Prijetno druženje s strokovnjaki

konferenca **IKT**
EM



VABLJENI



MEHATRONIKA

AX elektronika d.o.o. • Špruha 33 • 1236 Trzin • 01 528 56 88 • iktem@svet-el.si • <https://iktem.si>

ELEKTRONIKA

DAG HAMMARSKJÖLD – NAJVEČJA SKRIVNOST V ZGODOVINI ZDRUŽENIH NARODOV

Aleksander Čičerov

Izveček:

Malo po polnoči 18. septembra 1961 se je čartersko letalo DC-6 Albertina zrušilo blizu kraja Ndola v britanskem protektoratu Severne Rodezije. Nove preiskave kažejo, da so letalo Daga Hammarskjölda zrušili belgijski in južnoafriški plačanci s podporo obveščevalnih služb ZDA in Velike Britanije, da bi ustavili njegove diplomatske napore v Kongu.

Ključne besede:

generalni sekretar OZN, pipo kadeči švedski diplomat, ki ni ustrezal velesilam, vzrok smrti



Dag Hammarskjöld

Dag Hjalmar Agne Carl Hammarskjöld se je rodil 29. julija 1905 v Jönköpingu na Švedskem. Umril je 18. septembra 1961 v letalski nesreči blizu letališča Ndola v Severni Rodeziji. Po izobrazbi je bil ekonomist in diplomat, bil je najmlajši generalni sekretar Organizacije združenih narodov (Generalna skupščina OZN je izvolila D. Hammarskjölda 7. aprila 1953 s 57 glasovi za, 1 proti in 1 vzdržanim). Ponovno je bil soglasno izvoljen 26. septembra 1957 za nov mandat, ki ga je nastopil 10. aprila 1953.

Njegova prva izvolitev za generalnega sekretarja OZN nas spominja na sedanje čase. Ko je 10. novembra 1952 Trygve Lie napovedal svoj odstop s položaja generalnega sekretarja OZN, so predstavniki držav članic začeli pogajanja o novem kandidatu.

Mag. Aleksander Čičerov, uredništvo revije
VENTIL, UL FS

Pogajanja pa so bila neuspešna, ker je Sovjetska zveza blokirala sporazum o nasledniku. 13. marca 1953 je Varnostni svet OZN glasoval o štirih kandidatih. Kanadski predstavnik je dobil največ glasov, spet pa je njegovo izvolitev blokirala Sovjetska zveza. Po posvetu stalnih članic VS OZN je francoski ambasador Henri Hoppenot predlagal štiri nove kandidate, med katerimi je bil tudi Dag Hammarskjöld. Velesile so si želele, da bi mesto GS zasedel človek, ki bi se posvečal administrativnim zadevam in se vzdržal sodelovanja v političnih razpravah. Dag Hammarskjöld je po besedah svoje biografije Emery Kelèn veljal za briljantnega ekonomista, nevsiljivega strokovnjaka in aristokratskega birokrata. Kot tak ni imel veliko nasprotnikov. Sovjetski predstavnik Valerian Zorin ga je označil za neškodljivega. Dejal je, da bo glasoval zanj in je s tem presenetil zahodne velesile. Bliskovita diplomatska akcija je rodila sadove, britanski sekretar za zunanje zadeve Anthony Eden je hitel prepričevati Američane, naj prepričajo nacionalistično Kitajsko, da se vzdrži glasovanja. Švedska je namreč priznala Ljudsko republiko Kitajsko in bi se lahko soočila z vetom Republike Kitajske. Američani, ki so proučevali Daga Hammarskjölda, so naložili svojemu veleposlaniku v OZN, da glasuje zanj, »ker je najboljši, kar lahko dobijo«.

Bil je izobražen in »največji državnik svojega časa«, je o njem dejal predsednik ZDA John F. Kennedy. Žal so nekateri menili, da ni uspel v dekolonizaciji Afrike. Sovjetska vlada je zahtevala njegovo zamenjavo, urad generalnega sekretarja OZN pa bi nadomestili s trojko, ki bi enakopravno predstavljala interese treh skupin držav: kapitalističnih, socialističnih in pravkar neodvisnih.

Za svoje delo je prejel številna priznanja, posthumno tudi Nobelovo nagrado. Bil je častni doktor številnih univerz. Carltonova univerza v Ottawi pa mu je leta 1954 podelila Legum Doctor, honoris causa. Po njem so poimenovane nekatere ulice, trgi in

knjižnice, diplomatska šola v Ženevi, fundacije itd.

22. julija 1997 je Skupščina OZN sprejela resolucijo, ki je bila podlaga za medaljo Daga Hammarskjölda kot priznanje tistim, ki so izgubili svoja življenja v mirovni operacijah OZN. Izdana pa je bila še znamka s posnetkom Palače OZN z zastavo OZN, spuščeno na pol droga, ter bankovec za 1000 švedskih kron, ki je imel podobo Daga Hammarskjölda.

18. septembra 1961 je Dag Hammarskjöld odpotoval na misijo, v kateri je želel doseči premirje med kongoškimi silami, ki so jih podpirali ZN, in silami Moisa Čombeja. Letalo GS OZN, najeti DC-6 SE-BDY, se je zrušilo blizu Ndole v severni Rodeziji (danes Zambija). Vsi potniki, razen enega, ki je zaradi poškodb umrl kasneje, so izgubili življenje. Vzroki za nesrečo še vedno niso povsem pojasnjeni. Že takoj po nesreči pa so se razširile govorice, da ni bila nesreča, ampak naklepni umor.

1989. leta so se pojavili dokumenti, ki so nakazovali povezavo med CIO, M16 in belgijskimi rudarskimi družbami ter afriško paravojaško organizacijo. V dokumentih je bila tudi izjava direktorja CIE Allena Dullsa, ki je trdil, »da je Dag postal neprijeten in ga je treba odstraniti«. Žal so bili dokumenti kopije in avtentifikacija ni bila končana. Svena Hammarberga, preiskovalca letalskih nesreč, je mednarodna komisija pravnikov leta 2013 zaprosila za preiskavo nesreče. V poročilu je zapisal, da sta bila pilota DC-6 SE-BDY utrujena od dolge poti, na zemljevidu pa ni bil vrisan hrib, v katerega se je zaletelo letalo. Naslednje leto je ameriški veleposlanik v Kongu v Washington poslal opozorilo, v katerem je navedel, da bi bilo letalo GS OZN lahko sestreljeno. Pri tem je omenjal tudi ime belgijskega najemniškega vojaka Jana van Risseghema, poveljnika katanških sil. GS OZN je 16. marca 2015 imenoval neodvisni panel strokovnjakov, ki naj bi pregledali nove informacije v zvezi s smrtjo Daga Hammarskjölda. Vodil ga je Mohamad Chande Othman, predsednik vrhovnega sodišča Tanzanije, sodelovala pa sta še avstralski predstavnik v ICAO Kerry Macaulay in balistični strokovnjak iz Danske Henrik Larsen. V poročilu je bilo navedeno, da je letalo GS OZN pred trčenjem

že gorelo, poleg pa je bilo tudi drugo letalo in varnostniki. Leta 2016 so se pojavili izvorni dokumenti prvotne preiskave, vendar so tisti, ki so bili seznanjeni s preiskavo, opozarjali, da bi tudi avtentični dokumenti lahko služili za prikrivanje vzrokov nesreče. Leta 2019 je bil posnet film z naslovom Cold Case Hammarskjöld, v katerem pilot Jan van Risseghem pove svojim prijateljem, da je sestrelil Hammarskjöldovo letalo. Van Risseghem je imel kar nekaj povezav z Veliko Britanijo: mati je bila Britanka, njegova žena prav tako, izurili so ga v RAF, prejel je vojaško odlikovanje za službo v II. svetovni vojni.

Snemalci filma Cold Case Hammarskjöld so našli tudi prijatelja pilota van Risseghema. Govorili pa so tudi z drugimi piloti, katerih pričanja postavljajo van Risseghema na laž. Tudi vpisi v pilotski knjižici so bili ponarejeni, imena pilotov, s katerimi je letel, pa prav tako. Lahko, da ni vedel, kdo je v letalu Albertina, toda vedel je, kako se letalo sestrelilo, in njegova obramba, da takrat ni bil v bližini kraja nesreče, stoji na trhljih nogah. Uradno ni bil nikoli zaslišan. Pierru Coppensu, ki ga je srečal leta 1956, pa je dejal: »I made the mission and that is all. And then I had to go back and save my life.« Nekoč bomo morda izvedeli pravo resnico.¹



Preiskovalci na kraju nesreče

Dag Hammarskjöld – The biggest Mystery in the History of the United Nations

Abstract:

Shortly after midnight on September 18, 1961 a chartered DC-6 Albertina crashed in a forest near Ndola, in the British protectorate of Northern Rhodesia (now Zambia). New investigations show that Belgian and South African mercenaries may have shot down Hammarskjöld's plane to stop his diplomatic activities in the Congo, possibly even with the backing of U.S. and British intelligence.

Keywords:

Secretary-General of the UN, Mr. Hammarskjöld, a pipe-smoking Swedish diplomat, unsuitable for powers, reason for his death.

¹ Podatki so izbrani iz naslednjih objavljenih gradiv: <https://www.history.com/news/dag-hammarskjold-death-plane-crash>, <7. 4. 2020>, https://en.wikipedia.org/wiki/Dag_Hammarskj%C3%B6ld, <7. 4. 2020>, <https://www.nytimes.com/2019/02/17/world/africa/hamarskjold-crash-mystery.html>, <7. 4. 2020>, <https://www.theguardian.com/world/2019/jan/12/raf-veteran-amitted-killing-un-secreta>. <7. 4. 2020>.

© Ventil 26(2020)2. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 26(2020)2. 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 26
Year Letnica 2020
Number Številka 2

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
- ▶ 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. Poljskava
- ▶ 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, 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 5-odstotni davek na dodano vrednost.

NOVE KNJIGE

- [1] [1] **Fluid Power Handbook & Directory 2020–2021 (Priručnik in seznam dobaviteljev fluidne tehnike v ZDA za leto 2020–2021)**

Založba revije *Hydraulics & Pneumatics* v okviru decembrske izdaje revije, 72 (2019)12, objavlja priručnik in seznam izdelovalcev in dobaviteljev fluidnotehničnih izdelkov za leto 2020–21, namenjen predvsem projektantom tovrstnih naprav in sistemov. Gradivo skupno obsega okoli 150 strani in je predstavljeno z uvodnim delom o osnovah fluidne tehnike in s tremi skupinami preglednic oziroma seznamov.

Uvodni del z naslovom Osnove fluidne tehnike na okoli 36 straneh vsebuje vrsto prispevkov, ki predstavljajo aktualni izbor tehnoloških informacij o konceptih in sestavinah fluidne tehnike – hidravlike in pnevmatike. Med najbolj zanimivimi so naslednji:

- ▶ Anonim: Osnove pnevmatične logike (Basic of Pneumatic Logic) – str. 52;
- ▶ Jones, P.: Izpiranje hidravličnih naprav (Hydraulic System Flushing Procedures) – str. 65 in
- ▶ Beyer, M.: Zmanjšanje hrupnosti hidravličnih naprav (Reducing Noise from Hydraulic Systems) – str. 72.

Uvodnemu delu sledi seznam izdelovalcev fluidnotehnične opreme in storitev po abecednem redu, z imeni in naslovi, okoli 25 strani.

Tretji del predstavljajo preglednice izdelkov, klasificiranih po vrsti, namenu in dobaviteljih, okoli 65 strani.

Sklepni del pa obsega seznam oglaševalcev.

Vir: *Hydraulics & Pneumatics* 72 (2019) 12, str. 49.

časopis
industrija

Vaša sigurna pot do tržišča v Srbiji

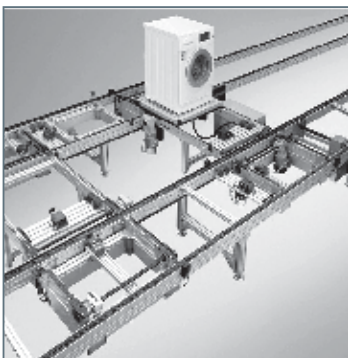


Promovišite svoj posao i predstavite Vašu kompaniju
Najnovije vesti, intervjui, reportaže sa sajmova u Srbiji i regionu, predstavljanje kompanija, sve na jednom mestu.

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

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

ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] [Brez nevarnosti pri zamenjavi cevovodov - www.fluid.de](http://www.fluid.de) - (Braun, P.: Keine Verwechslung - Schnellkupplungen verhindern Unfälle) - Netesni spoji v kemični industriji, zamenjava medicinskih in tehničnih plinov lahko povzročajo tudi katastrofalne nesreče za ljudi in okolje. Za zmanjšanje takšnih nevarnosti je najzanesljivejša uporaba nezamenljivih hitrih cevni spojk. V poštev pridejo mehanske, optične, elektronske ali kombinirane rešitve. Med svetovno uveljavljene izdelovalce tovrstnih hitrih cevni spojk spada nemško podjetje *Walther-Präzision*, ki ima v svojem programu cevne spojke za pnevmatiko, hidravliko, vodo, tehnične in medicinske pline ter druge fluide.
- [2] [Digitalizacija vzdrževanja hidravličnih naprav - www.fluid.de](http://www.fluid.de) - (Heini, G.: Digitalisierung im Service - Wie Digitalisierung den Hydraulik-Service verändert) - Podjetje za vzdrževanje hidravličnih naprav *Hydrobar* uspešno uporablja digitalizacijo za hitrejše in učinkovitejše vzdrževanje hidravlike na terenu. Potencial digitalizacije storitev na tem področju pa s tem še ni polno izkoriščen.
- [3] [Digitalno zdravje in medicinska tehnika - www.fluid.de](http://www.fluid.de) - (Lauther, F. ur.: Digital Health und Medizintechnik Wachsen zusammen - Vernetzte Medizin auf der Messe Compamed) - Medicinske tehnike brez stisnjene zraka in medicinskih plinov ter ventilske tehnike enostavno ni! Odgovori in rešitve, ki jih ponuja fluidna tehnika za zahteve digitalnega zdravja, so nazorno prikazani na sejmu medicinske tehnike Compamed, delu sejma Medica 2019 v Düsseldorfu, ZR Nemčija.
- [4] [Elektronsko krmilje za inteligentno hidravliko - www.kollmorgen.com](http://www.kollmorgen.com) - Ven z ventili! Uporabite raje elektromotorje! Podjetje *Kollmorgen* je za servoregulator vrste S700 razvilo novo rešitev pogona in krmiljenja hidravličnih naprav. Nova tehnika izboljša energijsko učinkovitost aplikacij, ki omogočajo veliko gostoto moči hidravličnih naprav. Dodatni značilnosti pa sta regulacijska natančnost in večja trajnost naprav. Referenčni prispevek o tej zanimivosti je: Depping, J.: Motion Control für die intelligente Hydraulik - O + P Fluidtechnik 64 (2020), 1-2, str. 30.
- [5] [Gradbeni stroji, bolj prijazni do okolja - www.fluid.de](http://www.fluid.de) - (Davis, A.: Ready to takeoff - Aus der Flugtechnik lernen und Umweltbelastung reduzieren) - Brez težkih gradbenih strojev pri izvajanju gradbenih projektov seveda ne gre. Ti pa zahtevajo prostor, so hrupni in izpuščajo umazane in strupene pline. Če upoštevamo izkušnje in konstrukcijske koncepte iz letalske tehnike, so lahko bagerji in drugi gradbeni stroji veliko manj obremenjujoči za okolje. Pri tem pridejo še posebej v poštev novi koncepti snovanja hidravličnih naprav z zamenjavo centralnih sistemov napajanja z več manjšimi ločenimi napravami in uporabo izdelovalnih postopkov s 3 D tiskanjem.
- [6] [Hitro vzdrževanje hidravličnih valjev - www.fluid.de](http://www.fluid.de) - Tekampe, J.: Schnelle Zylinder-Wartung-XXL-Drehmomentschlüssel für die Hydraulikzylinder Wartung - Fluid 52 (2019) 05 - str. 19) - Z novim strojem naj bi bilo strokovno vzdrževanje velikih hidravličnih valjev mogoče v eni uri. Pri montaži in demontaži odpade potreba po izračunih navorov za tlak, zasuk in drugih veličin.

16.-18.2.2021

GR, Ljubljana, Slovenija

IFAM

INTRONIKA

Robotics

ICT4Industry



powered by

icm

www.icm.si

Gremo digitalno. Zdaj!

Elegantno inženirstvo s »Cabinet Guide Online«

FESTO



**Konfigurirajte
in naročite
zdaj!**

**Vi cenite hitre inženirske procese?
Vi pričakujete ustrezne rešitve?
Mi imamo pravo orodje za vas.**

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

Učinkovito, intuitivno in hitro: ustrezna krmilna omarica v samo nekaj minutah!
»Cabinet Guide Online« revolucionira inženirski proces pri namenskih rešitvah krmilnih omaric za procesne ventile in vodno tehnologijo. Preprosto vnesite podatke za svojo aplikacijo in inteligentni konfigurator bo avtomatično izračunal ustrezno rešitev, vključno s CAD modelom in shemo vezja.

→ www.festo.com/cabinets-water

Festo, d.o.o. Ljubljana
Blatnica 8
SI-1236 Trzin
Telefon: 01/ 530-21-00
Telefax: 01/ 530-21-25
Hot line: 031/766-947
sales_si@festo.com
www.festo.si