

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 28 / 2022 / 5 / Oktober

Raziskovalne platforme Fakultete za strojništvo Ljubljana

Trajno-dinamični elastokalorični regeneratorski ventil

Filtrirni materiali in ionske hidravlične tekočine

Proporcionalni hidravlični ventili

PPT commerce, d.o.o., Celovška cesta 334, 1210 Ljubljana – Šentvid
 tel. 01/ 514 23 54, fax 01/ 514 23 55, gsm 041 639 008
 e-mail: info@ppt-commerce.si, www.ppt-commerce.si

ppt commerce
 HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA
 PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za strojništvo



ZAVORNE REŠITVE

Vrhunske zavorne rešitve za traktorje, off-road vozila in prikolice z dvolinijskim sistemom, zasnovane in proizvedene v Sloveniji

VSESTRANSKOST / VARNOST / ENOSTAVNOST UPORABE / ERGONOMIJA



Ventil za delavno zavoro



Ventil za parkirno zavoro



Ventil za polnjenje akumulatorja



Zavorni ventil za dvolinijski zavorni sistem – traktor



NOVO



Poclain Hydraulics d.o.o.
Industrijska ulica 2, 4226
Žiri, Slovenija
+386 (0)4 51 59 100

www.poclain-hydraulics.com



ČAS BEŽI, SPREMEMBE SO STALNICA, MLAJŠE SE STARA, STARO ODMIRA; TAKŠNA JE NARAVA ŽIVLJENJA IN MI SMO DEL NJE



Petnajsto leto teče, kar sem sprejel vabilo takratnega dekana, da prevzamem glavno in odgovorno uredništvo revije Ventil. Od takrat do zdaj smo nekajkrat spremenili uredniški odbor, spreminjali smo zunanjo podobo revije, menjali so se oglaševalci, avtorji znanstvenih in strokovnih člankov in verjetno tudi bralci, čeprav tega slednjega ne bi želeli. Vsebina revije pa je ostala nespremenjena, še vedno pokriva širše področje strojništva in tehnike in je po naši oceni še vedno aktualna za akademsko sfero in za industrijo.

Vsem bralcem se v imenu uredništva iskreno zahvaljujem za branje naše revije, še posebno tistim, ki so nas pohvalili in so naši zvesti bralci že vrsto let. Poleg pohvale za vsebino smo dobili tudi številne pohvale za uvodnike in za razmišljanje, ki ga je nastavila vsebina uvodnika. Uradnih kritik na vsebino uvodnikov pa skoraj ni bilo. V vseh teh petnajstih letih smo dobili le eno in še ta je bila po vseh merilih neupravičena, ker je bila osnovana na osebni in splošni mnenju.

V uvodnikih smo obravnavali številne teme, ki se tičejo življenja strojnikov, tehnikov in naravoslovcev. Sam trdim, da se nisem spuščal v politiko. Če pa menimo, da je na primer predlog za uvedbo več tehniških v šolske programe, spodbujanje mladih za študij tehnike in naravoslovja, ocena razpisa za terciarno izobraževanje ali pa razdelitev državnega denarja za razvoj in raziskave v industriji, porabo denarja za nevladnike s politično aktivnostjo namesto za tehniko ali pa opis kritične ocene organizacije OECD o našem šolstvu, o digitalni pismenosti naših državljanov, o uvrstitvi naših univerz na svetovni lestvici kakovosti, o obdavčitvi podjetnikov, politika, potem smo se ukvarjali tudi s politiko. Nikakor pa ne s političnimi strankami ali s kakšno politično agitacijo.

Pogosto smo pisali o slovenski tehniški besedi, o potrebi po pisanju znanstvenih člankov v slovenskem jeziku. Skušali smo spodbujati naše znanstvenike in tehniško inteligenco k snovanju novih slovenskih be-

sed za nove produkte in za nove storitve na področju tehnike. Tu vsekakor nismo bili uspešni. Slovenski znanstveniki zelo malo pišejo v slovenskem jeziku. Rešitev bi bila, da bi morali mladi slovenski raziskovalci na začetku svoje kariere za izvolitve v pedagoške in znanstvene nazive objaviti nekaj člankov tudi v slovenskem jeziku. S tem bi se krepil slovenski jezik in slovenski strokovni besednjak. V vsakem izvolitvenem obdobju bi moral vsak raziskovalec oziroma znanstvenik ali pedagog objaviti vsaj en članek s svojega področja v slovenskem jeziku, v slovenski periodični publikaciji.

Največ pozornosti smo s celotno vsebino revije namenili razvoju in raziskavam širšega področja strojništva, tehnike in naravoslovja. Naša velika želja in vsekakor potreba je, da moramo našo industrijo dvigniti na višjo raven. Tu mislimo predvsem na zvišanje dodane vrednosti našim proizvodom in na opravljenost storitev. Tu nas čaka še veliko dela.

Tudi v uvodnikih smo želeli, in tako bo tudi v prihodnje, opozoriti na težave, ki jih ima splošno strojništvo v praksi; to je na pedagoškem, znanstvenem, strokovnem področju na univerzah, raziskovalnih ustanovah in v industriji.

Revija Ventil je bila ustanovljena za promocijo fluidne tehnike, avtomatizacije in mehatronike. Večkrat so bili z različnih strani in od različnih ljudi predstavljeni predlogi za zamenjavo imena revije. A k sreči se ime ni spremenilo. Beseda ventil ima zelo širok pomen v strojništvu, v tehniki, v elektrotehniki, v znanosti in tudi drugje, na primer v vsakdanjem življenju, v psihologiji, zdravstvu, socialni in še marsikje. V prihodnje želimo nadaljevati z enako vsebino in jo razširiti še na druga področja strojništva. Zdaj je aktualno področje energetika in okolje. Prav okolje je močno povezano s strojništvom. Po eni strani moramo razvijati nove tehnologije, ki čim manj onesnažujejo okolje, in po drugi strani strojniki razvijamo naprave, ki boljšajo okolje: čistijo zrak, vode in druge medije, znižujejo jakost hrupa in drugo.

Vodstvo fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani je želelo pomladiti uredniški odbor in celotno vodstvo revije Ventil. V pogovoru smo prišli do zaključka, da sam ostajam kot glavni in odgovorni urednik še dve leti in da dosedanji pomočnik glavnega in odgovornega urednika, ki ga je do sedaj opravljal mag. Anton Stušek, nadomesti mlajši, izredni profesor dr. Miroslav Halilovič. Ocenjujem, da je to dobra zamisel za preprečitev praznine, ki bi nastala ob nenadni zamenjavi celotne ekipe.

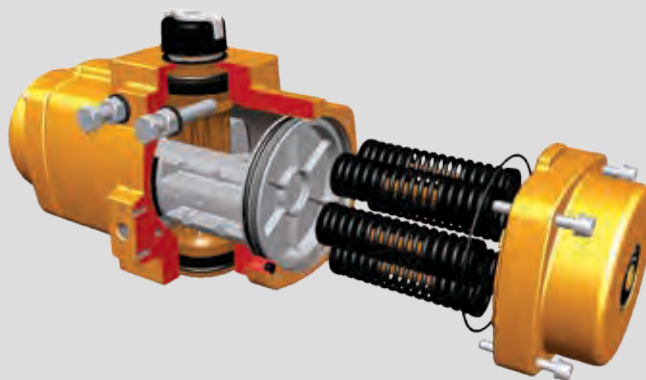
Janez Tušek




EMERSON[™]
 Process Management



EL Matic[™]



Field



BETTIS[™]



 **BIFFI**



FISHER



Dantorque

HYTORK

Shafer

ppt commerce

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA
 PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

PPT commerce, d.o.o.
 Celovška cesta 334, 1210 Ljubljana – Šentvid
 tel. 01/ 514 23 54, fax 01/ 514 23 55, gsm 041 639 008
 e-mail: info@ppt-commerce.si
www.ppt-commerce.si

DOGODKI • POROČILA • VESTI	298
PREDSTAVITEV	
Tanja Potočnik Mesarić Z raziskovalno platformo Zelena in varna mobilnost Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani podpira cilje evropskega zelenega dogovora	306
Jaka Tušek Trajno-dinamični elastokalorični regenerater z rekordnimi hladilnimi in grelnimi karakteristikami	308
NOVICE • ZANIMIVOSTI	311
HIDRAVLICNE TEKOČINE	
Darko Lovrec Združljivost filtrirnih materialov z ionskimi hidravličnimi tekočinami	322
HIDRAVLIČNI VENTILI	
Dominik Božič, Franc Majdič Razvoj miniaturnega proporcionalnega hidravličnega ventila za krmiljenje gibov humanoidnega robota	330
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Visoka čaistoča: Standardizirani elementi v izvedbi Hygienic Design (ELESA+GANter)	340
Ročaji M.2000-SWM (ELESA+GANter)	341
USB tlačni pretvorniki: GD4200-USB (INOTEH)	342
Generatorji vakuuma gpiCOMPACT®23 SMART (INOTEH)	343
E-MOBILNOST: ZIMMER GROUP ponuja rešitv e-avtomatiziranega delovanja na vseh področjih e-mobilnosti (INOTEH)	344
NOVOSTI NA TRGU	
Pametni pnevmatski pozicionirni zatič (ELESA+GANter)	345
Precizni tekalni valjčki (ELESA+GANter)	346
Vakuumsko prijemalo piCOBOT®L (INOTEH)	347
Emerson AVENTICS Serija AV03/05 v sinergiji s procesnimi ventili (La & Co.)	348
Emerson ASCO Serija 290D (Novak sistemi)	348
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Procesne svetlobne zavese za zaznavanje obdelovancev (FBS Elektronik)	350
Dvižna ogrodja in noge za ergonomska delovna mesta v proizvodnji (HENNLICH)	352
Vakuumske črpalke in sistemi (OMEGA AIR)	354
LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA	
Prva knjiga o bioniki v Sloveniji	356
Nove knjige	357
PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI	
Zanimivosti na spletnih straneh	358
ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE	320

9. POLETNO ŠOLO STROJNIŠTVA OBISKALO 91 OTROK

Poletne šole strojništva, letos že 9. po vrsti, se je udeležilo 91 osnovnošolcev in dijakov, od tega 9 deklet. Izbirali so lahko med 11 delavnicami, v okviru katerih so najprej zasnovali, izdelali in preizkusili svoj izdelek, po koncu poletne šole pa ga odnesli s seboj domov.



Na delavnici Pametna solarna rožica so udeleženci izdelali polnilno postajo na obnovljiv vir energije



Udeleženci delavnice Gradnja modela letala med preizkušanjem svojih letal v Tivoliju

V okviru Poletne šole strojništva, ki je potekala od 23. do 26. avgusta, je bilo izvedenih 11 delavnic: *Izdelava in modeliranje prenosne vremenske postaje; Gradnja in preizkušanje modelov avtomobilov; Pametna solarna rožica; Gradnja modela letala; 3D tiskanje izdelkov; Hidravlični mehki robot; Izdelaj mini vetrno elektrarno; Stirlingov motor – izziv za trajnostni razvoj; Izdelava enostavnega toplotnega pogonskega stroja; HPC-High Performance Computing in Modeliranje in izdelava lastnega pečatnika.*

V okviru delavnic so udeleženci spoznavali še orodje, kako ga varno uporabljati in katero profesionalno opremo uporabljamo na fakulteti. Udeleženci delavnice Izdelava enostavnega toplotnega pogonskega stroja so obiskali termoelektrarno Toplarna Ljubljana, tisti, ki so z nami preživljali čas tudi popoldne, pa so si med drugim ogledali podjetje Iskra Mehanizmi.

Številni so se Poletni šoli strojništva pridružili, ker jih zanima tehnika in razmišljajo, da bi nekoč strojništvo tudi študirali. Navdušenje nad ustvarjanjem na delavnicah in novimi izkušnjami so udeleženci s svojimi starši in drugimi sovrstniki delili na zaključni prireditvi, ki je potekala v zabavnem in izredno sproščenem vzdušju.

Poletno šolo strojništva podpira ZOTKS (Zveza za tehnično kulturo Slovenije) in EIT Manufacturing Hub Slovenia.

Tjaša Sterle Polak, UL,
Fakulteta za strojništvo

8. ŠTUDENTSKA TEHNIŠKA KONFERENCA ŠTeKAM

8. študentske tehniške konference »ŠTeKam« so se letos udeležili dijaki in študentje s sedmih gimnazij in fakultet: z Gimnazije Jurija Vege, Idrija, Fakultete za farmacijo UL, Zvezne gimnazije in zvezne realne gimnazije za Slovence v Celovcu, Tehniške gimnazije Lava, Celje, Fakultete za strojništvo UL, Fakultete za računalništvo in informatiko UL ter Fakultete za zdravstvo Angele Boškin.



Udeleženci konference ŠTeKam 2022

Na ŠTeKam je prispelo 18 prispevkov, predstavljenih je bilo 10. Udeleženci so po koncu predstavitev glasovali za najboljša prispevka in nazadnje izbrali kar tri (dva prispevka sta bila po številu točk izenačena):

Aljaž Robek, Miha Brojan: Ravnovesna stanja prisekanih antistožcev

Jan Kupnik: 3D tiskani polimerni termični aktuator
Jurij Šegel, Miha Brojan: Experiments and numerical analysis on membrane wrinkling under simple shear

Vsi prispevki bodo objavljeni v konferenčnem zborniku in vpisani v sistem Cobiss pod tipologijo Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci. Študenti in dijaki bodo lahko sodelovanje na konferenci

uveljavljali kot izjemen dosežek, kar je eden izmed pogojev za pridobitev Zoisove štipendije. Z vpisom članka v Cobiss pa bodo vsi udeleženci pridobili uradno dostopno referenco o znanstvenem raziskovanju.

Nad organizacijo konference že od vsega začetka bdi uredniški odbor v sestavi: doc. dr. Tomaž Berlec, izr. prof. dr. Miha Brojan in doc. dr. Boštjan Drobnič.

Vsem udeležencem konference iskreno čestitamo!

Prihodnje leto bo potekala že 9. Študentska tehniška konferenca ŠTeKam.

www.fs.uni-lj.si

MEHKA ROBOTIKA NA POLETNI ŠOLI STROJNIŠTVA

Na Poletni šoli strojništva na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani že dolgo sodelujemo tudi zaposleni v Laboratoriju za fluidno tehniko. V okviru tedenskega dogajanja skušamo mlade navdušiti za hidravliko ter druge panoge, ki spadajo pod širok pojem strojništvo. Ob vedno naraščajoči potrebi po kakovostnih inženirjih se nam zdi zelo pomembno, da mladim že zelo zgodaj poskušamo pokazati, kje vse se strojništvo dotika naših življenj in kako lahko sodelujejo pri grajenju naše skupne prihodnosti.



Mehko robotsko prijemalo na roki udeleženca med testiranjem

Ob sodelovanju z ameriško fakulteto Rowan se nam je porodila ideja o izdelavi hidravličnega mehko-hidravličnega robota. Mehka robotika se razlikuje od klasične robotike v tem, da glavni sestavni deli niso toga telesa, ampak deformabilne strukture, ki ob ustreznem vodenju opravljajo določene funkcije. Ker so torej nekateri deli namenoma deformabilni, lahko z mehko robotiko dosežemo to, česar s konvencionalno robotiko skoraj ne moremo ali pa samo v zelo omejenem obsegu. Klasična robotika namreč ni prilagodljiva na nepredvidene okoliščine in je dobra predvsem v stalnem ponavljanju v naprej določenih gibov. Čim pa se pred klasičnim robotom pojavi zahteva po nekonvencionalnem gibu, potrebuje pomoč operaterja ali pa te naloge ni sposoben opraviti.

Prav zato smo želeli mladim predstaviti tudi to stran strojništva, ki bi jih skozi poučno in ne preveč zapleteno izdelavo pripeljala do uporabne enote mehkega, pnevmatsko krmiljenega robotskega prijemala. Večina sestavnih delov je bila izdelana s postopkom 3D tiska plastike in mehke gume. S tem, ko smo se odločili, da si večino sestavnih delov natisnemo kar v laboratoriju, smo se izognili zapletenemu postopku naročanja materiala, preoblikovanja in logistike.

Potrebovali smo le ustrezen material (polnila) in 3D tiskalnik, ki smo ga v laboratoriju že imeli.

Zasnovali smo enostavno pnevmatično prijemalo, ki se napaja s tlakom zraka iz medicinske brizge. Prijemalo ima tri prste in je povsem mobilno, saj se preko enostavnega oblazinjenega elementa (uporabljen nogometni ščitnik) pritrdi na roko tistega ki napravo upravlja. V eni roki upravljalec drži brizgo, ki jo z drugo roko polni ali prazni, glede na to, ali želi s prijemalom določeni predmet dvigniti ali izpustiti.

Ob začetku poletne šole smo udeležencem najprej predstavili laboratorij in različna področja, s katerimi se ukvarjamo. Nato smo jim predstavili modeliranje v programskem okolju SolidWorks ter izdelavo tehniške dokumentacije, ki je zelo pomemben del strojniške prakse. Udeleženci so nato po navodilih mentorjev sami izdelali nekatere sestavne elemente ter naredili sestav, s katerim so preverili, ali se mere in s tem vsi sestavni elementi ujemajo tudi v merilu drug glede drugega. Nato smo jim predstavili



3D natisnjeni glavni sestavni deli mehkega robotskega prijemala

osnove 3D tiska in kakšne možnosti ponuja ter prednosti in slabosti izdelave s tem postopkom. Z zanimanjem so poslušali in nato sami pripravili navodila za 3D tiskalnik (G-kodo). Mentorji smo jih tudi poučili, kaj pomenijo posamezni deli G-kode in kako jih stroj bere in izvaja ukaze. Sledil je tisk izdelkov, s katerim smo ugotavljali, ali so bili nastavljeni parametri ustrezni in kje bi lahko naš program še izboljšali. Udeleženci so nato na treh tiskalnikih natisnili vse sestavne dele iz trde plastike PLA ter iz mehkega filameta TPU 85A pnevmatične prste prijemala. Zavedali smo se, da je treba za končno uporabnost naprave zagotoviti čim boljše tesnjenje celotnega sistema, ki je pod tlakom, in zato smo natisnjene prste po notranjih stenah zatesnili s silikonom. Vsi udeleženci so pnevmatična prijemala med 4-dnevno poletno šolo izdelali, sestavili in jih celo preizkusili na testu spretnosti in preciznosti. Zadnji dan so opravljeno delo tudi predstavili svojim staršem.

Glede na odziv udeležencev in njihovih staršev ocenjujemo letošnjo poletno šolo kot uspešno, saj smo se projekta lotili od popolnega začetka. Poleg uspešnosti pri izvedbi poletne šole smo tudi zaposleni v laboratoriju dobili nov zagon za raziskave na področju mehke robotike, sploh v povezavi s pnevmatiko in hidravliko.

Jan Bartolj, Ana Trajkovski, Franc Majdič,
vsi UL, Fakulteta za strojništvo



POPULARNA KNJIGA

ARDUINO 2



Začetni koraki in praktični
Arduino projekti
za vsakogar!

<https://svet-el.si>



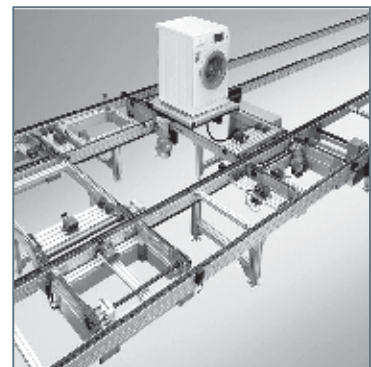
Rexroth

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

STIČIŠČE ZNANOSTI IN GOSPODARSTVA, PROJEKT MIZŠ NA 54. MEDNARODNEM SEJMU MOS

Na 54. Mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti (MOS), ki je potekal v Celju od 14. do 18. septembra, so se že petič v »Stičišču znanosti in gospodarstva« predstavile poglavne raziskovalne inštitucije v Sloveniji. Letos je bil poseben poudarek na predstavitvi znanstvenih dosežkov inštitutov, fakultet in univerz in visoko tehnoloških podjetji. Predstavilo se je več kot 40 partnerjev, v to so všteti različni odseki in laboratoriji inštitutov in fakultet Centri odličnosti in SRIP – Zdravje ter pisarne in centri za prenos tehnologij in seveda visokotehnološka podjetja in različna združenja.



Stičišče znanosti in gospodarstva je bilo zanimivo tudi za mlade obiskovalce sejma

Predstavljeno je bilo več kot 100 inovacij in izdelkov, npr. nove tehnologije in tehnološki procesi, ter novi poklici in izobraževalni programi. Predstavljene so bile tudi Industrija 4.0 in prihajajoča Industrija 5.0 in »Družba 5.0«, digitalizacija in digitalna preobrazba in pot v digitalno konvergenco. Prikazane so bile tudi konvergenčne tehnologije NBIC in DARQ in tudi potreba po nabavi opreme za »Protosko terapijo«. Obiskovalci so se lahko seznanili tudi s področji, povezanimi z inovacijami in izdelki in sicer elektronike, mehatronike, avtomatike, robotike, energetike, IKT, nanotehnologije, bionike, vesoljske tehnologije in drugo.

V okviru »Stičišča znanosti in gospodarstva« sta bila predstavljena oba slovenska nanosatelita Trisat in Trisat – R, ki sta že v vesolju in sta nastala v odličnem sodelovanju in povezovanju med Univerzo v

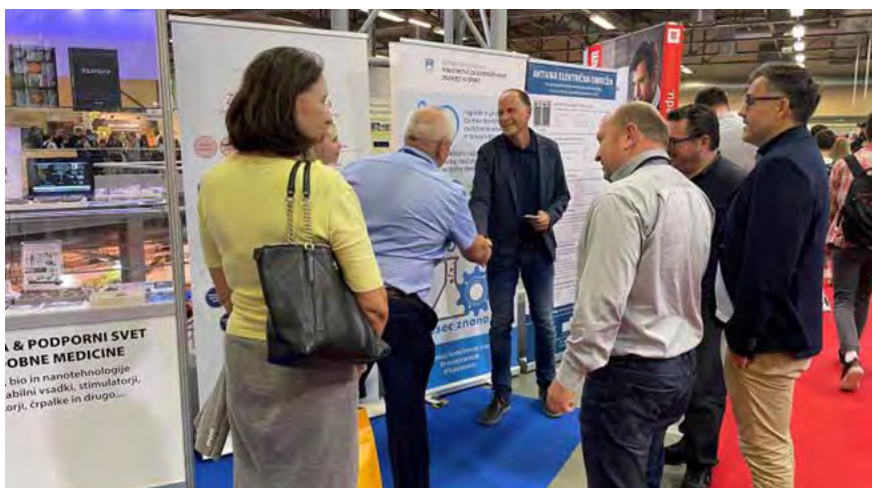
Mariboru (FERI) in visokotehnološkim podjetjem SkyLabs. Bionika je bila predstavljena kot podporni svet sodobne medicine. Podeljena so bila priznanja Celjskega sejma in kar tri priznanja so bila podeljena znotraj »Stičišča znanosti in gospodarstva«. Bronasto priznanje je za inovacije prejel Kemijski inštitut iz Ljubljane. Srebrno priznanje je prejelo visokotehnološko podjetje SkyLabs iz Maribora. Zlato priznanje sta prejela Janez Škrlec in prof. dr. Aleš Holobar iz FERI – Univerze v Mariboru. Priznanje je bilo podeljeno za inovacije na področju bionike s poudarkom na človeški bioniki kot podpornem svetu sodobne medicine. Bionika je bila predstavljena tudi s pomočjo virtualnega bioničnega človeka in prve izdaje slovenske knjige o bioniki pri nas.

Med bolj izstopajoče v okviru »Stičišča znanosti in gospodarstva« lahko uvrstimo: FERI – Univerza v



Podeljena priznanja v okviru »Stičišča znanosti in gospodarstva«

Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Institut Jožef Stefan (z različnimi odseki), Kemijski inštitut v Ljubljani (z različnimi laboratoriji), CO Nanocenter, CO Namaste, IJS CTT, SISEGIZ, ZRS Bistra Ptuj, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede UM, Visoka šola za bioniko na Ptuj, NIB, FS - UM in FS - UL in drugi. Med podjetji izstopajo: Skylabs d.o.o, Mycold,d.o.o, PS d.o.o iz Logatca, Miel elektronika d.o.o, Inea d.o.o, Nanotul d.o.o, Cosylabsd d.o.o, ADD ProS d.o.o, RLS d.o.o, Makro Team d.o.o, Inkubator d.o.o iz Sežane, Dobre rešitve d.o.o, EKOSEN d.o.o, EUREL d.o.o, Bucik d.o.o, Intri d.o.o, Inkubator d.o.o, revija IRT 3000, Ventil, Finance - Tovarna leta in drugi.

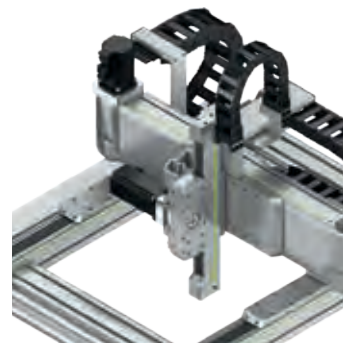


Obisk predstavnikov MIZŠ (Direktorata za znanost)

Stičišče znanosti in gospodarstva so obiskali posamezni ministri, državni sekretarji, delegacija MIZŠ, predstavniki inštitutov, fakultet, univerz in drugih inštitucij. V času sejma je bilo na razstavnem prostoru MIZŠ približno 60 predstavnikov različnih inštitucij. Letos je bil zabeležen tudi največji obisk doslej v času trajanja projekta MIZŠ. Lahko tudi poudarimo dejstvo, da so bili med obiskovalci v velikem številu tudi mladi, dijaki, študenti, raziskovalci in tudi mladi podjetniki.

Janez Škrlec
Uredništvo revije Ventil

HIWIN®



Gibanje je naša strast.

Najti pravi in najučinkovitejši način gibanja je naše delo. Izdelujemo in dostavljamo izdelke za pogonsko tehnologijo; od posameznih komponent do mehatronskih sistemov. Po vsem svetu.

hiwin.si

OBČNI ZBOR SDFT – PRETEKLOST ZA PRIHODNOST

V organizaciji Laboratorija za fluidno tehniko (LFT) je na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani (FS-UL) 4. oktobra 2022 potekal občni zbor Slovenskega društva za fluidno tehniko (SDFT). Na občnem zboru smo razrešili prejšnje in izbrali nove člane Izvršnega odbora (IO) ter Nadzornega odbora (NO) društva.



Slika 1: Utrinek z občnega zbora SDFT

V uvodu je mag. Anton Stušek, pobudnik ustanovitve SDFT, orisal čas pred ustanovitvijo in neposredno po ustanovitvi društva ter obdobje, v katerem se že skoraj 30 let srečujemo uporabniki, ponudniki in ljubitelji s področja fluidne tehnike ter člani izobraževalnih ustanov, ki se ukvarjajo s to tehniko.

Intenzivnost srečanj in aktivnosti SDFT nasploh je v zadnjem desetletju, z izjemo podelitve priznanj diplomantom s področja fluidne tehnike, skorajda zamrla. Vzroki za takšno stanje so pri nekaterih članih IO in NO SDFT zaradi preobremenjenosti z vsakdanjim delom, pri drugih pa so posledica spremembe »delovno-življenjskega statusa«. Navkljub zatečenemu stanju posamezniki vendarle želimo dolgoletno delovanje društva poživiti in ga ohraniti. Zato smo pred občnim zborom v okviru pripravljanih aktivnosti izvedli obširne pogovore o možnostih in smiselnosti delovanja ter obstoja SDFT. Na obstoječe in potencialne članice in člane (predvsem iz gospodarstva) smo se obrnili z vprašanji na temo smiselnosti delovanja, pripravljenosti osebno prispevati k (p)oživitvi in delovanju društva ter podpori pri izvedbi dogodkov in srečanj ter širjenju informacij o poslanstvu društva.

Povratne informacije so nam omogočile, da smo razrešili dosedanje ter izvolili nove člane IO in NO SDFT. Za člane IO so bili izvoljeni: dr. Darko Lovrec (FS-UM), ki prevzema funkcijo predsednika, dr. Franc Majdič (FS-UL) pa podpredsednika. Drugi člani IO so še Sandi Grobelnik (UNIFOREST d.o.o.), Uroš Pečnik (Cinkarna Celje d.d.), Matej Erznožnik (Poclain Hydraulics, d. o. o.), dr. Vito Tič (FS-UM) kot tajnik SDFT in Dragan Grgič kot podpredsednik. Po statutu SDFT ima društvo dva podpredsednika, aktualni podpredsednik je praviloma naslednji predsednik društva, prejšnji predsednik pa je v funkciji drugega podpredsednika. Člani NO SDFT so mag. Milan Kopač (nekdanji član Kladivar, d. o. o. in Poclain Hydraulics, d. o. o.), Kristijan Pipan (La&Co, d. o. o.) ter mag. Anže Čelik (Poclain Hydraulics, d. o. o.). Mandat članov IO in NO je dvoleten.

Ob soglasni izvolitvi je aktualni predsednik IO SDFT v kratkih alinejah podal osnovne smernice delovanja SDFT v obdobju 2022–2024: pregledati dejansko stanje članov društva, zasnovati aktivnosti društva, posodobiti spletno stran in z raznimi aktivnostmi pričeti pridobivati nove zainteresirane člane. Njegova naloga v dvoletnem obdobju bo oživitev de-



Slika 2 : Udeleženci občnega zbora na velikem odru Gallusove dvorane Cankarjevega doma



Slika 3 : Ogljed tehnike v prostoru pod odrom Gallusove dvorane

lovanja, pri čemer bodo nekatere aktivnosti izpeljane že v tem letu. Neformalni občni zbor se je nadaljeval tudi ob malici, ko so bili podani številni koristni predlogi za nadaljnje delo. Za prevzem naloge gostitelja in soorganizacijo občnega zbora SDFT se Laboratoriju LFT zahvaljujem v imenu vseh udeležencev zbora.

Po končanem občnem zboru je sledila še strokovna ekskurzija – ogled zakulisja in odrske tehnike Cankarjevega doma. Zaradi ko-

legialnosti in strokovnosti naših gostiteljev, Klemna Vehovarja in Petra Drašlerja iz Cankarjevega doma, oddelka za strojne sisteme, nam je bil omogočen pogled na kulturo in umetnost z drugačne perspektive: na obsežno tehniko, nameščeno za, pod in nad premični oder največje, Gallusove dvorane. Odrske segmente in celoten oder v Gallusovi dvorani premika tako vertikalno kot horizontalno in ga tudi obrača zelo obsežna in zahtevna hidravlična pogonsko-krmilna tehnika z ustrezno pro-



Slika 4 : Pogonski stroj z dvanajstimi črpalkami omogoča napajanje posameznih segmentov odrskega prostora

gramsko opremo. V tej kombinaciji lahko dogajanje na odru zaživi v vsej svoji sporočilnosti in učinku.

Upam, da bo to kratko poročilo spodbudilo zanimanje za problematiko upravljanja z odrsko tehniko, tako strojne kot tudi programske opreme, in dodatno utrdilo sodelovanje članov naše stroke s Tehničnim sektorjem Cankarjevega doma.

Dragan Grgić, Nevija, d.o.o.,
Maribor

Z RAZISKOVALNO PLATFORMO ZELENA IN VARNA MOBILNOST FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI PODPIRA CILJE EVROPSKEGA ZELENEGA DOGOVORA

Tanja Potočnik Mesarič

Evropska komisija je sprejela sklop predlogov za pripravo podnebne, energetske, prometne in davčne politike EU na zmanjšanje neto emisij toplogrednih plinov za vsaj 55 % do leta 2030 v primerjavi z ravnmi iz leta 1990 s posebnim poudarkom na trajnostni mobilnosti za vse (vir: EU).



Raziskovalna platforma Zelena in varna mobilnost

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani¹ se zaveda svoje pomembne vloge in družbene odgovornosti pri doseganju zastavljenih ciljev Evropskega zelenega dogovora,² zato je v od-

ziv na izzive, s katerimi se zdaj srečujejo gospodarski subjekti, fakulteta oblikovala raziskovalno platformo *Zelena in varna mobilnost*.³ S platformo fakulteta ponuja svoje raziskovalne ka-

pacitete (specializirano in najaktualnejše znanje iz stroke ter vrhunsko raziskovalno opremo) v sodelovanje partnerjem iz gospodarstva in akademskega okolja. Platforme nastopajo pod skupnim sloganom »Welcome to the Future« (Dobrodošli v prihodnosti), saj s svojim sodelovanjem partnerje popeljejo točno tja - v prihodnost, kjer pomagamo uresničevati cilje Evropskega zelenega dogovora!

Raziskovalna platforma *Zelena in varna mobilnost* se osredotoča na premike v smeri doseganja trajnostne, pametne in varne mobilnosti. Cilj platforme je, da se skupaj s partnerji iz gospodarstva usmerijo v čisto in krožno gospodarstvo in dosežejo okolje brez onesnaževanja in strupenih snovi.

Specializirano ekipo s skoraj 100 raziskovalci sestavljajo uveljavljeni raziskovalci, postdoktorski in doktorski študenti, skupaj z najsodobnejšo opremo pa zagotavljajo edinstveno strokovno znanje in zmogljivosti za premaganje izzivov Evropskega zelenega dogovora.

Dr. Tanja Potočnik Mesarič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Contact us to get your challenges solved!
www.fs.uni-lj.si rr@fs.uni-lj.si
 Follow us on     



University of Ljubljana
 Faculty of Mechanical Engineering

Raziskovalna platforma Zelena in varna mobilnost predstavlja učinkovit ekosistem za inovativne raziskave, ki so bistvene za spremembo paradigem na področju elektrifikacije pogonskih sklopov:

- ▶ napredni zelo zanesljivi modeli omogočajo učinkovito snovanje novih produktov ter s tem identifikacijo optimalnih pristopov že v začetni fazi razvoja produkta;
- ▶ napredni digitalni dvojčki in virtualna tipala omogočajo do sedaj še nepredstavljivo natančno spremljanje in nadzor nad sistemi in posameznimi komponentami.

Udobje in varnost v mobilnosti zagotavlja platforma s sinergijo različnih sistemov in strukturnih rešitev v modernih vozilih. Raziskave v sklopu te platforme uvajajo trajnostno naravnane lahke konstrukcije za zagotavljanje varnosti in udobja z majhnimi emisijami toplogrednih plinov v celotnem življenjskem ciklu ter izboljšanje varnosti delovanja baterij pri njihovi uporabi, saj s svojimi algoritmi zmanjšajo

verjetnost potencialno nevarnih dogodkov, pri čemer ohranjajo življenjsko dobo baterij.

S svojim strokovnim znanjem pomagajo pri naprednem oblikovanju, modeliranju in proizvodnji komponent in sistemov z naprednimi materiali. Osredotočajo se na njihovo modeliranje in preizkušanje, da bi ovrednotili njihov vpliv na okolje. V prizadevanju za okolje brez onesnaževanja in strupenih snovi jim implementacija eksperimentalnih postopkov in postopkov modeliranja v opisih življenjskega cikla omogoča zmanjšanje CO₂ in drugih emisij.

Vabljeni torej k sodelovanju z vrhunsko ekipo raziskovalcev Fakultete za strojništvo, ki se samo v zadnjih petih letih lahko pohvali z 19 mednarodnimi projekti (Horizon 2020, Horizon Europe), 17 nacionalnimi raziskovalnimi projekti (Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije – ARRS) ter 29 projekti v sodelovanju z gospodarstvom. Pišite na rr@fs.uni-lj.si in sodelujemo pri reševanju izzivov Evropskega zelenega dogovora!

¹ Univerza v Ljubljani, katere del je tudi Fakulteta za strojništvo, je osrednja, najstarejša in največja visokošolska ter znanstvenoraziskovalna ustanova v Sloveniji s kar tridesetimi odstotki vseh registriranih raziskovalcev (po podatkih baze SICRIS). Univerza se uvršča med najboljše univerze na svetu po različnih rangirnih lestvicah (vir: UL).

² UL, Fakulteta za strojništvo ima vsako leto okoli 50 mednarodnih projektov (tudi najprestižnejše, kot so ERC) ter okoli 170 projektov v sodelovanju z gospodarstvom, kar se izraža v vsako leto večjem številu izvirnih znanstvenih člankov z najvišjimi faktorji vpliva in tudi v naraščajočem številu patentov. To fakulteto uvršča v sam vrh znanstvenoraziskovalne dejavnosti Univerze v Ljubljani.

³ Druge raziskovalne platforme so: Tovarne prihodnosti, Zdravje ter Trajnostna energija.

Mladi slovenski znanstveniki in raziskovalci so v svetu in seveda tudi doma vedno bolj uspešni, prodorni in prepoznavni. Delajo na zelo raznolikem področju. Veseli nas, da so številni, ki raziskujejo in ustvarjajo znanost tudi na strojniškem področju. Med temi jih kar nekaj, ki delujejo v okviru Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani. V naši reviji Ventil jih redno spremljamo, objavljamo njihove dosežke, poročamo o njihovih uspehih in opisujemo njihove raziskave.

V tokratnem prispevku opisujemo zadnji dosežek doc. dr. Jaka Tuška in njegove raziskovalne skupine, ki so svoje dosežke že večkrat predstavil v uglednih mednarodnih revijah. Tokrat bomo predstavili njihov zadnji uspeh, ki so ga dosegli z raziskovalno razvojnim delom in dobljene rezultate objavili v prestižni mednarodni reviji Joule, ki je med bolj imenitnimi revijami s tega področja, saj ima faktor vpliva v bazi podatkov SCI (Science Citation Index) kar 46.

Ta objava mladega znanstvenika doc. dr. Jaka Tuška in njegove ekipe je odmevala tudi v slovenski javnosti. O tem so poročali številni mediji. Med drugim je bil na radiu Val202 izbran za ime tedna. Izbor imena tedna je celoletna oddaja, v kateri lahko poslušalci VAL-a 202 vsak teden glasujejo za tri kandidate in kandidatke, ki jih predlaga uredništvo. Uredništvo izbira med različnimi uspešnimi ljudmi. Najpogosteje so to športniki, včasih zdravniki, ljudje, ki se ukvarjajo s humanitarno dejavnostjo in redkeje znanstveniki. S svojim raziskovalnim znanstvenim delom je bil Jaka Tušek na omenjeni radijski postaji v zadnjih letih že dvakrat ime tedna.

Doc. dr. Tušek je ob tej priložnosti za Val 202 povedal: »Gre za večletni razvoj, ki je vključeval številne strokovnjake z različnih področij, saj gre za zelo interdisciplinarno tematiko, ki zajema tako procesno strojništvo, konstruiranje, mehaniko kot znanost o materialih. V naslednjem letu bomo razviti elastokalorični regeneratori implementirali v tako imenovani predindustrijski prototip, ki bo omogočal učinkovito obremenjevanje in razbremenjevanje elastokaloričnih regeneracij ter s tem okolju prijazno hlajenje in ogrevanje«.

Uredništvo revije Ventil doc. dr. Jaku Tušku in njegovi skupini čestita in jim želi še nadaljnje uspehe pri njegovem raziskovalnem in znanstvenem delu.

Uredništvo

TRAJNO-DINAMIČNI ELASTOKALORIČNI REGENERATOR Z REKORDNIMI HLADILNIMI IN GRELNIMI KARAKTERISTIKAMI

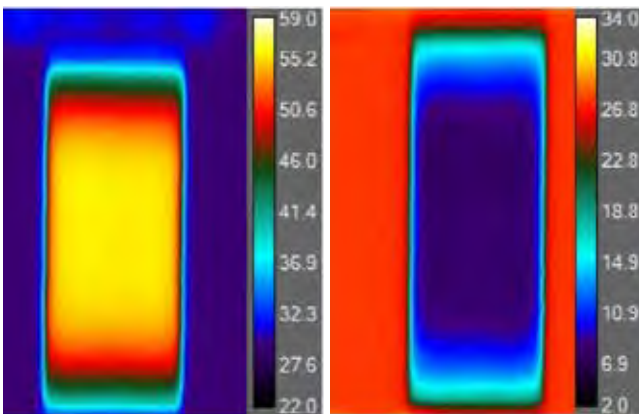
Jaka Tušek

V sklopu ERC projekta SUPERCOOL (Superelastične porozne strukture za učinkovito elastokalorično hlajenje) smo raziskovalci Univerze v Ljubljani, Fakultete za strojništvo predstavili razvoj in delovanje novega koncepta tlačno obremenjenega elastokaloričnega regeneracija za uporabo v hladilnih napravah in toplotnih črpalkah prihodnosti. Razvit elastokalorični regeneratori kot prvi na svetu izkazuje trajno dinamično delovanje ter hkrati rekordne hladilne in grelnne karakteristike, ki po svojih specifičnih lastnostih presegajo vse do sedaj izdelane kalorične hladilne naprave na svetu. Raziskava je bila 20. septembra 2022 objavljena v prestižni reviji Joule (IF = 46,048).

Doc. dr. Jaka Tušek, univ. dipl. inž.,
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
strojništvo

Članek je prosto dostopen na: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.08.011> in [https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(22\)00412-3](https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(22)00412-3).

Hlajenje, klimatizacija in ogrevanje so bistveni za sodobno družbo. V zadnjem desetletju globalne zahteve po hlajenju ter učinkovitem ogrevanju naraščajo eksponentno [1], a naša standardna parno-kompresijska tehnologija hlajenja in črpanja toplote je stara, relativno neučinkovita in še vedno uporablja okolju škodljiva hladilna sredstva. Zato je v zadnjem desetletju parno-kompresijska tehnologija hlajenja postala eden glavnih povzročiteljev učinka tople grede [2]. To pomeni, da smo se znašli v nekem začaranem krogu, saj čim bolj se hladimo, bolj se bo segrevalo ozračje in večje bodo potrebe po hlajenju. Za pogon klimatskih naprav v ZDA že zdaj porabijo več elektrike, kot je skupna poraba elektrike celotne Afrike. Ocenjuje se, da bo do sredine stoletja število klimatskih naprav po svetu iz današnjih 1,6 milijard narastlo na 5,6 milijard. S takšnim tempom naraščanja potreb po hlajenju bo raba energije za hlajenje leta 2060 preseгла skupno rabo energije za ogrevanje. Do konca stoletja jo bo preseгла za več kot 60 % [1].



Slika 1 : Prikaz elastokaloričnega učinka Ni-Ti cevke, merjenega z IR kamero, kjer se vidi segrevanje materiala med obremenjevanjem (levo) ter ohlajanje med razbremenjevanjem (desno)

Med alternativnimi tehnologijami v zadnjih letih velik potencial izkazuje elastokalorična tehnologija hlajenja in ogrevanja, ki temelji na izkoriščanju elastokaloričnega učinka med cikličnim obremenjevanjem materialov z oblikovnim spominom. Ko primeren material z oblikovnim spominom oziroma tako imenovan elastokalorični material (npr. zlitina Ni-Ti) z zunanjo silo obremenimo, se njena kristalna rešetka transformira iz avstenitne v martenzitno fazo. To je eksotermen proces, pri čemer se iz materiala sprosti latentna toplota, kar pri hitrem obremenjevanju (v bližini adiabatnih razmer) povzroči njegovo segrevanje (*Slika 1*). Do obratnega endotermnega procesa pride, ko material razbremenimo. Pri tem pride do povratne transformacije iz martenzitne v avstenitno fazo, kar pri hitrem razbremenjevanju privede do ohlajanja materiala (pod začetno temperaturo). Ciklično obremenjevanje / segrevanje ter razbremenjevanje / ohlajanje elastokaloričnega materiala lahko izkoristimo za aktivno hlajenje oziroma ogrevanje (črpanje toplote). Elastokalorični materiali so okolju

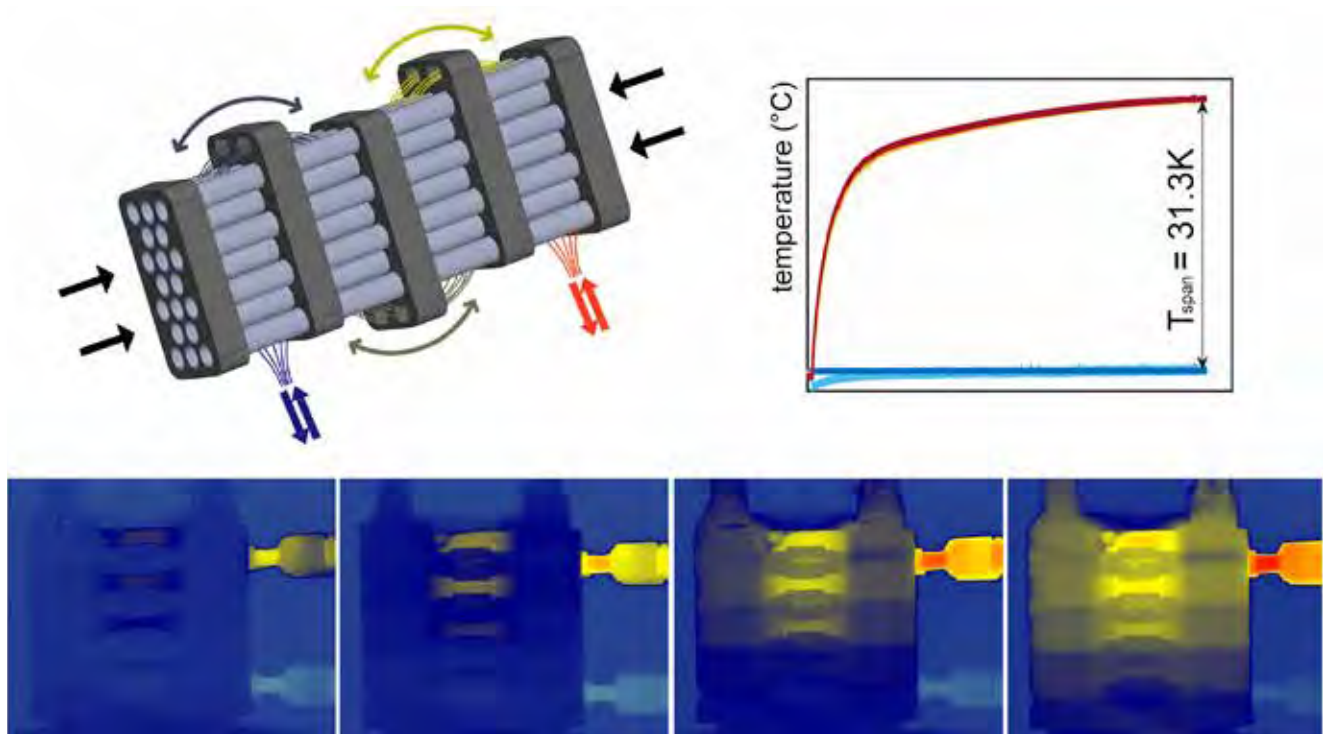
popolnoma neškodljivi, poleg tega pa je elastokalorična tehnologija lahko potencialno bolj učinkovita od parno-kompresijske. Pred nekaj leti je Ameriško ministrstvo za energijo med vsemi poznanimi alternativnimi tehnologijami hlajenja prav elastokalorično tehnologijo izbralo kot tisto, ki ima največji potencial, da v prihodnosti zamenja parno-kompresijsko tehnologijo hlajenja [3].

Ena glavnih omejitev elastokalorične tehnologije, ki trenutno preprečuje komercialno uporabo, je omejena življenjska doba materialov z oblikovnim spominom med cikličnim obremenjevanjem. Ocenjuje se, da mora v 10-letni življenjski dobi elastokalorična naprava opraviti več kot 10 milijonov obremenitev [4]. V osnovi lahko elastokalorični učinek generiramo z nateznim ali tlačnim obremenjevanjem elastokaloričnih materialov [5]. Glavna prednost nateznega obremenjevanja je možnost uporabe tankih struktur (žic ali ploščic), ki omogočajo hiter in učinkovit prenos toplote med elastokaloričnim materialom in medijem za prenos toplote, medtem ko je glavna slabost kratka življenjska doba natezno obremenjenih elastokaloričnih elementov. Znano je, da je lahko doba trajanja tlačno obremenjenih elementov zaradi preprečevanja rasti razpok med samim tlačnim obremenjevanjem bistveno daljša kot pri nateznem obremenjevanju [6]. Problem nastane, ker tankih struktur, ki omogočajo hiter in učinkovit prenos toplote, zaradi uklona ni možno tlačno obremeniti. Tu prihaja do izziva, kako izdelati elastokalorično napravo (regenerator), ki bo zaradi zahteve po trajnodinamičnem delovanju tlačno obremenjena in bo hkrati omogočala hiter in učinkovit prenos toplote, kar je pogoj za doseganje dobrih hladilnih / toplotnih karakteristik.

Kot odgovor na ta izziv smo raziskovalci Univerze v Ljubljani, Fakultete za strojništvo zasnovali in izdelali nov koncept elastokaloričnega regeneratorskega, ki temelji na tankostenskih cevkah zlitine Ni-Ti (*Slika 2*) [7]. Tankostenske cevke so se namreč izkazale kot



Slika 2 : Slika cevnega elastokaloričnega regeneratorskega



Slika 3 : Shematski prikaz cevnega elastokaloričnega regeneratorskega (zgoraj levo); prikaz razvoja temperaturnega razpona med toplo in hladno stranjo regeneratorskega, ko regeneratorskega deluje kot toplotna črpalka (zgoraj desno); prikaz delovanja elastokaloričnega regeneratorskega, posnetega s IR kamero od začetnih do stacionarnih pogojev (spodaj).

najboljši kompromis med strukturno stabilnostjo ob tlačnem obremenjevanju ter prenosom toplote [8, 9]. Razviti tlačno obremenjeni elastokalorični regeneratorskega lahko deluje kot hladilnik ali kot toplotna črpalka in izkazuje trajno dinamično delovanje (preko 300.000 obremenitvenih ciklov brez poškodbe ali poslabšanja delovanja). Regeneratorskega je dosegel 31,3 K temperaturnega razpona (Slika 3) ter preko 60 W hladilne / toplotne moči, kar glede na to, da uporablja zgolj 13,7 g elastokaloričnega materiala, predstavlja 4400 W na kg elastokaloričnega materiala. Glede na skupne specifične hladilne in toplotne karakteristike (na enoto mase uporabljenega materiala) razviti elastokalorični regeneratorskega presega vse do sedaj izdelane kalorične naprave na svetu, kar odpira vrata nadaljnjemu razvoju elastokalorične tehnologije za številne aplikacije, kot so klimatske naprave, toplotne črpalke in večji hladilni sistemi.

Literatura

- [1] Isaac, M., van Vuuren, D. P. (2009). Modeling global residential sector energy demand for heating and airconditioning in the context of climate change. *Energy Policy* 37, 507-521.
- [2] Coulomb, D., Dupont, J.-L., Marlet, V. (2017). The Impact of the Refrigeration Sector on Climate Change, 35th Informatory Note on Refrigeration Technologies.
- [3] Goetzler, W., Zogg, R., Young, J., Johnson, C. (2014). Energy savings potential and RD& D opportunities for Non-vapor-compression HVAC technologies. US Dep. Energy 3673.
- [4] Cui, J., Wu, Y., Muehlbauer, J., Hwang, Y., Radermacher, R., Fackler, S., Wuttig, M., Takeuchi, I. (2012). Demonstration of high efficiency elastocaloric cooling with large D Tusing NiTi wires. *Appl. Phys. Lett.* 101, 73904.
- [5] Kabirifar, P., Žerovnik, A., Ahčin, Ž., Porenta, L., Brojan, M., Tušek, J. (2019). Elastocaloric cooling: state-of-the-art and future challenges in designing regenerative elastocaloric devices. *J. Mech. Eng.* 65, 615-630.
- [6] Hou, H., Cui, J., Qian, S., Catalini, D., Hwang, Y., Radermacher, R., Takeuchi, I. (2018). Overcoming fatigue through compression for advanced elastocaloric cooling. *MRS Bull* 43, 285-290.
- [7] Ahčin, Ž., Dall'Olio, S., Žerovnik, A., Žvar Baškovič, U., Porenta, L., Kabirifar, P., Cerar, J., Zupan, S., Brojan, M., Klemenc, J., Tušek, J. (2022). High-performance cooling and heat pumping based on fatigue-resistant elastocaloric effect in compression. *Joule* 6, 1-20.
- [8] Porenta, L., Kabirifar, P., Žerovnik, A., Čebren, M., Žužek, B., Dolenc, M., Brojan, M., Tušek, J. (2020). Thin-walled Ni-Ti tubes under compression: ideal candidates for efficient and fatigue-resistant elastocaloric cooling. *Appl. Mater. Today* 20, 100712.
- [9] Ahčin, Ž., Liang, J., Engelbrecht, K., Tušek, J. (2021). Thermo-hydraulic evaluation of oscillating-flowshell-and-tube-like regenerators for (elasto)caloric cooling. *Appl. Therm. Eng.* 190, 116842.

PROF. DR. MIHU BOLTEŽARJU NAGRADA ZA ŽIVLJENJSKO DELO NA PODROČJU VISOKEGA ŠOLSTVA

Prof. dr. Miha Boltežar je ob svetovnem dnevu učiteljev prejel nagrado Republike Slovenije za življenjsko delo a področju visokega šolstva. Nagrade sta podelila minister za izobraževanje, znanost in šport dr. Igor Papič in predsednik odbora za podeljevanje nagrad dr. Boris Aberšek. Slavnostna govornica je bila predsednica Državnega zbora mag. Urška Klakočar Zupančič.



Utrinek s podelitve nagrad Republike Slovenije za življenjsko delo. (Avtor fotografije: STA)

»Red. prof. dr. Miha Boltežar je na področju izobraževanja v strojništvu aktiven že več kot 40 let in s svojim delom stalno prispeva h kakovostnim rešitvam na področju vzgoje in izobraževanja. /.../ Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani je nenehno izpopolnjeval pedagoški proces, posodobil več predmetov in prejel priznanje za kakovostno pedagoško delo. Je dolgoletni skrbnik doktorskega programa Strojništvo na Univerzi v Ljubljani in prejemnik zlate plakete Univerze Ljubljana. Ni pa mogoče spregledati niti dobrodelnega delovanja dr. Boltežarja, in sicer več kot 30 let sodeluje v okviru Likarjevega sklada. Prizadevanja in dosežki dr. Bol-

težarja na raziskovalnem, aplikativnem in pedagoškem področju izboljšujejo kakovost življenja vseh nas,« je v brošuri Nagrade Republike Slovenije na področju šolstva za leto 2022 navedlo Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.

Podeljenih je bilo 11 nagrad, in sicer pet za življenjsko delo in šest za izjemne dosežke na področju vzgoje in izobraževanja.

Prof. dr. Miha Boltežarju iskreno čestitamo!

www.fs.uni-lj.si

ZNANI PREJEMNIKI NAGRAD, PODELJENIH V 3 SEKCIJAH NA 15. MEDNARODNI KONFERENCI O PRENOSU TEHNOLOGIJ

Mednarodno strokovno komisijo za inovacijo z največjim tržnim potencialom z javnih raziskovalnih organizacij je najbolj prepričala skupina raziskovalcev s Kemijskega inštituta v sestavi *Maja Grdadolnik, Blaž Zdovc, David Pahovnik in Ema Žagar* s projektom "From polyurethane waste to high value added raw materials". Sledila ji je skupina raziskovalcev s poljske Gdynia Maritime University s članoma *Paweł Kołakowski in Grzegorz Rutkowski* s projektom "Innovative equipment of intervention/service watercraft: Mobile Electromagnetic Mooring System and Batychron".

Tekmovanja za inovacijo z največjim tržnim potencialom z javnih raziskovalnih organizacij se je udeležilo šest raziskovalnih skupin z Inštituta "Jožef Stefan", Kemijskega inštituta Univerze v Ljubljani (Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo UL), Nacionalnega inštituta za biologijo, iz tujine pa iz Gdynia Maritime University (Poljska) in Fondazione Bruno Kessler (Italija).

V ocenjevalni komisiji so bili *Alexandre Massart* (Blend Ventures), *Jurij Giacomelli* (META Ingenium), *Michel Neu* (CEA), *Nina Urbanič* (Slovenski podjetniški sklad) in *Vladimir Jančič* (Publikum Korpin). Pretekli prejemniki nagrade: <http://itc.ijs.si/past-awards/>

2 nagradi Svetovne organizacije za intelektualno lastnino WIPO

Ocenjevalna komisija za nagradi WIPO, ki so jo sestavljali Alojz Barlič iz Slovenskega urada za intelektualno lastnino, Nina Urbanič, Slovenski podjetniški sklad ter Christoph Kempf, Karlsruher Institut für Technologie, je izbrala prejemnike priznanj »WIPO Medal for Inventors« in »WIPO IP Enterprise Trophy« na podlagi dela kandidatov v preteklih desetih letih.

WIPO Medal for Inventors: Svetovna organizacija za intelektualno lastnino WIPO nagrado podeljuje kot priznanje raziskovalcem slovenskih javnih raziskovalnih organizacij, ki s patentno zaščitenimi izumi prispevajo k razvoju in blagostanju slovenskega gospodarstva ter družbe.

Nagrado je prejel *prof. dr. Miran Mozetič*, raziskovalec z Odseka za tehnologijo površin Inštituta »Jožef Stefan«, izumitelj s številnimi podeljenimi mednarodnimi patenti ter soustanovitelj podjetja Plasmadis, plazemska diagnostika in sistemi, d. o. o. Njegovo delo je vplivalo tudi na ustvarjena nova delovna mesta.



Podelitev nagrad za najboljšo inovacijo z javnih raziskovalnih organizacij v letu 2022:

dr. Špela Stres, IJS; Maja Grdadolnik, KI; Paweł Kołakowski, Gdynia Maritime University; dr. Marko Perdih, ARRS (spodaj), Blaž Zdovc, KI; dr. David Pahovnik, KI; dr. Ema Žagar, KI (zgoraj)

Foto: mag. Marjan Verč, Institut "Jožef Stefan", 2022

WIPO IP Enterprise Trophy: Namen priznanja je spodbujanje slovenskih podjetij k še bolj sistematični rabi sistema intelektualne lastnine, sodelovanju z javnimi raziskovalnimi organizacijami ter metodični uporabi intelektualne lastnine pri poslovanju.

Nagrado WIPO IP Enterprise Trophy je prejelo podjetje *Elan, d. o. o.* za dosežke na področju inovativnosti v zadnjih desetih letih, za aktivno sodelovanje z raziskovalnimi organizacijami in umestitvi številnih novih proizvodov z zaščitenimi intelektualno lastnino na trg.

O ITTC:

ITTC poteka v okviru multikonference Informacijska družba IS2022 (Information Society). Konferenca je potekala v sredo, 12. oktobra 2022, podelitev nagrad pa je bila izvedena v petek, 15. oktobra 2022.



Matjaž Žagar, Elan d. o. o., Ana Krstov, Urad RS za intelektualno lastnino, mag. Leon Korošec, Elan, d. o. o.
Foto: mag. Marjan Verč, Institut "Jožef Stefan", 2022

Osrednja tema letošnje konferenca je bila vloga pisarn za prenos tehnologij v povezavi z doseganjem čim večjega učinka znanosti, tehnologij in inovacij na družbo kot celoto, česar so se že z uvodnimi nagovori dotaknili slavnostni govorniki – dr. Tomaž Boh, generalni direktor direktorata za znanost z Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport, prof. dr. Boštjan Zalar, direktor IJS, in dr. Špela Stres z Instituta "Jožef Stefan".

Preko spletne povezave je udeležence nagovoril Michel Neu, mednarodno uveljavljeni strokovnjak na področju prenosa tehnologij iz francoske organizacije CEA (French Alternative Energies and Atomic Energy Commission). Ta z devetimi raziskovalnimi centri in preko 21.000 zaposlenimi velja za enega vodilnih prijaviteljev patentov v Franciji in v Evropi, pri čemer je osrednjega pomena njihovo sodelovanje z gospodarstvom, o čemer se je Michel Neu podrobneje razgovoril – od umeščenosti upravljanja intelektualne lastnine v strategijo CEA, preko podrobno razdelanega procesa sodelovanja s podjetji in vse do ustanavljanja zagonskih podjetij.

Posnetek začetnega dela konference:
<https://video.arnes.si/watch/nzkpwg6v4ry1>
Celotni program konference:
<http://itc.ijs.si/programme/>

Konferenca je potekala pod okriljem projektne poslovne mreže Enterprise Europe Network.

Center za prenos tehnologij in inovacij
na Institutu "Jožef Stefan"



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

PRVO SREČANJE REDNIH PROFESORJEV V POKOJU FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO V LJUBLJANI

Na prvem srečanju rednih profesorjev v pokoju se je v sproščnem pogovoru ob prigrizku in napitku razvila sproščena razprava in predloženo je bilo kar nekaj zanimivih mnenj in predlogov. Zato je prav, če so taka razmišljanja zapisana in predstavljena kot pobuda za naslednje srečanje. Srečanje je bilo 6. septembra 2022 v prostorih podjetja TKC, ki predstavlja zanimivo simbiozo aktivnega raziskovalnega dela profesorja s prenosom in uporabo znanja v industrijo.



Utrinek iz srečanja upokojenih rednih profesorjev Fakultete za strojništvo v Ljubljani

Profesorji so predstavili različna mnenja in vsako je vredno zapisa, saj predstavlja dragocena spoznanja in pogled na prehojeno pot, ki je bila v marsičem široko vpeta v slovenski prostor. Navedena so v posameznih odstavkih in predstavljajo mnenje enega profesorja ali več profesorjev, skoraj vsak od njih pa je imel na predstavljenja mnenja svoj pogled. Razumljivo je, da zaradi bogastva časa in sprememb, ki so jih doživeli, lahko tak zapis zajame samo del vsebine, ki je bila predstavljena na omizju.

Fakulteta za strojništvo v Ljubljani deluje že več kot sto let. Po ustanovitvi univerze v Ljubljani leta 1919

je delovala v okviru tehnične fakultete. Od začetka šestdesetih let pa deluje kot samostojna fakulteta v okviru Univerze v Ljubljani.

Potem ko je študij strojništva postal ena od disciplin tehničnih znanosti tudi v Sloveniji, je nastala prostorska stiska v stavbi, zgrajeni leta 1939. V šestdesetih letih prejšnjega stoletja se je takratno vodstvo po odločitvi pripravilo vso dokumentacijo, prebrodilo vse prepreke in zgradilo novo zgradbo, kjer se je začel študij v študijskem letu 1970/71. Tako je strojništvo dobilo nov zamah v slovenskem prostoru z novimi predavalnicami in prostori za raziskovanje,

bil je postavljen temelj za znanstvenoraziskovalno dejavnost, ki mu je sedanja generacija upokojenih profesorjev takrat z veliko vnemo sledila. Fakulteta za strojništvo je imela v letu 1969 okoli 95 zaposlenih, v letu 1980 pa okoli 300. Naši starejši profesorji so razumeli idejo in zahtevo o poglobljenem raziskovalnem delu na akademski stopnji, ki jo je prinesel ob vrnitvi v Slovenijo prof. Peklenik. In tako so se začela leta poglobljenega raziskovalnega dela, ki so v bistvu življenje generacije sedanjih upokojenih profesorjev.

Takratni študentje in nekaj študentk so začeli delovati na pedagoškem in znanstvenem področju kot asistenti v laboratorijih, kjer se je počasi začela nabavljati raziskovalna oprema. Takratni profesorji so odpirali sodelovanje s tujino, vsak na svojem področju. Razmere za raziskovalno delo s pravim znanstvenim magisterijem in nato doktoratom so bili vzpodbuda za vsakega mladega inženirja. Vsem je bila jasna pot in predvsem razumevanje akademske kariere: asistent, docent, izredni profesor in redni profesor. Takratni študentje so gradacijo nazivov poznali, saj so razumeli akademski svet in zahteve glede posameznih nazivov. Zato se pri naslavljanju skoraj nikoli niso zmotili. Ob teh spominih se lahko samo nasmehnemo, ko zdaj študent naslovi asistenta s profesorjem ali profesorja z gospodom.

Tako je nastajal rod inženirjev strojništva, vzgojen z veliko vnemo in voljo do raziskovalnega dela, v razumevanju integralnega strojništva in usposobljenega za razumevanje razvoja strojništva v svetu. Prav to pridobljeno znanje ja zagotavljalo, da se je ob spremembah leta 1990 v državi Sloveniji po izjemnem gospodarskem udarcu v politiki države na gospodarstvu prva pobrala strojna in predelovalna industrija. To je tisti del gospodarstva, ki razume, kaj je sposobnost preživetja na svetovnem trgu. Razumljivo, da je za doseganje dobrih rezultatov prav industriji potrebno primerno znanje in urejeno okolje.

Generacija odličnih študentov med sedemdesetimi in osemdesetimi leti, ki so doštudirali pri 22 ali 23 letih in se zaposlili kot asistenti na fakulteti, so bili tisti odlični študentje, ki zaključijo študij v rednem času in za katere se lahko reče, da so primeren kader za akademsko kariero. V naših razmerah je z uveljavitvijo zakona, t. i. ZUJF-a, in predvsem zaradi topoumnega razumevanja administracije in podpore vodstev na posameznih fakultetah moral ta kader oditi v pokoj. V okoljih, kjer so znali Zakon pravilno brati, takega plazua napotovanja v pokoj ni bilo, ker so najbrž razumeli, kaj pomeni profesorski kader na določenem strokovnem področju. Univerze na svetu se ne prepoznavajo po številu zaposlenih ali številu študentov, temveč po kakovostnih profesorjih

in kje v državi je njihovo znanje uporabljeno za večji gospodarski napredek.

Upokojenih profesorjev strojne fakultete je na črko-bralski način uveljavitve prej omenjenega zakona okoli dvajset. Stari so okoli sedemdeset let, izjemno vitalni in številni od njih opravljajo zelo različna dela in zahtevne funkcije v različnih organizacijah za delni ali polni delovni čas. Redki pa opravljajo kakšno delo za fakulteto ali da bi bili njeni predstavniki in ji pomagali pri pletenju širših povezav. Od več prisotnih je bila dana misel, kako je mogoče, da toliko visoko izobraženega kadra ni mogoče uporabiti. Ta kader bi lahko pomagal sedanjim zaposlenim na tak ali drugačen način.

Vodstvo fakultete se na upokojene profesorje sicer spomni s povabilom na novoletno zabavo, kar pa je po mnenju nekaterih preveč obrabljena formula srečevanja.

Številni so omenili, da so v tujini, na tujih univerzah profesorji na tak ali drugačen način povezani s fakulteto ali univerzo in z bivšimi sodelavci. Pri nas pa vlada ideologija starčizma, kar pomeni, da mlajši ne želijo imeti prav veliko s starejšimi ne glede na okolje in ne glede na vrsto dela.

Povsem razumljivo je, da mlajši ambiciozni kolegi sami želijo napredovati in ravnati po svoji pameti, vendar se od mlajših pričakuje tudi nekaj več spoštovanja in več pripravljenosti za sodelovanje

Povabljenih je bilo osemnajst upokojenih rednih profesorjev, štirje so se opravičili zaradi drugih obveznosti, dvanajst se jih je srečanja udeležilo, dva profesorja se nista odzvala na povabilo.

Vsi udeleženci so bili povabila zelo veseli in smo se dogovorili, da se kmalu srečajo in dogovorijo za kakšno aktualno temo, ki bi jo lahko v diskusiji kakovostno analizirali.

Udeleženci srečanja so bili (po abecednem redu in brez nazivov): Peter Butala, Vincenc Butala, Mirko Čudina, Jožef Duhovnik, Janez Grum, Janez Kopač, Franc Kosel, Janez Možina, Alojzij Sluga, Mirko Sokovič, Boris Štok, Janez Tušek.

Opravičili so se: Igor Emri, Mihael Junkar, Alojzij Poredoš, Jože Vižintin.

Nedosegljiva v času priprav na srečanje sta bila: Ivo Bajsič, Marko Starbek.

Po spominu sta po srečanju zapisala:

Jože Duhovnik,
Janez Tušek

FLUIDNA TEHNIKA TUDI V 3. ŽIVLJENJSKEM OBDOBJU – SREČANJE SENIORJEV

UL – Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za fluidno tehniko (LFT), je 29. septembra 2022 gostila tradicionalno letno srečanje nekdanjih slovenskih 'fluidičarjev' – zdaj v 3. življenjskem obdobju.



Prikaz delovanja 3-D tiskalnika za kovine



Povzetek aktivnosti med dvema srečanji

Prijeten ambient, topla in kolegialna dobrodošlica, za razliko od ne ravno prijaznega vremena, je bil uvod v prikaz dosežkov ekipe LFT.

Praktičen prikaz delovanja 3-d tiskalnika za kovine nam je vsekakor poglobil dotedanja znanja in prav tako še enkrat potrdil prepričanje, da inovativnim

procesom na področju tehnike in tehnologije ni 'ne konca, ne kraja'.

Srečanju smo dodali tudi pridih že tradicionalnega organiziranega druženja in počastitev 80-letnikov v I. 2022: Ivanu Grebencu, Janezu Primožiču in posmrtno Antonu Beoviču – prejela jo je njegova soproga Irena. Prav tako smo podelili tudi tradicionalno simbolično priznanje.

Srečanje 'prvi četrtek po jesenskem enakonočju' smo soglasno poimenovali "Tonetov četrtek", po enem od pobudnikov in generatorjev organiziranih srečevanj, žal že pokojnem kolegu, A. Beoviču.

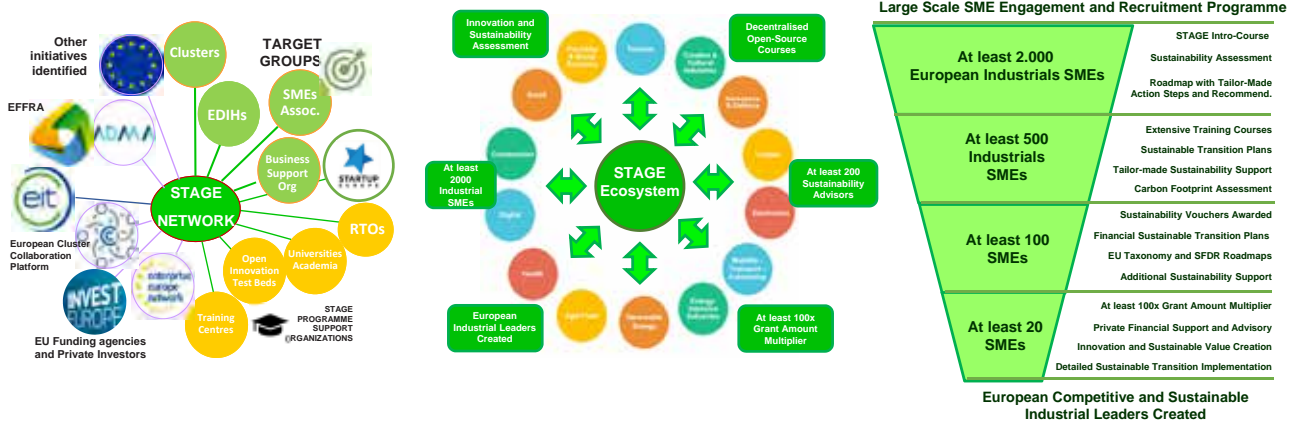
Povabilo na malico v restavracijo FS smo z veseljem sprejeli in v neformalnem pogovoru zaključili res prijeto druženje nekdanjih in sedanjih akterjev na področju fluidne tehnike.

Iskrena zahvala in spoštovanje za strokovno-pedagoške dosežke ekipi Laboratorija za fluidno tehniko Fakultete za strojništvo v Ljubljani.

Dragan Grgić

STAGE – POBUDA, KI ODPIRA NOVE PRILOŽNOSTI EVROPSKIM PODJETJEM ZA OBLIKOVANJE NOVE STRATEGIJE TRAJNOSTNE GOSPODARSKE RASTI

Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko (laboratorij LASIM), ki ga vodi prof. dr. Niko Herakovič, kot pomemben partner sodeluje na triletnem EVROPSKEM projektu z naslovom STAGE – NEW INITIATIVE UNLOCKS OPPORTUNITIES FOR EUROPEAN COMPANIES TO SHAPE A NEW WAVE OF SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH. Ekosistem STAGE, v okviru programa Horizon in Evropske komisije združuje 14 uglednih organizacij iz 12 držav.



STAGE partnerstvo, ekosistem in pristop

Projekt STAGE bo s podporo Evropske komisije ustvaril edinstven izobraževalni in prodorni ekosistem s poudarkom na trajnostni preobrazbi industrijskih podjetij, predvsem MSP-jev, v globalno vodilna, agilna in zelena podjetja.

Pobuda združuje strokovnjake s širokega spektra področij, vključno s proizvodnjo, procesnim inženiringom in poslovnim modeliranjem, financami in strategijo trajnostnega razvoja. V okviru projekta bodo partnerji STAGE z obsežno mrežo trajnostnih centrov:

- ▶ Zagotovili analizo in ocene inovativnosti in trajnosti tisočim malim in srednjim podjetjem (MSP) ter jim pomagali izdelati načrte z akcijskimi koraki za doseganje ciljev trajnosti.
- ▶ Izobrazili več sto svetovalcev za trajnostni prehod in jih povezali v močen podporni trajnostni ekosistem.
- ▶ Zagotovili poglobljeno industrijsko usposabljanje za več sto izbranih MSP-jev z namenom izdelave podjetjem prilagojenih načrtov za trajnostni prehod (ST – Sustainability Plans).
- ▶ Ponudili finančne spodbude (vavčerje) MSP-jem za dostop do prilagojenih svetovalnih sto-

ritev in finančne podpore za izvajanje načrtov za trajnostni prehod (ST).

- ▶ Olajšali naložbe MSP-jem z največjim potencialom, zaradi česar bodo izbrana podjetja postala vodilna Evropska podjetja na področju industrijskega gospodarstva.

Raziskovalna skupina Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko ima vodilno vlogo v delovnem sklopu »Industrijske inovacije in trajnostna podpora podjetjem«. Glavni namen je razviti inovativni pristop decentralizirane podpore podjetjem in nov podporni izobraževalni in svetovalni program za MSP-je in svetovalce za trajnostni razvoj.



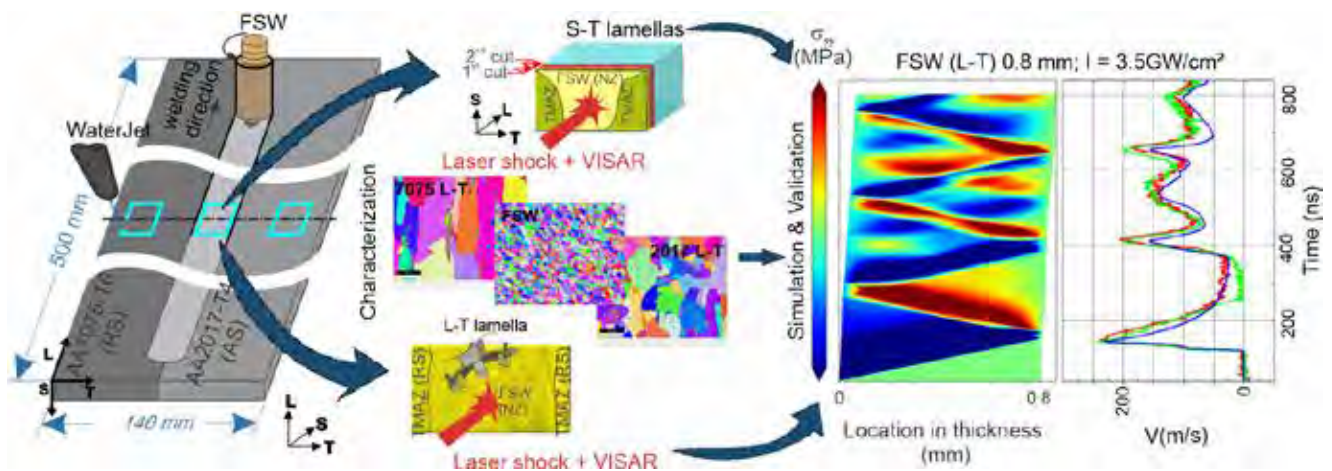
Povezava na spletno stran projekta: <https://stage-partners.eu>



www.fs.uni-lj.si

NOVA METODOLOGIJA DINAMIČNEGA ODZIVA MATERIALA PRI VISOKIH HITROSTIH DEFORMACIJ, POVZROČENIH Z LASERSKIMI UDARNIMI VALOVI

Raziskovalci Laboratorija za varjenje (LAVAR), FS-UL, so v sodelovanju z raziskovalci iz Arts et Métiers Paris Tech (ENSAM, CNRS), THALES Laser, Airbus in Inštituta za kovinske materiale in tehnologije predstavili inovativno metodologijo karakterizacije materiala v režimu visokohitrostnih deformacij (velikostni red 10^7 s^{-1}).



Shematski prikaz uporabljene metodologije za analizo dinamičnega odziva materialnih ravnin ob interakciji z laserskimi udarnimi valovi

Kot prvi so zagotovili način za razlikovanje med obnašanjem materiala v prečni ter vzdolžni smeri varjenja v zvarnem spoju raznorodnih zlitin Al, izdelanih s postopkom trenja in mešanja - FSW (angl. Friction Stir Welding). Poleg tega metoda upošteva povezavo med smerjo varjenja, mikrostrukturnimi in mehanskimi lastnostmi ter parametri Johnson-Cook za natančno napovedovanje obnašanja materiala. Predstavljena metodologija je objavljena v članku z naslovom »New methodology of dynamical material response of dissimilar FSWed Al alloy joint under high strain rate laser shock loading«, v prestižni reviji Materials & Design (IF: 9.417).

Dobljeni rezultati in predlagana metodologija kažejo na velik potencial za napoved obnašanja dinamično obremenjenih delov, ki se lahko uporablja tako za izotropne kot za anizotropne kovinske materiale. Hkrati se lahko metoda uporablja za optimizacijo procesa LSP, tudi pri raznorodnih zlitinah ter spojih z izrazito usmerjeno mikrostrukuro.

Povezava do članka: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.111080>

www.fs.uni-lj.si

14.-16.2.2023

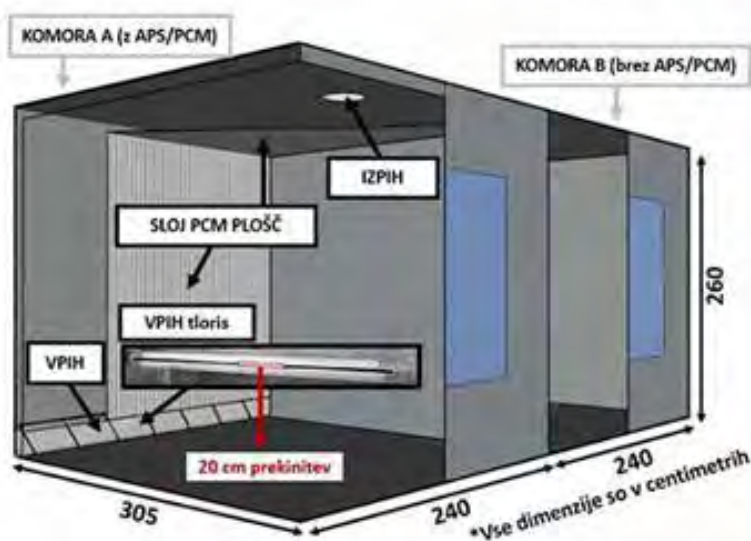
ICM

AINTECHNICA Robotics

GR, Ljubljana, Slovenija
www.icm.si

EKSPERIMENTALNA RAZISKAVA ZRAČNEGA AKTIVNO-PASIVNEGA SISTEMA ZA HLAJENJE STAVB

Zaradi posledic globalnega segrevanja je hlajenje stavb z lahko nosilno konstrukcijo eden glavnih izzivov prihodnosti. Raziskava predstavlja aktivno-pasivni sistem (APS) s ploščami iz fazno spremenljivih snovi (PCM), integriranimi v notranjo stensko in strojno podkonstrukcijo, ki čez dan pasivno hladi notranji prostor. Avtorji raziskave Laboratorija za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko so v sodelovanju rezultate objavljeni v reviji Sustainable Cities and Society (IF=10.696).



Skica laboratorijskih komor (levo) in komora, opremljena s ploščami PCM – notranja stena in strop (desno)

Ponoči se zračna reža aktivno prezračuje za izboljšavo procesa strjevanja PCM. APS smo eksperimentalno testirali v dveh enakih laboratorijskih komorah, v komori, opremljeni s PCM (komori A), in referenčni komori brez PCM (komori B). Raziskali smo dve različni vrsti scenarijev. Prvi tip scenarija je ugotavljal hladilni učinek PCM v dnevnem ciklu, določen s temperaturno razliko, dobljeno v središču komore B in komore A. V obe komori smo istočasno dodali enako količino toplote, ki smo jo krmili z nastavljeno temperaturo zraka v komori B (26 °C, 30 °C, 30 °C s sobnim prezračevanjem, 35 °C, testno referenčno leto (TRL) v Ljubljani, TRL v Rimu

in vročinski val v Ljubljani). Drugi tip scenerija je ugotavljal čas strjevanja PCM v nočnem ciklu (temperatura vstopnega zraka (T_{ai}) 15 °C, 16 °C in 17 °C). Rezultati so pokazali, da so plošče PCM zagotovile največji hladilni učinek pri scenariju z nastavljeno temperaturo v komori B na 35 °C. Popolno strjevanje PCM smo dosgli pri T_{ai} 16 °C. Sistem je primeren za delovanje v poletnih razmerah v Sredozemlju.

Članek je dostopen na: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104031>.

www.fs.uni-lj.si



BOSCH REXROTH IZOBRAŽEVALNA CENTRA V ULMU IN WÜRZBURGU

Akademija mednarodno uveljavljene nemške firme *Bosch Rexroth* ponuja uporabnikom njihove fluidnotehnične opreme nova izobraževalna centra v Ulmu in Würzburgu. Programi izobraževanja in usposabljanja so med drugim posebno usmerjeni na hidravlična omrežja in elektrificirano opremo mobilnih strojev.

Ponudba tečajev obsega »online« in obliko e-učenja. Med njimi so mobilni *XITE-sistemi usposabljanja Bosch Rexroth* z obravnavo vseh sestavin v uporabi.

V vrsti »*Connected Hydraulics*« se npr. obravnavajo vsa orodja in postopki izobraževanja in (ponovnega) zagona kompaktnih hidravličnih pogonskih osi. Nove enote e-izobraževanja za snovanje linearnih pogonov in elektrifikacijo pogonskih naprav so tudi na voljo.

Vir:

Bosch Rexroth mit Trainingscentern im Ulm und Würzburg – O+P Fluidtechnik 66(2022)06 – str. 40 / www.boschrexroth.com

NADALJNJA RAST FIRME BOSCH REXROTH

Nemško podjetje, uveljavljeno na področju fluidne tehnike, BOSCH REXROTH je poslovno leto 2021 kljub vsem težkim razmeram in okoliščinam končalo zelo uspešno. Naročila so narastla za 44 % na rekordno vrednost 7,5 milijard evrov. Promet se je pri tem povečal za 20 %, z dvomestnim številčnim porastom v vseh predelih sveta. Največji porast prometa je opazen v Evropi, za 23,5 % zunaj Nemčije, s prometom okoli 2 milijardi evrov. Pri tem je v Nemčiji dosegel 18,2 % oziroma 1,3 milijarde evrov. V Ameriki je promet dosegel 18,3 % z 1,1 milijardo evrov in v Aziji 15,9 % in 1,8 milijarde evrov. Uspešno leto je rezultat močne timske učinkovitosti in povečanega zadovoljstva kupcev s kakovostjo in zanesljivostjo dobav.

Naša rast je pravilno usmerjena, poudarja poslovodja firme Robert Bosch GmbH in predsednik Robert Bosch AG *g. Rolf Najork*. Število sodelavcev po svetu je v letu 2021 porastlo za 1400 delavcev in jih je sedaj okrog 31 000, pa še vedno potrebujejo več strokovnjakov. Inovacijska usmerjenost podjetja je v letu 2021 nagrajena z dvema pomembnima nagradama. Za novi podvodni aktuator *SVA R2* je Bosch Rexroth prejel Hermesovo nagrado, avtomatska platforma *ctr IX Automation* pa je osvojila Nemško nagrado za inovacije.

Vir:

Bosch Rexrothklar Klar auf Wachstumskurs – O + P Fluidtechnik 66(2022)05 – str. 14

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

9. Fachtagung »Hybride und energieeffiziente Antriebe

9. strokovno srečanje: Hibridni in energijsko učinkoviti pogoni

28. 02. 2023 | Karlsruhe, ZRN

Tematika:

- ▶ Rešitve pogonov ob upoštevanju industrijske tehnologije 4.0.

- ▶ Digitalizacija.
- ▶ Omrežja in komunikacije.
- ▶ Pogoni mobilnih delovnih strojev in priključnih naprav.
- ▶ Inteligentni in energijsko učinkoviti pogoni.

Informacije:

- ▶ www.hybridtagung-karlsruhe.de

HIDRAVLIČNI VALJ IZREDNIH LASTNOSTI

Nemško podjetje, poznano po izdelavi in dobavi hidravličnih valjev izrednih velikosti in lastnosti, firma *Hunger-Hydraulik* je nedavno na Kitajsko v Shanghai poslalo valj izrednih velikosti in tehničnih lastnosti. Vsi materiali za njegovo izdelavo so izdelani po posebnih zahtevah njegovih konstruktorjev. Batnica je izdelana po posebnem kombiniranem postopku laserskega nanašanja keramične protikorozijske zaščite. Tesnilke z majhnim trenjem zagotavljajo tih tek valja. Zgibni priključni ležaji za povezavo z mehanizmom so izvedeni tako, da ne potrebujejo posebnega vzdrževanja. Posebno hidravlično varnostno vezje omogoča, da valj ob vseh obratovalnih razmerah zanesljivo podpira breme.

Valj z imenskim premerom 1400 mm ima delovni gib 15 800 mm, celotno dolžino 23,5 m in največjo potisno silo v vrednosti 3000 t. Spada med največje na svetu. Vgrajen je na veliko oceansko ploščad za premikanje 140 m dolgega nosilnega pomola.

Vir.:

Anonim: Hydraulikzylinder der Sonderklasse – O+P Fluidtechnik 66(2022)06 – str. 6/www.hunger-hydraulik.de



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

ZDRUŽLJIVOST FILTRIRNIH MATERIALOV Z IONSKIMI HIDRAVLIČNIMI TEKOČINAMI

Darko Lovrec

Izvleček:

Učinkovito filtriranje je na področju strojev in naprav pogosto zelo pomembno, saj je od učinkovitosti filtra odvisno varno, zanesljivo ter dolgotrajno in ekonomično delovanje celotnega sistema. To še posebej velja za izredno obremenjene hidravlične sisteme. Pri teh sta učinkovitost filtra in sposobnost filtriranja odvisni od različnih faktorjev, od vrste, zgradbe in oblike filtrirnega materiala in tudi od obratovalnih razmer in vrste tekočine, ki jo filtriramo.

V prispevku je predstavljena problematika združljivosti novih, ionskih hidravličnih tekočin s filtrirnimi materiali. Na podlagi raziskav, vezanih na kompatibilnost filtrirnih materialov z novimi ionskimi hidravličnimi tekočinami, je prišlo do spoznanja, da se je treba izogniti uporabi sicer zelo učinkovitih filtrov na bazi celuloze.

Ključne besede:

hidravlični filtri, filtrirni material, celulozni filtri, ionske hidravlične tekočine, združljivost s tekočino

1 Uvod

Filtriranje različnih vrst tekočin, ki jih uporabljamo za določene namene in pri različnih procesih, na najrazličnejših strojih in napravah, je zelo pomembna, če že ne kar najpomembnejša naloga, ki se ji moramo posvečati tako pred kot tudi med samim obratovanjem stroja ali naprave. Pri tehnoloških tekočinah le ustrezno čista tekočina zagotavlja neoporečnost določenega procesa in dolgo uporabno dobo tako same tekočine kot posameznih vgrajenih komponent in celotne naprave. To še posebej velja za hidravlične tekočine, ki so ene izmed najbolj obremenjenih tehnoloških tekočin – tekočih maziv. Razen učinkovitega mazanja morajo izpolnjevati še vrsto drugih nalog. Poleg prenosa sil in gibanja, kot primarne naloge hidravlične tekočine, opravljajo še hlajenje vgrajenih komponent, izpiranje obrabnih delcev iz rež gibajočih se delov v hidravlični komponenti in njihov transport do filtra, kjer se ujamejo in tako izločijo iz sistema. Tako zagotavljamo in ohranjamo omejeno, dopustno količino in tudi velikost delcev nečistoč. S tem je zagotovljena majhna obraba komponent ter posledično minimalne izgube zaradi puščanja, kot tudi nepredvideni in zelo dragi zastoji stroja in naprave zaradi nenadne okvare komponente.

Za doseganje ustrezne stopnje čistoče hidravlične tekočine so različni filtri vgrajeni na različnih mestih hidravlične naprave. Njihova finost in učinkovitost ter s tem zahtevana čistoča tekočine se ravna po najzahtevnejši vgrajeni komponenti. Tako npr. opcijsko vgrajeni sesalni filtri varujejo pred nečistočami hidravlično črpalko, visokotlačni filtri pa kakovostne, visokozmogljive regulacijske ventile. Filtriranje tekočine, ki se vrača v rezervoar, je najpogosteje uporabljena varianta. V ta namen vgrajujemo povratne filtre ali na povratno cev ali na pokrov rezervoarja. Zaradi nizkih tlakov na povratnem vodu so ti filtri cenovno precej ugodni, nezahtevni za vzdrževanje in zajamejo čiščenje celotne količine tekočine, ki se vrača v rezervoar.

Glede na namen filtra in mesto njegove vgradnje ter s tem povezano višino prisotnega tlaka, so filtri različno zasnovani in izdelani iz različnih materialov. V nadaljevanju se bomo posvetili nizkotlačnim povratnim filtrom, ki jih najdemo na (skoraj) vsaki hidravlični napravi, in na opcijsko prisotne nizkotlačne obtočne oziroma by-pass filtre. V ospredju obravnave bo problematika vrste filtrirnega materiala, ki opravlja dejansko filtriranje, ter njegova učinkovitost in združljivost z novimi vrstami hidravličnih tekočin. Dodatne informacije, vezane na filtriranje, različne filtre ter njihovo nalogo in zgradbo, najdemo v literaturi, npr. [1-6].

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

2 Filtrirni vložki in filtrirni materiali

Material, ki opravlja dejansko nalogo filtriranja, pogosto imenujemo kar filtrirni material ali filtrirni medij. Filtrirne materiale je mogoče razvrstiti glede na materiale, iz katerih so izdelani, kot so bombaž, volna, lan, steklena vlakna, porozni ogljik, kovine in rajoni. V rabi so tudi različni polimerni materiali, ki jih uporabljamo posamezno ali v kombinaciji z drugimi materiali. Za filtriranje pa pogosto uporabljamo tudi papir in materiale na bazi celuloze. Material filtra in obliko ohišja, v katerem se nahaja, izbiramo glede na vrsto in uporabo filtra ter seveda glede na vrsto medija, ki ga želimo filtrirati. Na področju hidravlične pogonske tehnike je filtrirni material praviloma v notranjosti filtrirnega oziroma filtrskega vložka. Tudi ko imamo v mislih filtrski vložek, ne gre za samo eno vrsto materiala, tistega, ki opravlja dejansko filtriranje, temveč za celo vrsto različnih »podpornih in funkcionalnih« materialov. Njihove združljivosti z novimi tekočinami v okviru tega prispevka ne bomo obravnavali.

Filtrirni vložek je sestavljen iz več nagubanih filtrirnih in podpornih plasti, ki so nameščene kot valj okoli ali znotraj podporne cevi. Vsi sloji filtrirnega vložka, ki jih obdaja zunanji plastični tulec,



Slika 1 : Značilna zgradba filtrirnega vložka (vir slike: Hydac)

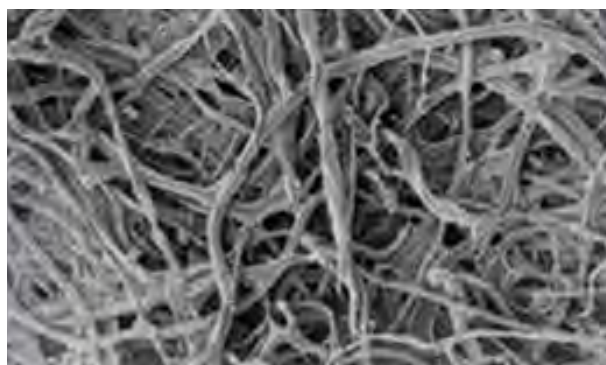
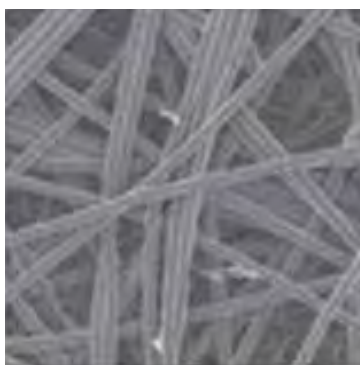
so zaprti z zaključnima pokrovoma. Ne glede na vrsto filtra je smer pretoka skozi filtrirne elemente od zunaj navznoter. Kot primer prikazuje *slika 1* zgradbo značilnega filtrskega vložka, primernega za uporabo kot globinski filter, nameščen na povratnem vodu hidravličnega sistema.

Vsi omenjeni materiali filtrirnega vložka morajo imeti ustrezno trdnost in morajo biti združljivi s tekočino, ki jo filtriramo. To še posebej velja za filtrirni material, ki opravlja dejansko nalogo filtriranja. Kot filtrirni material se uporablja material z različno velikimi porami, da lahko filtrira delce v območju 3–50 mikrometrov. Po obliki je filtrirni material v glavnem naguban, kot material pa so to lahko plastika ali steklena vlakna (npr. poliester, najlon, dacron ...) ali pa papir, flis, celuloza ali celuloza, impregnirana s fenoli, ali pa tudi pletivo iz nerjavnega jekla. [7], [8]

Steklena (mikro)vlakna so po mnenju stroke eden boljših materialov za hidravlične filtrirne elemente, ker imajo vlakna (in pore) enotno velikost. Pletivo iz najlonskih ali sintetičnih vlaken ima gladka, zaobljena vlakna, ki zagotavljajo manjši upor proti pretoku tekočine skozi filter. Enotna oblika in velikost vlaken zagotavljata nemoten pretok tekočine skozi filtrirni material, kar zagotavlja boljšo učinkovitost filtracije.

Tudi papir je kot filtrirni material primeren za uporabo v hidravličnih filtrih za enkratno uporabo. Je poceni in tudi dobro absorbira morebitno vlago ali vodo v hidravlični tekočini. Proizvajalci pri izdelavi hidravličnega filtrirnega papirja uporabljajo politetrafluoroetilen (PTFE) ali poliestrska vlakna. Tudi velikost por in debelina filtrirnega papirja se lahko prilagodita glede na uporabo.

Celulozni filtri (navadno v obliki filtrirnega papirja) na splošno veljajo kot vsestranski in raznoliki mikrofiltracijski material, ki deluje tako, da ujame in zadrži delce v matriki naključno oblikovanih celulozskih vlaken. V bistvu gre za lesna vlakna mikroskopske velikosti, ki jih povezuje smola. Vlakna so



Slika 2 : Povečan pogled na tkani najlonski material (levo) in celulozni material (desno)

nepravilne velikosti in tudi oblike. Celulozni filtrirni material ima manjše pore, kar sicer povzroča večji upor proti prehajanju tekočine, a s tem zagotavlja večjo učinkovitost filtracije hidravličnih tekočin in drugih tekočih maziv na mineralni podlagi. Primerjavo filtrirnega materiala iz sintetičnih vlaken in vlaken na bazi celuloze, v povečanem pogledu prikazuje slika 2. [9]

Celulozni filtri so po navedbah proizvajalcev na splošno odlični z vidika učinka filtriranja, poleg tega pa veljajo za »varčne« filtre, ker jih je mogoče odstraniti na okolju prijazen način. So neškodljivi z medicinskega vidika in s tem za uporabnika ter na splošno zanesljivi in zelo učinkoviti [10]. Strokovnjaki, ki se ukvarjajo z učinkovitostjo filtracije, zato za doseganje čim večje učinkovitosti pogosto priporočajo uporabo globinskih celuloznih filtrov. Globinska celulozna filtracija je sicer razmeroma stara, a še zdaj zelo zanesljiva tehnologija. Filtrirni vložek iz vlaken na podlagi celuloze odlično izloči in zadrži različne delce in vrste nečistoč, saj delujejo tako po principu adsorpcije kot absorpcije. Tako nudi edinstveno sposobnost filtracije, saj lahko izloča tako trdne in mehke delce kot tudi vlago. Globinska filtracija z globinskimi celuloznimi filtri je najbolj primerna takrat, ko je zahtevana izjemna čistost tekočine. Ob pravilnem delovanju in zasnovi filtra je možno doseči izločanje delcev velikosti do 3 mikrometrov. Pri hidravličnih pogonih je ta stopnja čistosti primerna za visokotehnološke hidravlične servosisteme.

Filtrirna membrana na podlagi celuloze se uporablja tudi pri določanju približne stopnje čistosti hidravlične tekočine, ki jo izvajamo s pripravami, primernimi za odvzem vzorca na mestu uporabe tekočine ali tudi v laboratoriju – t. i. prenosne testne naprave za približno določanje lastnosti in čistosti tekočine. Preprost postopek vzorčenja temelji na ročnem odvzemu tekočine in filtriranju skozi filtrirno membrano krožne oblike. Filtrirna membrana je za te namene navadno izdelana iz mešanih celuloznih estrov (MCE – Mixed Cellulose Esters).

Glede na vrsto, namen uporabe ter zgradbo filtra in glede na vrsto medija, ki ga želimo filtrirati, tudi doseganja zelene stopnje čistoče, so v filtrih raznovrstni materiali, ki morajo biti združljivi z uporabljenimi tekočinami.

3 Ionske hidravlične tekočine in združljivost s filtrirnim materialom

Materiali, uporabljeni v filtru, so dobro združljivi z običajnimi vrstami hidravličnih tekočin, kar še posebej velja za najbolj pogosto uporabljano hi-

dravlično mineralno olje. Pri drugih vrstah tekočin je treba biti pazljiv pri izbiri materialov filtrirnega materiala in filtra kot celote. Od zelo široke problematike združljivosti z vsemi materiali, uporabljenimi v filtru kot celotne komponente, se bomo tukaj dotaknili samo združljivosti filtrirnega materiala z ionskimi hidravličnimi tekočinami.

V okviru praktičnih testov združljivosti ionskih hidravličnih tekočin s filtrirnim materialom so bili ti izvedeni na dva načina. V okviru predraziskav je bil uporabljen preprost postopek namakanja različnega filtrirnega materiala v ionsko tekočino. Če je bila združljivost dobra, je bil filtrski vložek z ustreznim filtrirnim materialom uporabljen še na dejanski napravi, v realnih obratovalnih razmerah.

3.1 Ionske tekočine na področju tehnike

V obdobju zadnjih deset, dvajset let ionske tekočine kot »high-tech« tekočine vse bolj prehajajo iz razvojnih pilotnih faz v industrijsko, komercialno uporabo. Industrijske aplikacije pokrivajo številna različna tehnična področja in predstavljajo celo megatrende na področju mobilnosti, zdravja in zelenega gospodarstva.

Ionske tekočine so sestavljene iz organskega kationa in anorganskega ali organskega aniona, ki zaradi svoje raznolikosti omogočajo številne možne kombinacije. Zato je možno najti kombinacijo, ki je najbolj primerna za določen namen uporabe, po drugi strani pa je treba opraviti veliko dela pri izbiri in testiranju določene kombinacije za določeno uporabo. S tališčem pri sobni temperaturi so primerne za različne namene in s tem tudi za uporabo kot tekoče mazivo, torej tudi kot hidravlična tekočina. [11]

Primere industrijske uporabe ionskih tekočin je mogoče zaslediti na skoraj vseh tehnoloških področjih. Tako se uporabljajo npr. kot topila, za prenos energije, kot katalizatorji in elektroliti, na področju nanotehnologij, kemije, elektronike, pri proizvodnji papirja, celuloze in tekstila. Prav tako so prisotne v tehnoloških postopkih na področju farmacije, biotehnologije, prehrane, zdravstva, osebne nege, obdelave kovin. Prisotne so v proizvodnji nafte in plina, v avtomobilski industriji in vse do področja hidravličnih pogonov in sistemov. [12], [13]

Uporabljamo jih tudi kot mazivo, kot tekočino za prenos in shranjevanje energije, kot tekočino za gretje, ventiliranje in hlajenje, kot tekočino za tesnjenje in hlajenje pri strojnih obdelavah, kot so odrezovanje in vrtnanje ... in na splošno kot delovno tekočino v procesnih strojih in napravah. Zato jih splošno imenujemo kar ionske tehnološke tekočine. Zaradi svojih odličnih lastnosti, kot so odlične

mazalne lastnosti (majhna vrednost koeficienta trenja), ciljno nastavljiva viskoznost in velika vrednost indeksa viskoznosti (> od 160), sposobnost tečenja pri nizkih temperaturah okolice (do - 60 °C), izjemno majhna vrednost parnega tlaka in druge, so zagotovo primerne za uporabo kot visokozmogljiva hidravlična tekočina. Če k temu dodamo še njihovo negorljivost in okoljsko primernost, lahko dejansko z eno tekočino pokrivamo različne zahteve, ki jih navadno pokrivamo z različnimi vrstami klasičnih hidravličnih tekočin. Zato lahko povsem upravičeno govorimo o povsem novi vrsti hidravličnih tekočin – ionskih hidravličnih tekočinah, ki so si pot utrle že do prvih industrijskih aplikacij. [14]

V večini omenjenih primerov industrijske uporabe, predvsem pri uporabi ionske tekočine kot maziva ali kot delovne tekočine v hidravličnih sistemih, je potrebna filtracija tekočine za vzdrževanje predpisane stopnje čistosti tekočine. V tem primeru je uporaba učinkovitih filtrov bistvena. Pri tem se poraja vprašanje združljivosti filtrirnih materialov z ionskimi hidravličnimi tekočinami, še posebej zato, ker proizvajalci uporabljajo različne vrste materialov (glej poglavje 2), ki so praviloma združljivi s klasičnimi hidravličnimi tekočinami, še posebej s hidravličnim oljem na mineralni podlagi.

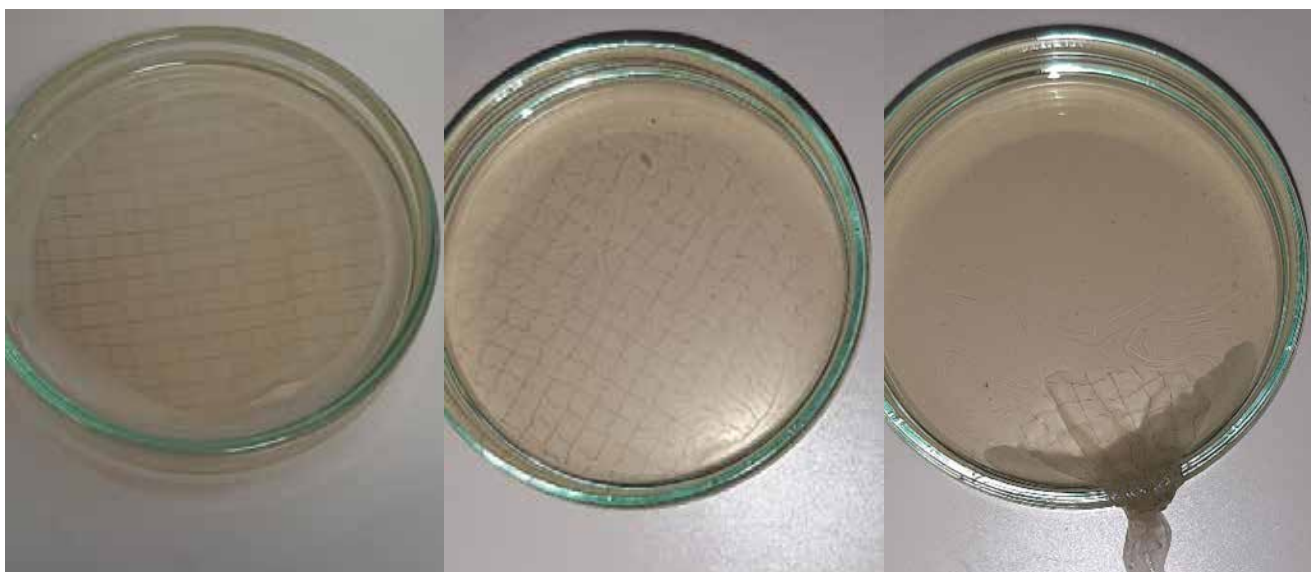
3.2 Ugotavljanje združljivosti filtrirnega materiala na podlagi celuloze

V poglavju 2 so omenjene različne vrste filtrirnih materialov, ki se uporabljajo za filtracijo, pri čemer je izpostavljen filtrirni material na podlagi celuloze, za katerega tako proizvajalci kot tudi uporabniki filtrov menijo, da je zelo učinkovit. Kot že omenjeno, se tovrstni celulozni filtri v obliki filtrirnih membran

uporabljajo tudi pri terenskih in laboratorijskih testih za določanje razreda čistosti hidravlične tekočine (na podlagi gravimetrične metode, s tehtanjem in / ali vizualno oceno velikosti in količine delcev). Zaradi specifičnosti celuloznih materialov se bomo v nadaljevanju osredotočili na njihovo združljivost z različnimi ionskimi hidravličnimi tekočinami.

Zaradi priročnosti ter stroškovne in časovne ekonomičnosti je bil za prvi test združljivosti ionskih tekočin s celuloznim materialom uporabljen membranski beli filtrirni papir s premerom 47 mm (krožna filtrirna membrana) in natisnjeno mrežo za lažje opazovanje morebitne deformacije. Filtrirna membrana ima velikost por 0,8 μm in je izdelana iz mešanega celuloznega estra (MCE) proizvajalca Millipore in se uporablja za hitro ugotavljanje stopnje čistoče s prenosno napravo. Kot ionska tekočina je bila najprej uporabljena tekočina EMIM EtSO₄ (1-Ethyl-3-methylimidazoliumethylsulfat), ki nekako velja za eno od osnovnih in pogosto omejeno vrsto ionske tekočine. V okviru predraziskave združljivosti je bila celulozna membrana omočena in nato potopljena v ionsko tekočino. Postopno deformacijo filtrirne membrane, ki se je pojavila že v kratkem času, prikazuje *slika 3*.

V okviru predraziskave je bilo ugotovljeno, da ionska tekočina razgradi celulozni material in z njim ni združljiva. Skozi nadaljnje študije literature je bilo ugotovljeno, da so o razgradljivosti celuloze z ionskimi tekočinami poročali že avtorji, ki se ukvarjajo z ionskimi tekočinami, in na podlagi teh spoznanj se te tekočine uporabljajo tudi za razgradnjo celuloze. Na primer, Swatloski in soavtorji [15] so ugotovili, da lahko z ionsko tekočino raztopijo celulozo v mikrovalovni pečici ali tudi v navadni pečici. Poročali so o začetnih rezultatih, ki dokazujejo, da je mogo-



Slika 3 : Osnovni test združljivosti z ionsko tekočino – postopna deformacija celulozne

če celulozo raztopiti brez aktivacije ali predobdelave v 1-butil-3-metilimidazolijevem kloridu in drugih hidrofilnih ionskih tekočinah ter regenerirati iz njih. To lahko omogoči uporabo ionskih tekočin kot alternativo za uporabo okolju nezaželenih topil, ki se zdaj uporabljajo za raztapljanje tega pomembnega biološkega vira. Ren in soavtorji [16] so poročali, da je kloridne ionske tekočine na podlagi imidazolija mogoče uporabiti za raztapljanje in regeneracijo celuloze v različne fizikalne oblike. Ugotovili so, da je 1-allyl-3-metilimidazolijev klorid ([AMIM]Cl) pokazal boljšo sposobnost raztapljanja celuloze kot [BMIM]Cl. Zhang in soavtorji [17] so tudi ugotovili, da se [AMIM]Cl lahko uporablja kot topilo za raztapljanje in regeneracijo celuloze brez predhodne obdelave ali aktivacije. Rezultati raziskave so pokazali, da se celuloza s stopnjo polimerizacije do 650 lahko raztopi v [AMIM]Cl v 30 minutah. V teh aplikacijah je recikliranje z ionskimi tekočinami zelo smiselno z vidika ekonomije, odlaganja odpadkov in toksičnosti.

Ob teh spoznanjih in poročanjih je treba poudariti, da je ta lastnost ionskih tekočin bolj ali manj poznana strokovnjakom s področja kemije, predvsem tistim, ki se ukvarjajo z ionskimi tekočinami. Strokovnjaki na področju konstruiranja hidravličnih naprav, ki se s tovrstno tekočino srečajo pri svojih prvih aplikacijah, pa je zagotovo ne poznajo.

V nadaljnjih raziskavah so bile testirane različne vrste ionskih tekočin, tudi tiste, ki so primerne za uporabo kot ionska hidravlična tekočina. Zaradi lažje primerjave oblike in vrste degradacije uporabljene filtrirne membrane je bila uporabljena tudi že omenjena ionska tekočina EMIM EtSO₄.

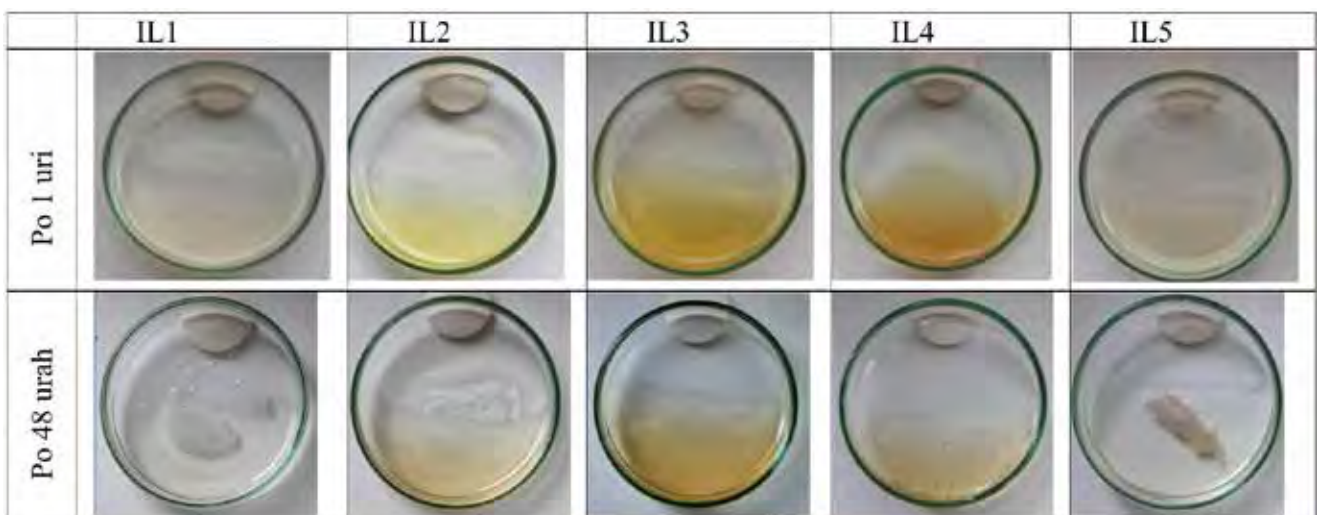
Za testiranje združljivosti ionskih tekočin s celuloznim filtrirnim materialom je bilo uporabljenih pet

različnih vrst ionskih tekočin: IL1 (EMIM EtSO₄), IL2 (Triethylmethylammoniumdibutylphosphate), IL3 (B2001[®]), IL4 (B2002a[®]) in IL5 (B2002b[®]). Vse omenjene ionske tekočine proizvaja podjetje proionic GmbH, pri čemer sta lahko IL4 in IL5 uporabljani kot hidravlična tekočina. Za testiranje smo filtrirno membrano prekrili s 3 ml ionske tekočine in opazovali učinek tekočine na filtrirni material po 1 uri in po 2 dneh (pri normalnih pogojih okoliškega zraka). Rezultati preprostega testa združljivosti testiranih ionskih tekočin s celuloznim filtrom, ki temelji na vizualnem opazovanju, so prikazani na *sliki 4*.

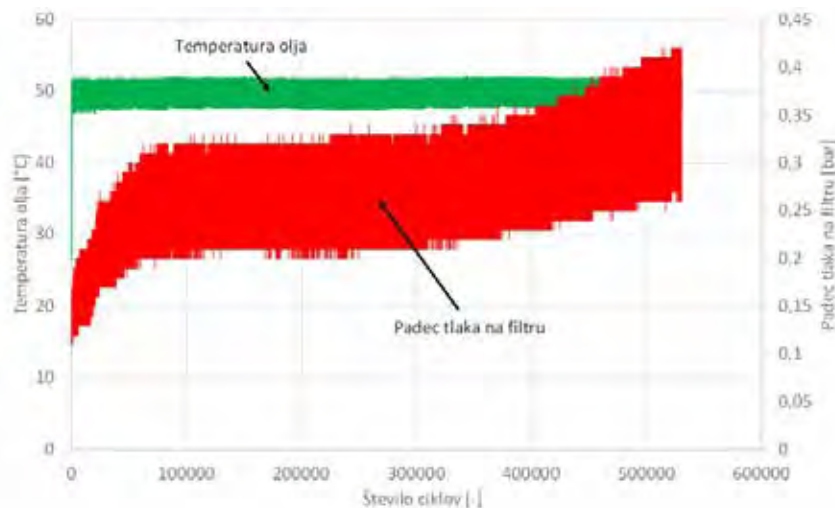
Pri testiranju združljivosti ionske tekočine s filtrirnim materialom na podlagi celuloze je v vseh primerih najprej prišlo do deformacije filtrirne membrane, nekoliko kasneje pa do razpada membrane ali do druge deformacije. Zaradi večje ali manjše razgradnje celulozne membrane je del celuloze zagotovo prisoten tudi v ionski tekočini in ni bil viden s prostim očesom. Količine celuloze v ionski tekočini nismo merili, saj je bila v ospredju združljivost celuloznega filtra. Posledične deformacije in razkroj so dovolj veliko opozorilo, da ionske tekočine niso združljive s celuloznimi filtri, zato je treba uporabiti druge vrste filtrirnega materiala.

3.3 Ugotavljanje združljivosti z drugimi filtrirnimi materiali

V okviru izvajanja trajnostnega testa vseh hidravličnih komponent z ionsko hidravlično tekočino, zaradi nezdržljivosti ni bil uporabljen celulozni filter, temveč filter na podlagi umetnih vlaken. Test je potekal v realnih obratovalnih razmerah ob uporabi industrijskih hidravličnih komponent, preverjena je bila vzdržljivost zobniške črpalke, proporcionalnega ventila, hidravličnega valja, cevovoda in cevni priključkov, rezervoarja, hladilnika tekočine,



Slika 4 : Učinek različnih ionskih tekočin na filtrirni material na podlagi celuloze



Slika 5 : Spreminjanje tlaka na povratnem filtru med trajnostnim testom [19]

različnih senzorjev za zajemanje obratovalnih veličin ... in tudi nadzorovano delovanje filtra. Preko online spremljanja padcev tlaka na filtru in posredno po končanih testih je bila ugotovljena tudi primernost drugih vrst materialov, ki so vgrajeni v filter, npr. ohišja filtra, tesnil, podpornega materiala filtrskega vložka in drugih. Več podrobnosti o trajnostnem testu, pogojih in poteku testiranja ter opazovanih parametrih je na voljo v virih [18] in [19].

Kot primer prikazuje *slika 5* potek spreminjanja tlaka na filtru med neprekinjenim testnim obratovanjem v obdobju 10 dni, pri čemer se lepo vidi proces kopičenja delcev v notranjosti filtrskega vložka. Testi so potekali različno dolgo, vse do 30 dni ali do odpovedi črpalke. V filtru vgrajen material iz steklenih vlaken ali iz drugih umetnih materialov ni kazal znakov degradacije filtrirnega materiala.

4 Zaključek

Trend razvoja sodobnih hidravličnih sistemov poteka v smeri učinkovitejših sistemov z večjo gostoto energije in uporabo novih, visokotehnoloških hidravličnih tekočin. Sodobne hidravlične komponente so izdelane z vedno ožjimi tolerancami, manjšimi režami med notranjimi gibajočimi se deli, uporabljeni so boljši materiali in boljša kakovost površine. Posledično lahko uporabljamo višje obratovalne tlake, s čimer so hidravlične komponente manjše, lažje in zavzamejo manj prostora. Prav tako je zaradi manjših rezervoarjev uporabljena tudi manjša količina hidravlične tekočine, ki pa je zato veliko bolj obremenjena. V teh primerih je za doseganje ustrezne zanesljivosti delovanja ter dolge uporabne dobe komponent in celotnega sistema odločilnega pomena učinkovito filtriranje. Zato se je z razvojem

komponent povprečna velikost por filtra zmanjšala z nekdanj 10 μm do 20 μm na zdaj 3 μm do 12 μm , kar pogojuje uporabo učinkovitejših filtrirnih materialov. Med slednje zagotovo spadajo filtrirni materiali na podlagi celuloze.

A tudi na področju hidravličnih tekočin poteka razvoj v smeri energetsko bolj učinkovitih tekočin, z boljšimi mazalnimi lastnostmi, širšim temperaturnim obratovalnim področjem, nevnetljivostjo in večjo prijaznostjo do okolja. Zaradi svojih odličnih osnovnih lastnosti so se na tem področju začele uporabljati povsem nove tekočine, kakršne so ionske hidravlične tekočine.

V prispevku je podrobneje obravnavana problematika združljivosti ionskih hidravličnih tekočin s filtrirnimi materiali. Poudarek je na filtrirnih materialih povratnih filtrov, ki jih imamo za nepogrešljivo komponento vsakega hidravličnega sistema. Raziskave so pokazale, da filtrirni materiali na podlagi celuloze niso združljivi z ionskimi tekočinami. Zato se je treba celuloznim filtrom izogniti ter uporabiti drugo vrsto enako učinkovitega filtrirnega materiala, ki ni problematična glede združljivosti z ionskimi tekočinami. Zelo učinkovitim celuloznim filtrom se je treba izogniti tudi pri vseh drugih tehnoloških procesih, pri katerih se uporabljajo ionske tekočine, ki jih je tudi treba filtrirati.

Literatura

- [1] Sutherland, K.: Filters and Filtration Handbook, 5th ed., Elsevier Ltd; 2008, 523 strani. ISBN 978-1-85617-464-0, doi: 10.1016/B978-1-85617-464-0.X0001-6
- [2] Blok, P.: The Management of Oil Contamination, Koppen & Lethem, 1994, 328 strani, ISBN 90-9008458-4

- [3] Chase, G., Sparks, T.: *Filters and Filtration Handbook*, 6th ed.: Elsevier Ltd, 2015, 431 strani, ISBN 978-0-08-099396-6, doi:10.1016/C2012-0-03230-9
- [4] N. N.: *Filter Handbook*, Hydac International, 2016, Brošura No.: E7011-3-11-16, 22 strani.
- [5] N. N.: *Filterelements for use in Hydac filters*, Hydac Filtertechnik GmbH, 2012, TDS No.: E7.200.11/03.12. str. 38-46.
- [6] Lovrec, D.: *Uvod v hidravlično pogonsko-krmilno tehniko*, 1. izd. Maribor: Univerzitetna založba Univerze: Fakulteta za strojništvo, 2018, 344 strani, ISBN 978-961-286-191-9
- [7] Cosford, J.: *What do you know about hydraulic filter media?* [Internet], 2015. Dosegljivo na: <https://www.mobilehydraulicstips.com/what-do-you-know-about-hydraulic-filter-media/#:~:text=They%20can%20be%20used%20to,though%20the%20filter%20is%20clogged>, [Dostop: 2022-04-14]
- [8] *Power & Motion: Hydraulic Filtration*, [Internet], 2012. Dosegljivo na: <https://www.powermotiontech.com/hydraulics/hydraulic-filters/article/2188278/hydraulic-filtration> [Dostop: 2022-04-14]
- [9] N. N.: *Hydraulic Drive & Controls - Lesson 12: Filtering materials*, [Internet], 2014. Dosegljivo na: <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=125487>, [Dostop: 2022-07-15]
- [10] Rettenmaier & Soehne GmbH + Co KG: *Why Cellulose Filter Aids?* [Internet], 2022. Dosegljivo na: http://www.jrs.eu/jrs_en/fiber-solutions/bu-filtration/why-organic-filter-aids/, [Dostop: 2022-04-14]
- [11] Kalb, S. R.: *Ionic liquids - A New Generation of High-Tech Engineering Liquids*, International conference Fluid Power 2015, 2015, Maribor, University of Maribor, Proceedings, ISBN 978-961-248-491-0 str. 49-77
- [12] Kalb, S. R.: *Toward Industrialization of Ionic Liquids*, Commercial Applications of Ionic Liquids, Green Chemistry and Sustainable Technology, Springer, 2020, doi.org/10.1007/978-3-030-35245-5_11, Švica, str. 261-282.
- [13] Lovrec, D., Kalb, S. R., Tič, V.: *Application areas of ionic liquids in the field of hydraulic drive technology*, 13. IFK International Conference Fluid power: digital, reliable, sustainable, Aachen, Nemčija, zbornik prispevkov, 2022, str. 616-626.
- [14] Lovrec, D.: *Ionic liquids - the path to the first industrial application*, International Conference Fluid Power 2021, zbornik prispevkov, Maribor, Slovenija, 1st ed. Maribor: University of Maribor, University Press, 2021, str. 211-224, doi: 10.18690/978-961-286-513-9.17
- [15] Swatloski, R. D., Spear, S. K., Holbrey, J. D., Rogers, R. D.: *Dissolution of cellulose with ionic liquids*, J. Am. Chem. Soc. 124, 2002, str. 4974-4975.
- [16] Ren, Q., Wu, J., Zhang, J., He, J. S., Guo, M. L.: *Synthesis of 1-allyl-3-methylimidazolium-based room-temperature ionic liquid and preliminary study of its dissolving cellulose*, Acta Polymer. Sin., 3, 2003, str. 448-451.
- [17] Zhang, H., Wu, J., Zhang, J., He, J.: *1-Allyl-3-methylimidazolium chloride room temperature ionic liquid: a new and powerful nonderivatizing solvent for cellulose*, Macromolecules, 38, 2005, str. 8272-8277.
- [18] Lovrec, D., Tič, V.: *A new approach for long-term testing of new hydraulic fluids*, New technologies, development and application IV, Sarajevo, Lecture notes in networks and systems, ISSN 2367-3370, Vol. 233, Cham: Springer Natur. cop. 2021, vol. 233, str. 788-801, doi: 10.1007/978-3-030-75275-0_87
- [19] Lovrec, D., Tič, V.: *Neprekinjen nadzor stanja hidravličnega filtra in obratovalnega stanja stroja*, Ventil: revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, 2021, letn. 27, št. 6, str. 384-389, ISSN 1318-7279

Compatibility of filtering materials with ionic hydraulic fluids

Abstract:

Efficient filtering is often crucial in the field of machines and devices, as the safe, reliable, and long-term as well economical operation of the entire system depends on the efficiency of the filter. This is especially true for heavily loaded hydraulic devices. In these devices, the efficiency of the filter and the ability to filter depend on various factors, on the type, structure, and shape of the filter material, as well as on the operating conditions and the type of liquid being filtered.

The paper presents the problem of compatibility of new, ionic hydraulic fluids with filter materials. Based on research related to the compatibility of filter materials with new ionic hydraulic fluids, it was realized that it is necessary to avoid the use of otherwise very efficient cellulose-based filters.

Keywords:

hydraulic filters, filtering material, cellulose filters, ionic hydraulic fluids, material compatibility

Pnevmatski zaskočni sorniki

Tehnična poslastica v izvedbi iz plemenitega jekla



Zaskočni sorniki iz plemenitega jekla GN 817.7 s pnevmatsko aktivacijo se enostavno in varno vključijo v avtomatizirane procese.

Namenjeni so predvsem uporabi tam:

- tam, kjer ročna aktivacija ni mogoča
- v agresivnih pogojih
- s krmiljenjem po IO-Link

Za več informacij

preprosto skenirajte



ELESA + GANTER je internacionalno skupno podjetje, ustanovljeno z namenom ponudbe najširše palete standardnih strojnih elementov za industrijo. Izredno zanesljivi izdelki, edinstvenega dizajna predstavljajo kodeks kakovosti ELESA + GANTER.

elesa-ganter.si   



**DESIGNED
FOR ENGINEERING**

RAZVOJ MINIATURNEGA PROPORCIONALNEGA HIDRAVLIČNEGA VENTILA ZA KRMILJENJE GIBOV HUMANOIDNEGA ROBOTA

Dominik Božič, Franc Majdič

Izveček:

Za krmiljenje hidravličnih nog humanoidnega robota je bilo treba zasnovati in optimizirati hidravlični proporcionalni ventil čim manjše mase in velikosti. Poleg kompaktnosti mora ventil za hitre gibe robota omogočati velike pretoke, hkrati pa zagotoviti čim manjše notranje puščanje. Zaradi boljšega tesnjenja in poenostavljene izdelave so na krmilnem batu uporabljena tesnila. Izvedene so bile numerične simulacije osnovnih karakteristik ventila in rezultati primerjani z meritvami na izdelanem prototipu.

Ugotovljeno je, da novo razviti zasučni ventil v primerjavi z običajnimi proporcionalnimi ventili dosega bistveno boljše rezultate glede notranjega puščanja in pretočnih karakteristik, je manjši in enostavnejši za izdelavo.

Ključne besede:

hidravlika, humanoidni roboti,, zasučni proporcionalni ventili, tesnjenje v ventilih, krmiljenje s servomotorjem

1 Uvod

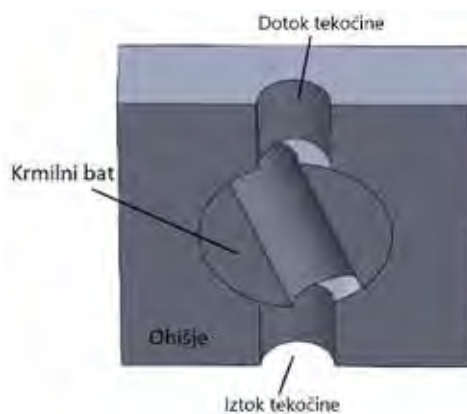
Hidravlika v današnjem času predstavlja nepogrešljiv del pogonske tehnike, tako na področju industrije, mobilnih strojev kot tudi v hitro razvijajočih se humanoidnih – človeku podobnih robotih.

Za gibanje posameznih delov robotov uporabljamo različne oblike pogona izvršnih sestavin. Mednje sodijo električni akuatorji, pnevmatični valji (predvsem na področju medicine za rehabilitacijo bolnikov [1]), ter hidravlični pogoni, ki imajo zaradi gostote moči, velikosti, varovanja pred preobremenitvijo in dobrega prilagajanja dinamičnim obremenitvam mnoge prednosti. Hidravlični sistem za pogon humanoidnega robota uporablja tudi eden izmed najbolj znanih ameriških razvijalcev [2].

V prispevku predstavljamo glavne korake razvoja in ugotovitve, do katerih smo prišli med testiranjem izdelanega prototipa zasučnega proporcionalnega ventila, ki smo ga razvili na podlagi sklepanja o manjših tokovnih silah pri zasučni izvedbi ventila [3].

2 Teoretična izhodišča

Potni ventili so hidravlične sestavine za krmiljenje pretoka olja v izvršne enote in iz njih. Z njimi omogočamo njihovo delovanje, spreminjanje smeri in hitrosti. Delujejo na principu ustvarjanja tlačne razlike, ki se pojavi ob zmanjševanju odprtine, čez katero teče tekočina. Glede na geometrijsko obliko in način delovanja lahko drsniške potne ventile delimo na vzdolžno pomične in na zasučne. Vzdolžno pomični se na vseh področjih hidravlike zelo uporabljajo, medtem ko se zasučni ventili (*slika 1*) v hidravliki uporabljajo za posebne namene [4].



Slika 1 : Princip krmiljenja pretoka tekočine z zasukom krmilnega bata v prerezu

Dominik Božič, univ. dipl. inž., doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Glavne slabosti vzdolžno pomičnih ventilov so predvsem notranje puščanje in močen vpliv tokovnih sil. Notranje puščanje je posledica reže med ohišjem in krmilnim batom, ki je potrebna za zagotavljanje delovanja ventila, saj s postopki izdelave ne moremo izdelati idealnih sestavnih delov in imamo vedno nekaj odstopanja.

Področje zasučnih ventilov je v splošni hidravliki manj zastopano, uporabljajo pa se v določenih posebnih primerih, tudi za krmiljenje humanoidnih robotov [5]. Raziskava kartušne izvedbe zasučnega ventila [3] je pokazala, da lahko z zelo majhnimi krmilnimi močmi direktno krmilimo tudi velike pretoke, celo do 1000 l/min.

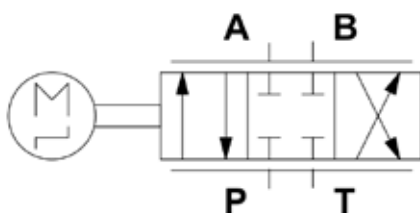
Osnovna ideja delovanja novega ventila temelji na kotni odvisnosti položaja bata v ohišju. Skozi obe komponenti je narejena izvrtina, tako da ta poteka radialno skozi središče bata (*slika 1*).

V popolnoma odprtem stanju to predstavlja le kanal skozi ohišje in bat, brez spremembe pretočnega preseka, kar pomeni minimalne izgube tlačne energije pri pretakanju tekočine. Z vrtenjem bata dosežemo spreminjanje pretočnega preseka odprtine na stičišču bata in ohišja in s tem različen pretok. S tovrstno izvedbo se izognemo predvsem vplivom tokovnih sil na krmilnih delih, ki se v klasičnih vzdolžno-pomičnih ventilih odražajo na ravnih kolobarjastih ploskvah, kjer povzročajo nekontrolirano gibanje bata, ki ga mora krmilnik skupaj z elektromagneti kompenzirati.

3 Razvoj novega zasučnega ventila

Po principu zasučnega ventila je bil zasnovan grobi model 4/3 ventila (*slika 2*), primeren za krmiljenje dvosmernih hidravličnih valjev nog humanoidnega robota [6], pri čemer so bila upoštevana priporočila dobrih praks za konstruiranje hidravličnih komponent.

S spremembo giba bata ventila iz premega gibanja v rotacijo okrog iste osi smo dosegli, da se bat med delovanjem vzdolžno ne premika prek ostrih robov. Tako so za doseganje boljšega tesnjenja na batu izdelani utori za tesnila, kot je prikazano na *sliki 3*. Ker bat sučemo, so uporabljeni dinamični tesnilni obroči X. Da bi dosegli dobro tesnjenje, je bilo treba posamezne prekate (območja na krmilnem batu in



Slika 2 : Simbol novo zasnovanega 4/3 potnega zasučnega ventila



Slika 3 : Grobi model ventila z izdelanimi utori za tesnila na batu (54 mm x 29 mm x 27 mm)

ohišju) med seboj ločiti, kar v obravnavanem primeru pomeni uporabo petih tesnil.

Ta korak optimizacije je bil pravzaprav najpomembnejša točka razvoja te vrste ventila, saj se je tako doseglo bistveno boljše tesnjenje ventila v primerjavi z doslej uporabljanimi klasičnimi ventili.

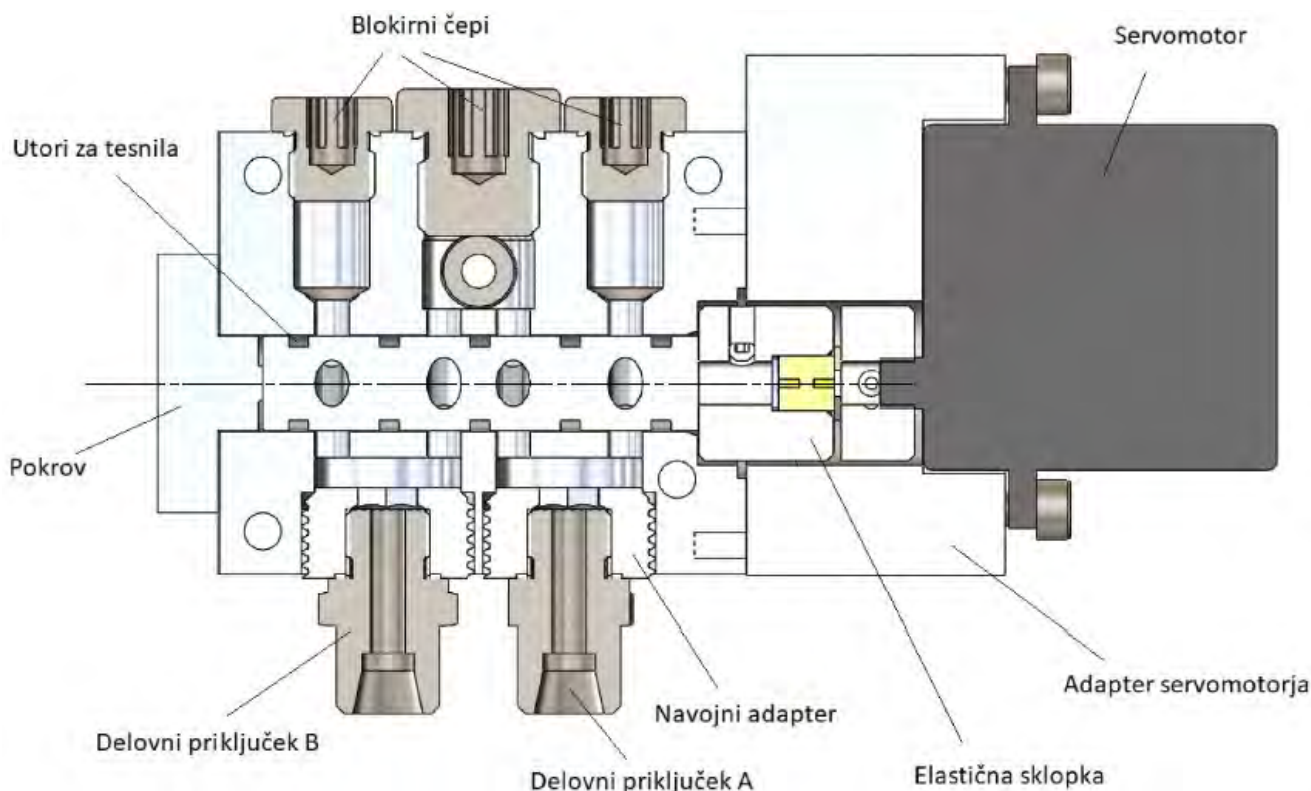
4 Snovanje oblike ventila za vgradnjo in izdelavo

Zasnovani ventil mora za krmiljenje noge humanoidnega robota krmiliti tri hidravlične valje, zato je naš razvoj stremel k snovanju za blokovno vgradnjo več ventilov. Pri prilagajanju standardnim delom smo morali ohišje ventila nekoliko povečati, ob tem pa so sledile še dodatne geometrijske operacije za združevanje več kanalov v skupne priključke.

Pri uporabi tesnil se kljub temu, da pri samem obratovanju ventila ne prihaja do prehoda tesnil preko ostrih robov, pojavi težava pri začetni montaži bata v ohišje. To težavo se je rešilo z dodatno optimizacijo oblike ventila, ki omogoča dostop do vseh krmilnih robov na ohišju. Tako dosežemo, da pri montaži bata v ohišje izvrtine s krmilnimi robovi zapolnimo s posebnima montažnima vstavkoma (*slika 4*) in tako omogočimo vzdolžni premik bata s tesnili preko krmilnih robov brez nastalih poškodb tesnil.



Slika 4 : Razviti montažni vložki



Slika 5 : Prerez celotnega zasučnega ventila z označenimi sestavnimi deli (129,5 mm x 76,1 mm)

Za pogon bata je bil izbran servomotor, ki ob majhnem volumnu omogoča potreben navor in hitrost zasuka. Krmiljenje ventila poteka preko spletnega grafičnega vmesnika. Za ta namen je bila narejena tudi programska koda (python), ki teče na mikrokontrolerju Raspberry pi Zero, in ob uporabi dodatnega modula za tvorjenje signala s pulzno širinsko modulacijo upravlja servomotor in s tem tudi ventil [7].

Za povezavo med krmilnim batom in servomotorjem se je zaradi izničenja vpliva nesoosnosti osi motorja z osjo bata uporabilo gibljivo vzmetno sklopko.

Za pritrditev servomotorja je bil izdelan namenski nosilec, za zaprtje ventila na zadnji strani pa je bil skonstruiran pokrov, ki hkrati skrbi tudi za aksialno pozicioniranje krmilnega bata. Na *sliki 5* je prikazan novo razviti zasučni ventil v prerezu z označenimi elementi, na *sliki 6* pa je prikazana blokovna izvedba treh sestavljenih zasučnih ventilov.

Za material sestavnih delov prototipnega ventila sta bila izbrana medenina in aluminij z dodatno površinsko kemično obdelavo (eloksacijo), ki poveča trdoto površinske plasti. S tem se je želelo ob enostavnejši izdelavi aluminijastih delov predvsem ugotoviti uporabnost aluminija za tlake do 350 bar kot alternative jeklu, ki se navadno uporablja za izdelavo tovrstnih hidravličnih komponent. Po končani optimizaciji je sledila izdelava nestandardnih delov in sestavljanje celotnega ventila. Rezultat, enojni zasučni ventil kot končni izdelek je prikazan na *sliki 7*.



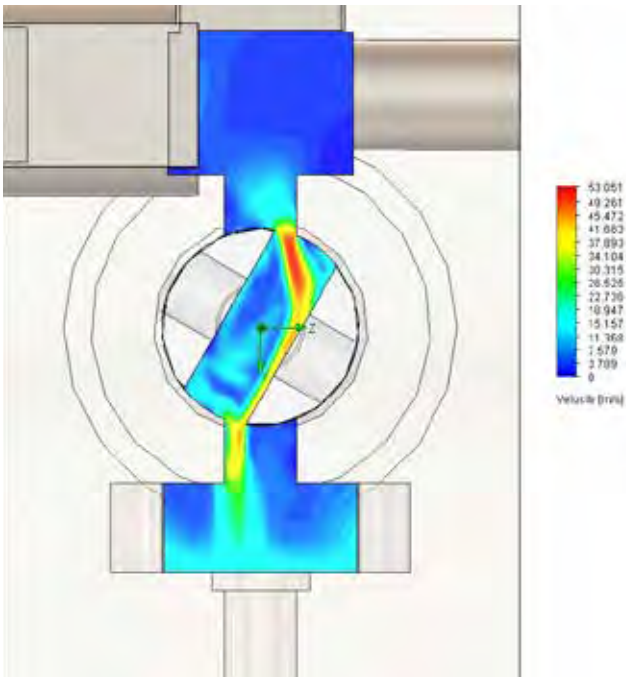
Slika 6 : Končni model trojnega zasučnega ventila v blokovni izvedbi za krmiljenje ene noge humanoida (129,5 mm x 118 mm x 76,1 mm)



Slika 7 : Končni videz sestavljenega zasučnega ventila

5 Numerične analize in eksperimentalne meritve

Na modelu ventila so bile izvedene numerične simulacije CFD, s katerimi so se ugotovile karakteristike novega ventila in pretočne razmere v njem. Za potrebe simulacij je bil model geometrijsko poenostavljen. Na *sliki 8* je prikazana numerično izračunana hitrost olja po preseku krmilnega kanala pri pretoku olja 5 l/min in kotu zasuka 15°.

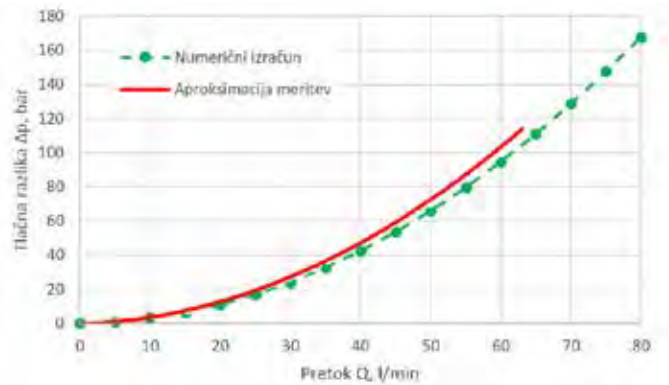
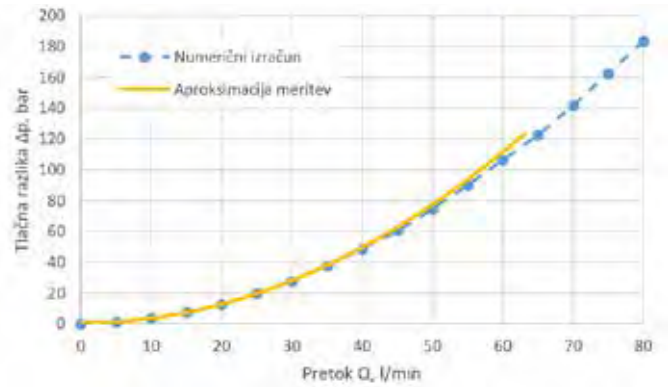


Slika 8 : Simulirano hitrostno polje olja v prečnem prerezu ventila

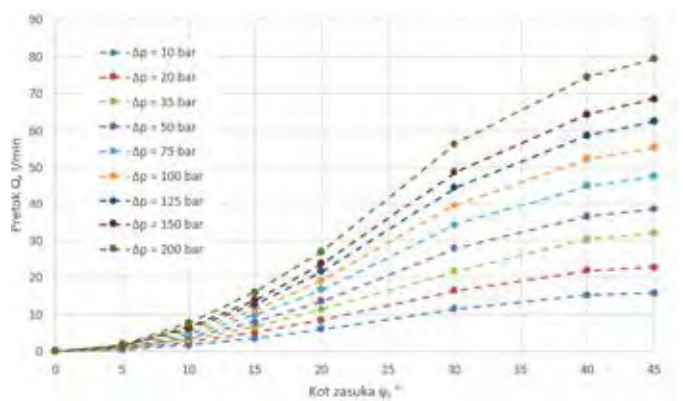
V nadaljevanju je bilo sestavljeno preizkuševališče za eksperimentalne meritve karakteristik na izdelanem prototipnem ventilu [7]. Za karakteristiko ventila Δp - Q so bile meritve izvedene na povezavi P-A in B-T. Rezultate prikazujeta naslednja grafa na *sliki 9*.

Iz rezultatov meritev in simulacij (*slika 9*) lahko odberemo, da ventil pri tlačni razliki 35 bar, kar po nekaterih virih [8] velja za kriterij za določanje nazivnega pretoka olja, omogoča pretok 33 l/min. Prav tako je razvidno, da je odstopanje eksperimentalnih meritev od numeričnih izračunov zelo majhno [7].

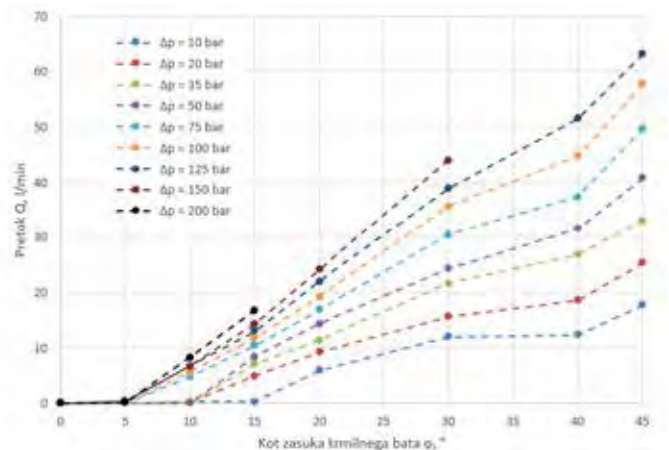
Pri karakteristiki novega ventila Q - ϕ je iz grafov na *slikah 10* in *11* razvidna nekoliko drugačna oblika krivulj, kot je običajna za klasične proporcionalne ventile. Vzrok za nastalo obliko krivulj je v spremenjenih krmilnih robovih. Iz grafa je razvidno, da se pretok z večanjem odprtja in povečevanjem tlačne razlike stalno povečuje. Pri primerjavi rezultatov meritev in numerično izračunanih vrednosti lahko opazimo manjša odstopanja izmerjenih vrednosti. Ta so najverjetneje posledica ugotovljene nena-



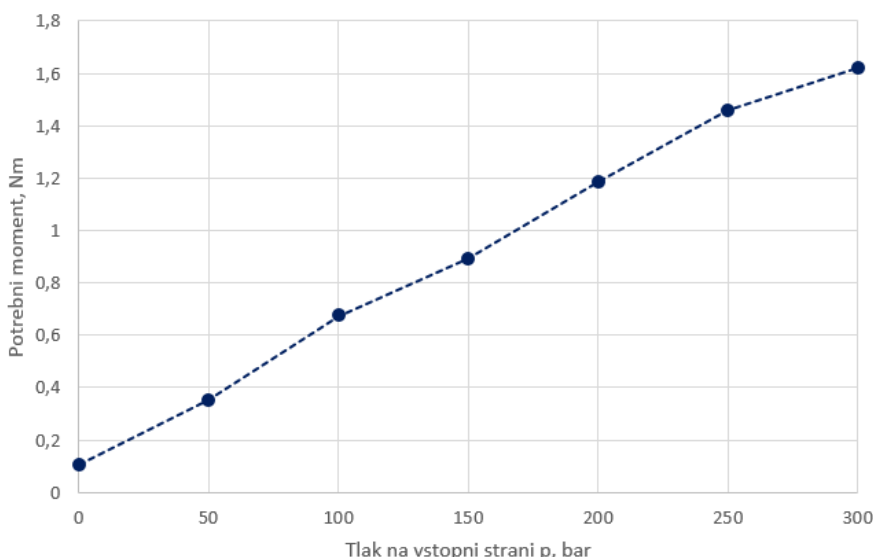
Slika 9 : Karakteristika ventila Δp - Q na povezavi P-A (zgoraj) in B-T (spodaj)



Slika 10 : Numerično izračunane vrednosti karakteristike Q - ϕ



Slika 11 : Izmerjena karakteristika Q - ϕ ventila



Slika 12 : Potrebni moment v odvisnosti od tlaka na dovodu

tančnosti pozicioniranja servomotorja. Prav tako za izmerjeni krivulji pri tlačni razliki 150 bar in 200 bar zaradi omejenosti moči hidravličnega agregata ni bilo mogoče doseči vseh zelenih pretokov.

Z meritvami se je izmerilo tudi največji potreben moment za prekrmljenje ventila (*slika 12*). Pri testiranju se je pojavil največji upor pri premiku iz popolnoma zaprte lege krmilnega bata. Iz grafa na sliki 12 je razvidno skoraj linearno naraščanje potrebnega momenta, ki pri tlačni razliki 0 bar sicer dosega vrednost 0,1 Nm. Rezultat tudi kaže, da za krmiljenje ventila pri 300 bar tlačne razlike potrebujemo servomotor navora 1,6 Nm. Iz tega lahko sklepamo, da je ta moment predvsem posledica trenja tesnil na ohišju in bat, saj pri popolnoma zaprtem ventilu pretočnih sil v ventilu ni, torej ne morejo povzročati momenta. Del tega momenta pri popolnoma zaprtem ventilu lahko ustvari tudi sila na bat preko obeh krmilnih robov P v ohišju, ki bat pritiska ob nasprotno steno, saj med batom in ohišjem obstaja določena ohlapnost.

6 Rezultati trajnostnega testiranja

S trajnostnim testiranjem ventila smo želeli ugotoviti uporabno dobo ventila. Testiranje smo izvajali pri tlaku 200 bar ter z zaslonko med delovnimi priključkoma (A in B), ki je predstavljala obremenitev. Rezultati so pokazali, da je novo razviti zasušni ventil do odpovedi (*slika 13*) opravil 733.000 preklapov. S testiranjem smo tudi ugotovili, da čas posameznega preklopa znaša približno 0,6 s, kar pomeni, da je ventil sposoben preklapljati s frekvenco 1,6 Hz.

Med trajnostnim testiranjem smo naleteli na nekaj nepričakovanih težav, saj je odpovedalo nekaj kupljenih sestavnih delov. Po 296.000 preklapih je odpovedal servomotor zaradi obrabe zobnika v njegovem prenosniku moči. Ker pa na kvaliteto ser-

vomotorjev ne moremo vplivati, smo servomotor zamenjali in nadaljevali s testiranjem. Zanimala nas je predvsem uporabna doba glavnih delov ventila, torej ohišja in bata, ter njuna obraba.

Pri opravljenih 544.000 ciklih se je izkazalo, da je ventil prenehal delovati zaradi loma elastične sklopke med batom in servomotorjem. Tudi v tem primeru smo porušeni del zamenjali in nadaljevali s testiranjem, vendar je po menjavi sklopke prišlo do aksialnega pomika bata, ki je povzročil poškodbo tesnil. Zato je sledila še menjava tesnil, ki pa so se pri ponovni montaži bata v ohišje očitno nekoliko bolj poškodovala na vstopnem posnetju. Posledično je količina izteklega olja pri merjenju nekoliko večja po menjavi, kar je vidno in označeno na *sliki 14*.

Po končanem testiranju je bil na podlagi rezultatov meritev olja na posameznih časovnih intervalih izdelali graf, prikazan na sliki 14. Zadnje meritve puščanja (po poružitvi) zaradi zloma krmilnega bata ni bilo več mogoče izvesti.

Rezultati meritev puščanja so bili že v začetku testiranja zelo presenetljivi, saj je bila izmerjena količina izteklega olja zelo majhna. Kljub temu ventil na nobenem drugem mestu ni izkazoval puščanja, kar nas je presenetilo, saj na obeh straneh med povra-



Slika 13 : Lom krmilnega bata na stiku z elastično sklopko



Slika 14 : Izmerjeno notranje puščanje ventila med trajnostnim testom



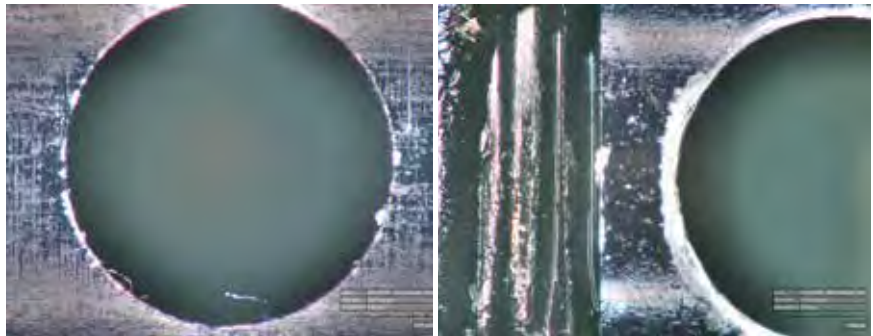
Slika 15 : Krmilni bat po 733.000 prekopih z vidnimi poškodbami tesnil in krmilnega roba

tno cono in okolico, tesnjenje zagotavlja le po en tesnilni obroč.

Po končanem trajnostnem testiranju je sledil pregled obrabe krmilnih robov na batu in ohišju. Na krmilnem batu je bila obraba vidna na krmilnih robovih, ki smo jih primerjali z robovi na ohišju. Opazna je tudi sprememba te-



Slika 16 : Obe polovici prerezane- ga ohišja po trajnostnem testiranju



Slika 17 : Primerjava obrabe na krmilnem robu ohišja (levo) in krmilnega bata (desno)

snilnih obročev X. Pri drugem tesnilu (z leve strani) je na *sliki 15* mogoče opaziti, da je v uto-ru ostal le del tesnila. Sklepamo, da je prav to tesnilo povzročilo v grafu nenaden skok vrednosti puščanja. Zanimivo pa je dejstvo, da kljub skoraj popolnoma poškodovanemu tesnilu ventil še vedno zelo dobro tesni. Zaradi uporabe črnega oksidnega nanosa na krmilni bat je bilo mogoče vizualno opazovati obrabo. Konkretnije analize obrabe še niso bile izvedene. *Slika 16* prikazuje prerezano ohišje, na katerem so vidna področja obrabe ventila. Iz *slike 17* pa je razvidno, da je obraba krmilnega roba na batu veliko večja od obrabe na ohišju.

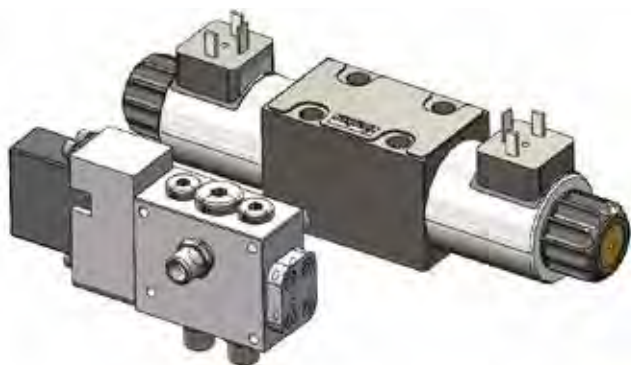
Opazna je presenetljivo velika obraba na zgornjem delu ohišja, kjer so dovodni in povratni kanali. Iz obrabljene površine in kontaktnih

površin bata z ohišjem lahko sklepamo, da tesnila bat v ohišju centrirajo, saj se je pri poškodovanem tesnilu na mestu stika z ohišjem površina obrabila (na *sliki 16* osvetljena ozka linija na desni strani).

7 Zaključek

Razvit in izdelan je bil nov hidravlični proporcionalni zasučni ventil, s katerim lahko krmilimo ciljni pretok 60 l/min. Ugotovljeno je bilo, da po kriteriju 35 bar tlačne razlike nazivni pretok novega ventila znaša 33 l/min.

S trajnostnim testiranjem se je pokazalo, da obraba tudi po precej velikem številu ciklov še ni povzročila velikega skoka v vrednosti puščanja, kar je razvidno iz grafa na *sliki 14* in je bilo bi-



Slika 18 : Primerjava velikosti novo razvitega ventila z običajnim ventilom

stveno manjše, kot je navadno pri klasičnih vzdolžno pomičnih proporcionalnih hidravličnih ventilih. Za primer lahko podamo merjene vrednosti notranjega puščanja novo razvitega drsniškega ventila, ki so znašale med 200 ml in 420 ml/min [9]. V primerjavi s tem je puščanje našega ventila (3 ml/min po izvedenih 600.000 preklonih) od 100- do 200-krat manjše. K presenetljivim rezultatom tesnjenja gotovo prispeva tudi odločitev za vpeljavo tesnil v samo sestavo ventila. Uporabno dobo ventila bi lahko podaljšali z optimizacijo bata na mestu, kjer je med trajnostnim testiranjem prišlo do porušitve, saj med zasnovo bata nismo dovolj pozornosti namenili temu detajlu in vplivu zareznega učinka na trajno dinamično trdnost.

S primerjavo velikosti novega ventila s primerljivim klasičnim ventilom, za katerega smo izbrali hidravlični proporcionalni drsniški ventil proizvajalca Parker z oznako D1FBE02FC0NMW0[10], ki po karakterističnih točkah pretoka ustreza novemu ventilu, smo ugotovili, da je novo razviti ventil po volumnu 3-krat manjši (slika 18).

Novo zasnovani ventil tako predstavlja nov pristop v krmiljenju hidravličnih komponent, uporaben je tako za krmiljenje humanoidnih robotov kot tudi za krmiljenje drugih naprav v industrijski in mobilni hidravliki.

V nadaljnjem razvoju ventila bi bilo smiselno razmisliti in testirati vpliv materiala bata na samo uporabno dobo ventila. Prav tako bi bilo treba raziskati, kako izbor tesnil vpliva na tesnjenje in tudi potreben moment za krmiljenje ventila.

Literatura

- [1] Q. Liua, J. Zuoa, C. Zhua, S. Q. Xie: Design and control of soft rehabilitation robots actuated by pneumatic muscles: State of the art, *Future Generation Computer Systems* 113 (2020), str. 620-634.
- [2] K. Khokar, P. Beeson, R. Burrige: Implementation of KDL Inverse Kinematics Routine on the Atlas Humanoid Robot, *Procedia Computer Science* 46 (2015), str. 1441-1448.
- [3] I. Okhotnikov, S. Noroozi, P. Sewell, P. Godfrey: Evaluation of steady flow torques and pressure losses in a rotary flow control valve by means of computational fluid dynamics, *International Journal of Heat and Fluid Flow* 64 (2017), str. 89-102.
- [4] D. Will, N. Gebhardt, H. Ströhl (Hrsg.): *Hydraulik*, Springer-Verlag, Heidelberg, 2007.
- [5] S. Potter, J. A. Saunders (1990): Rotary directional control valve, US patent US4966192A.
- [6] M. Bešter: Prototip hidravličnih humanoidnih robotskih nog: diplomsko delo. Ljubljana, 2021.
- [7] D. Božič: Razvoj miniaturnega proporcionalnega hidravličnega ventila za krmiljenje gibov humanoidnega robota: diplomsko delo. Ljubljana, 2022.
- [8] P. Chapple: *Principles of hydraulic system design*, Oxford, 2003.
- [9] J. Bartolj: Razvoj 4/3 proporcionalnega hidravličnega ventila za izdelavo s postopkom 3D tiska kovin, diplomsko delo, Ljubljana 2022.
- [10] Parker Hannifin Corporation: Direct Operated Proportional DC Valve Series D1FB / D1FB OBE, Catalogue (Europe and Asia).pdf, Parker, Dostopno na: <https://ph.parker.com/pl/en/direct-operated-proportional-dc-valves-series-d1fb-d3fb/d1fbe02fc0nmw0>, ogled 13. 9. 2022

Development of miniature proportional hydraulic valve to control the movements of a humanoid robot

Abstract:

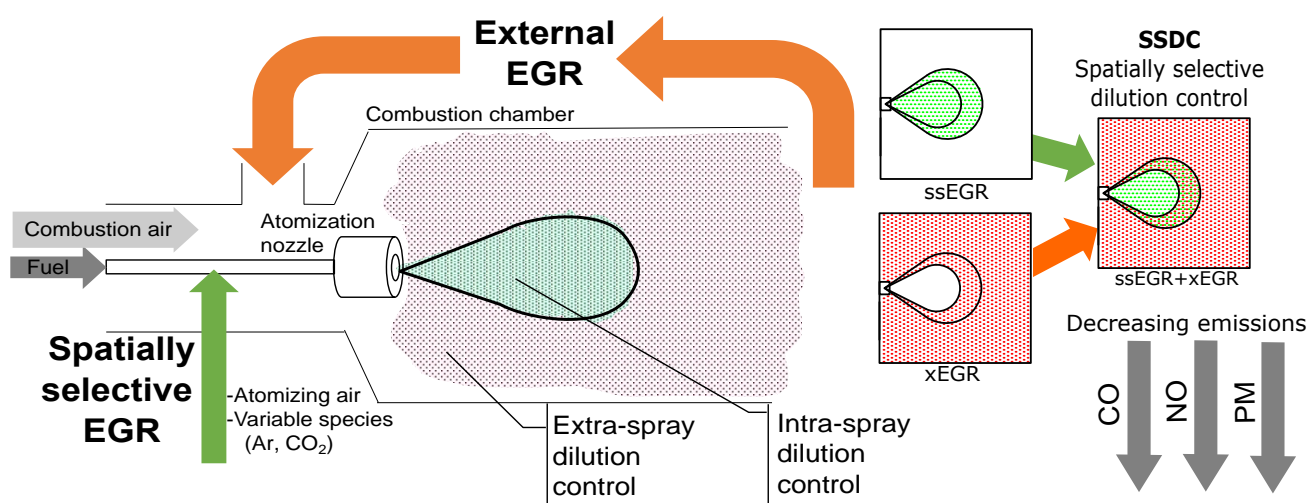
To control a hydraulic humanoid robot, it is necessary to design and optimize a hydraulic proportional valve with the lowest possible mass and size. The valve for the robot's rapid movements must not only be compact, but also allow high flow rates while minimizing internal leakage. A seal on the control piston is used for better sealing and simplified fabrication. Numerical simulations of the basic characteristics of the valve were performed and the results were compared with measurements on the manufactured prototype. Compared to conventional proportional valves, the newly developed rotary valve achieves significantly better results in terms of internal leakage and flow characteristics, and is smaller and easier to start.

Keywords:

hydraulic, humanoid robots, proportional valves, rotary proportional valve, seals, controlling with servomotors

KONCEPT PROSTORSKO SELEKTIVNE DILUCIJE V PROCESIH ZGOREVANJA

Raziskovalci Laboratorija za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost (LICeM) so v reviji *Journal of Environmental Management* (IF=8.9) predstavili nov koncept za aktivni nadzor reaktivnosti gorljive zmesi v sistemih, ki temeljijo na kontinuiranem zgorevanju (gorilniki, turbinski motorji). Inovativni pristop potrjuje hipotezo, da ciljno dodajanje inertnih ali delno inertnih snovi (CO_2) neposredno v območja z visokimi stopnjami sproščanja toplote v zgorevalnih komorah omogoča natančno uravnavanje temperaturnega in koncentracijskega polja v reakcijski coni. To vodi v bistveno večjo prilagodljivost procesa zgorevanja tudi ob uporabi visoko reaktivnih goriv.



Koncept prostorsko selektivne dilucije v procesih zgorevanja

Predstavljeni koncept prostorsko selektivne dilucije gorljive zmesi (ang. Spatially selective dilution control – SSDC), v kombinaciji z eksterno recirkulacijo produktov zgorevanja neposredno vpliva na zmanjšanje izpustov škodljivih snovi (predvsem trdnih delcev in dušikovih oksidov). Bistveno funkcionalnost pa predstavlja možnost nadzora nad reaktivnostjo zmesi v realnem času – ta lahko z uvedbo SSDC sledi in prilagaja cono zgorevanja glede na različne in nepredvidljive spremembe v sestavi goriva, saj lahko upočasni ali pospeši sproščanje toplote, odvisno od zelenega učinka. Koncept tako lahko zaobide izzive, ki so povezani s spremenljivo vsebnostjo vodika in sintetičnega metana v plinskem razvodnem omrežju, za katera je znano, da izrazito vplivata na

reaktivnost zmesi. S pričakovano diverzifikacijo virov plina in injiciranje obnovljivih plinov v plinovodno omrežje koncept odpira možnost bistveno širših dopustnih mej za rabo alternativne zmesi plina v širokem spektru zgorevalnih sistemov.

Članek je nastal v okviru projekta ARRS Z2-1862 Zgorevanje brez okoljskega odtisa za pridobivanje zelene energije (vodja doc. dr. Tine Seljak) in programske skupine P2-0401 Energetsko strojništvo.

Članek je dostopen na: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115068>.

www.fs.uni-lj.si



HYGIENIC DESIGN – IZZIV ZA KONSTRUKTORJE IN PROIZVAJALCE STROJEV

Pogovarjali smo se z gospodom Janijem Plesnikom iz podjetja Elesa+Ganter, Avstrija, ki nam je predstavil koncept Hygienic Design, kako deluje in vse njegove prednosti.



G. Jani Plesnik

Ventil: Visoke higienske zahteve v številnih panogah, od živilske industrije pa vse do proizvodnje barv in lakov, vedno znova predstavljajo nove izzive za konstruktorje in proizvajalce strojev.

Preprečiti je namreč treba kontaminacijo in vire okužb. Živilske izdelke je hkrati treba proizvajati brez ali s čim manj konzervansov, ne da bi pri tem negativno vplivali na njihovo življenjsko dobo. Kaj to pomeni za proizvajalca standardiziranih strojnih delov?

Jani Plesnik: Da bi to dosegli, je treba pri vseh delih stroja ali sistema upoštevati določene osnovne pogoje. Naši izdelki iz skupine Hygienic Design (HD) zagotavljajo najvišjo stopnjo higienske varnosti. Šele ko izdelki prestanejo številna testiranja in certifikacijo, lahko nosijo oznako HD.

Certifikacijski organi, kot so evropski EHEDG (European Hygienic Engineering & Design Group) ali 3A (3-A-Sanitary Standards) v ZDA so namenjeni prav temu področju, zato definirajo podrobne zahteve in pogoje.

Ventil: Katere točke je treba upoštevati pri konstrukciji, da lahko standardizirani del nosi oznako HD?

Jani Plesnik: Pri zasnovi in konstrukciji je treba upoštevati predvsem naslednje točke:

- ▶ uporaba materialov, ki jih je mogoče čistiti brez težav, po možnosti takih, ki imajo higiensko aktivne lastnosti;
- ▶ zatesnitve brez mrtvega prostora;

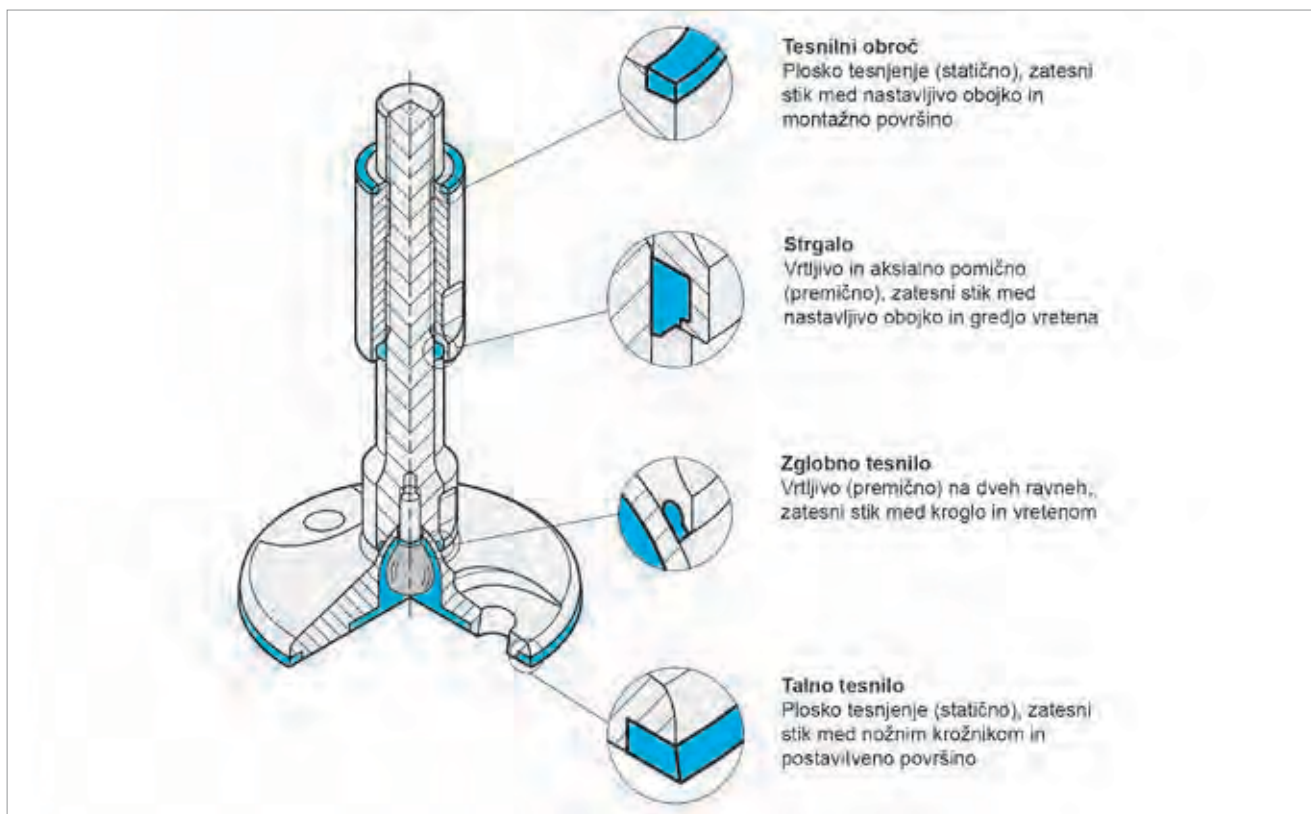
- ▶ higienski material tesnil;
- ▶ natančna obdelava površine, pod 0,8 mikrometra.

Ventil: Vse te zahteve morajo izpolnjevati tudi najmanjši elementi, kar pomeni, da je konstrukcija nekajkrat zahtevnejša in tudi dražja. Kako tu Elesa+Ganter podpira svoje stranke?

Jani Plesnik: V podjetju Elesa+Ganter smo si zadali cilj, da čim boljše podpremo konstruktorje in proizvajalce strojev pri njihovem delu. Logična posledica tega je lastna skupina izdelkov za standardne in standardizirane dele z zasnovo Hygienic Design. S tem konstruktorje in izdelovalce strojev precej razbremenimo. Ti posebni standardizirani deli so



Kontinuiran razvoj ponudbe izdelkov Hygienic Design podjetja Elesa+Ganter



Primer uporabe tesnil za nivelirno nogo GN 20 v higienski izvedbi

že ustrezno certificirani in tako zmanjšajo stroške, hkrati pa je pri tem pomembna tudi varnost v pravnem smislu.

Podatki CAD za izdelke so brezplačno na voljo v vseh običajnih zapisih datotek. Tako lahko konstruktorji zlahka in brez dodatnega truda vključijo izdelke v svoje načrte / skice.

Ponudbo bomo seveda tudi še naprej razvijali in širili in s tem pripomogli k občutnemu zmanjšanju stroškov pri načrtovanju in konstrukciji celotnih strojev.

Ventil: Iz katerega materiala so narejeni standardizirani deli HD podjetja Eles+Ganter?

Jani Plesnik: Standardizirani deli podjetja Eles+Ganter so narejeni iz brušenega nerjavnega plemenitega jekla. Prednosti tega materiala so med drugim tudi možnost izjemno natančne obdelave, higiensko aktivna površina in to, da ga je mogoče izdelati s poljubno stopnjo grobosti. Še zlasti pomembno pa je, da je ta material odporen na skoraj vsa čistila. Tako

nam plemenito jeklo omogoča enostavno zamenjavo postopkov čiščenja, kar preprečuje nastanek odpornih sevov bakterij.

Ventil: Pravzaprav si je zelo težko predstavljati koncept in izvedbo tesnil. Katere procese pri tem uporablja Eles+Ganter?

Jani Plesnik: Koncept tesnil temelji na izračunih FEM (Finite Element Method), ki po montaži zagotavlja zanesljivo naleganje ploskev. Tesnila imajo pri standardiziranih delih Hygienic Design predvsem to nalogo, da zaščitijo mrtve prostore, reže in utore pred vdorom čistilnih sredstev ali ostankov hrane.

Dober primer za to so nivelirne noge iz plemenitega jekla GN 20. Po eni strani imajo vgrajena statična (za montažno in postavitveno površino), po drugi pa tudi premična tesnila, ki omogočajo prilagoditev višine in kota.

Zapahi iz plemenitega jekla GN 1150 pa so na voljo v dveh različnih izvedbah. Zapahi v izvedbi s higienskimi sprednjim delom iz-

polnjujejo vse higienske zahteve na sprožilni strani. Dve tesnili pri tem tesnita mehanizem zapaha.

Pri polni higienski izvedbi so vse higienske zahteve izpolnjene še na strani zapaha. Pri tem zagotavlja tesnjenje mehanizma zapaha več tesnil.

V ponudbi podjetja Eles+Ganter so na voljo tudi vijaki z oznako Hygienic Design. Vijaki / matice iz plemenitega jekla GN 1580 so glede na uporabljeni tesnilni obroč primerni za temperature od -25 °C do +150 °C (s tesnilnim obročem H-NBR) ali od -40 °C do +120 °C (s tesnilnim obročem iz EPDM). Vijaki iz plemenitega jekla GN 1581 so zanimivi zaradi nizke glave. Vijake iz plemenitega jekla GN 1582 z nizko glavo je zaradi ozkega stebra mogoče enostavno zavarovati pred izgubo, npr. s pokrovom.

Za več informacij o celotnem programu izdelkov Hygienic Design si oglejte naše spletno mesto: eles-ganter.si

Ventil: Gospod Plesnik, najlepša hvala za pogovor!

VISOKA ČISTOČA: STANDARDIZIRANI ELEMENTI V IZVEDBI HYGIENIC DESIGN

V podjetju Elesa+Ganter smo razvili dodatne, zatesnjene standardizirane elemente iz plemenitega jekla, ki izpolnjujejo zelo visoke higienske zahteve.

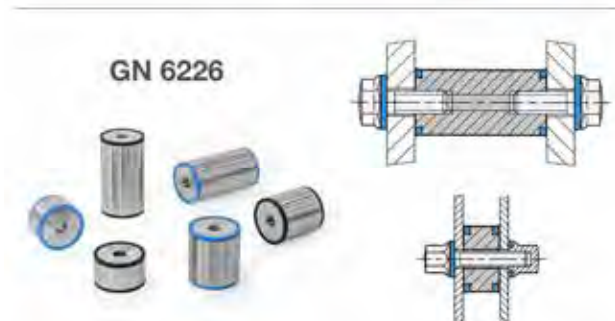
Povsod, kjer se proizvajajo živila, je najvišja stopnja higijene eden od osnovnih pogojev. Vendar tudi v drugih panogah igra higiena pomembno vlogo – od medicinske in farmacevtske industrije do proizvodnje disperzijskih barv. Skoraj povsod je pomembna proizvodnja izdelkov brez dodanih konzervansov – za to je potrebno zelo čisto proizvodno okolje.

Na prvi pogled se zdi, da je večina standardiziranih elementov sicer zelo oddaljena od dejansko kritičnih delovnih območij, vendar se lahko spore mikroorganizmov, ki se prenašajo po zraku, zelo hitro razširijo. Ker lahko že najmanjše šibke točke privedejo do kontaminacije celotnih proizvodnih linij, smo v podjetju Elesa+Ganter razvili celotno družino posebnih standardiziranih elementov. Ti izdelki so minimalno dovzetni za kontaminacijo zaradi optimalne zasnove za čiščenje, s tem pa izpolnjujejo zelo visoke zahteve standardov 3-A Sanitary, EHEDG ter testa DGUV.

Zadnja novost iz družine izdelkov »Hygienic Design« so v ponudbi podjetja Elesa+Ganter distančniki GN 6226. S temi standardiziranimi elementi se lahko preprosto izognete dvojnimi konstrukcijskim površinam, ki so problematične in drage glede čiščenja ter zatesnitve. Nabor izdelkov HD, ki že vključuje različne izvedbe gumbov, ročajev, vpenjalnih ročic, zaskočnih sornikov, zapahov, prekrivnih tulcev, nivelirnih nog ter vijakov se je tako še razširil.

V vseh primerih se uporablja nerjavno plemenito jeklo z vibracijsko brušenimi ali poliranimi površinami. Tako ostane največja hrapavost površine pod 0,8 µm, delci umazanije pa se zato ne morejo oprijeti in jih je pri čiščenju mogoče zanesljivo odstraniti.

Dodatna, osrednja značilnost standardiziranih elementov Elesa+Ganter je "odsotnost mrtvega prostora" – v notranjosti sestavnih delov se torej ne morejo nabirati nobene snovi. Koncept higiensko varnega tesnjenja, preverjen s programsko simulacijo, zagotavlja, da se tesnila iz elastomera H-NBR ali EPDM, ki jih je odobrila FDA, po montaži povsod popolnoma prilegajo površini in svojo funkcijo opravljajo še dolgo časa. Tako se higienske težave ne morejo neopaženo razširiti. Podjetje Elesa+Ganter v priloženih navodilih izčrpno opisuje strokovno montažo in primerne postopke čiščenja.



Standardizirani elementi v izvedbi Hygienic Design

Standardizirani elementi »Hygienic Design« zmanjšajo stroške in vloženi trud pri čiščenju – izvajati ga je mogoče enostavneje in predvsem hitreje s postopkom »Clean in Place« – na koncu je obratovanje naprave na dolgi rok stroškovno ugodnejše.

Vir:

ELESA+GANter Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 23, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: j.plesnik@elesa-ganter.at, GSM: 386 41 362 859, internet: www.elesa-ganter.at

ROČAJI M.2000-SWM

Z električnim varnostnim stikalom in kontrolno lučko LED

Ročaji so ergonomski in kompaktni, izdelani iz samougasljivega termoplasta, ojačanega s steklenimi vlakni. Z Ima monostabilnimo varnostnoim stikalom, ki zagotavlja pravilno prekinitev električnega tokokroga. Tako novi ročaji M.2000-SMW zagotavljajo kar najvišjo varnost za uporabnika.

LED-trakove RGY (rdeča, zelena, rumena - - angl. red, green, yellow) iz polikarbonata je mogoče konfigurirati tako, da vsaka barva prikazuje določeno stanje stroja.

Električne in mehanske lastnosti varnostnega stikala omogočajo integracijo ročaja M.2000-SWM v varnostni sistem.

Ročaj v enem samem izdelku združuje funkcijo signalne lučke in funkcijo stikalne omarice z varnostnimi kontakti v konfiguracijah 2NC ali 1NO+NC.

Ročaj je v ponudbi Eles+Ganter na voljo tudi brez električne stikalne funkcije v različici M.2000. Tudi ta je narejen iz termoplasta, ki je samougasljiv po standardu UL-94 V0. Montaža se izvede na zadnji strani.



Ročaji M.2000-SWM z barvami RGY

Več informacij o standardnih in standardiziranih delih Eles+Ganter najdete v naši spletni trgovini na naslovu eles-ganter.si

Vir:

ELESA+GANter Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 23, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: j.plesnik@eles-ganter.at, GSM: 386 41 362 859, internet: www.elesa-ganter.at

MEDNARODNI

INDUSTRIJSKI SEJEM 2023

CELJSKI SEJEM
18.-21. APRIL 2023

FORMA TOOL – orodjarstvo in strojogradnja
VARJENJE IN REZANJE
INDUSTRIJA POLIMEROV
INDUSTRIJSKA AVTOMATIZACIJA,
ROBOTIKA IN ELEKTRONIKA
INDUSTRIJSKO VZDRŽEVANJE - TEROTECH


Celjski sejem
www.ce-sejem.si

USB TLAČNI PRETVORNIKI: GD4200-USB

Digitalni tlačni pretvornik GD4200-USB® je bil zasnovan za merjenje, analiziranje in zapisovanje tlaka neposredno na računalnik, ne da bi bilo treba uporabljati drage I/O vmesnike. Uporabniku omogoča, da meri do 16 vnosov tlaka hkrati in preprosto ustvari prilagojene testne certifikate.

Frekvenca vzorčenja

Pretvornik GD4200-USB® je združljiv z USB 2.0 in se povezuje preko snemljivega USB kabla. Podatki se zajemajo z nastavljivo programsko opremo ESI-USB, delujočo v okolju Windows. Podatki so predstavljeni na zaslonu v realnem času brez izgube natančnosti. Programska oprema je združljiva z Windows® 8, 8.1 in 10 ter se konfigurira samodejno z namiznim, prenosnim ali tabličnim računalnikom preko USB protokola. Ima takojšnjo povezavo in samodejno zazna, da je senzor priključen. Stopnja vzorčenja omogoča merjenje dinamičnega tlaka pri resoluciji 21 bitov vse do frekvence 1000 Hz. Podatke je mogoče prikazati v grafični ali tabelarični obliki. Izbrati je mogoče med različnimi tlačnimi enotami. Podatke je mogoče shraniti v datoteko ali izvoziti v Excel, PDF ali .csv format.

Programska oprema ESI-USB

Programska oprema ESI-USB ima veliko funkcij, vključno z generiranjem certifikata meritev na prilagodljivi podlogi, testiranjem puščanja, meritvijo in snemanjem ter ogledom stanja tlaka do 16 senzorjev hkrati. Omogoča tudi virtualno merjenje diferenčnega tlaka, nastavitve časa samodejnega začetka in konca testiranja in stopnjo alarma za vsak posamezni senzor. Nenehno avtomatsko posodabljanje programske opreme ESI-USB je zagotovilo za uporabo najnovejše različice programa.

Tehnologija »Silicon-on-Sapphire«

Edinstvena senzorska tehnologija »Silicon-on-Sapphire« za-



Slika 1 : Tlačni pretvornik GD4200-USB

gotavlja izjemno zmogljivost in odlično stabilnost v širokem temperaturnem območju. Odlična natančnost merjenja zagotavlja izjemno visoko ločljivost. Devet tlačnih območij je bilo skrbno izbranih, da se zagotovi pokritje skoraj vseh tlakov, ki jih zahtevajo aplikacije, od vakuuma pa vse do 5000 barov.

Glavne lastnosti tlačnih pretvornikov GD4200-USB

- ▶ Frekvenca vzorčenja s programsko opremo do 1000 Hz.
- ▶ Tehnologija senzorjev »Silicon-on-Sapphire«.
- ▶ Možnost izbire delovnega področja tlaka do 5000 barov.
- ▶ Natančnost (NLHR) $\pm 0,15\%$ razpona BFSL.
- ▶ Samodejno zaznavanje in konfiguracija.
- ▶ Združljivost z USB 2.0.
- ▶ Prenosljiva programska oprema ESI-USB® s samodejnim posodabljanjem.
- ▶ Merjenje in zapisovanje stanja tlaka do 16 senzorjev hkrati.
- ▶ Prilagojen testni certifikat.
- ▶ Samodejna temperaturna kompenzacija.

- ▶ Podpora za preprosto integracijo z aplikacijami, ustvarjenimi v okolju C#, VB, Labview in Excel VBA (knjižnica apidll).
- ▶ Kabel dolžine 2 m in torbica sta vključena v dobavo.

ESI Technology (član skupine SUCO)

ESI Technology Ltd oblikuje in izdeluje tlačne pretvornike in prenosnike za vesoljsko, obrambno, naftno, plinsko, pomorsko, medicinsko, avtomobilsko, procesno in splošno industrijo. Njihova baza strank se razteza po več kot 45 državah po vsem svetu. Leta 2009 se je podjetje združilo z renomiranim nemškim proizvajalcem tlačnih stikal in senzorjev SUCO Robert Scheuffele GmbH & Co.

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

GENERATORJI VAKUUMA GPICOMPACT®23 SMART

Generatorji vakuuma gpiCOMPACT®23 SMART so zasnovani na prepoznavni PIAB vakuumski tehnologiji COAX®. Z vgrajenimi krmilniki so idealni za srednje in velike vakuumske sisteme in zagotavljajo največjo zanesljivost, prilagodljivost in učinkovitost.

Glavne prednosti:

- ▶ Impresivna zmogljivost, minimalna poraba energije in dolga življenjska doba.
- ▶ Velik vakuumski pretok, skrajšani časi delovnih ciklov, minimalna poraba stisnjenega zraka ter boljši in hitrejši oprijem.
- ▶ Vrhunska prilagodljivost zahvaljujoč številnim konfiguracijskim možnostim in možnosti ločevanja ejektorskega dela od krmilne enote.
- ▶ Razpoložljivost z IO-Link sistemom in vsemi drugimi fieldbus sistemi.
- ▶ Enostavni so za uporabo, namestitev in nastavitve s funkcijo »plug andplay«.

Uporaba: aplikacije robotskega ravnanja z embalažo v avtomobilski, lesni, steklarski in plastični industriji, kot je npr. pobiranje in



Slika 1 : Generator vakuuma piCOMPACT®23 SMART

odlaganje kartonov ali kartonskih škatel, kovinskih plošč, lesenih plošč itd. piCOMPACT®23 SMART je primeren tudi za ergonomske manipulatore.

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



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.

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

E-MOBILNOST: ZIMMER GROUP

PONUJA REŠITV E-AVTOMATIZIRANEGA DELOVANJA NA VSEH PODROČJIH E-MOBILNOSTI

Proizvodnja električnih vozil postavlja nove zahteve glede proizvodnih tehnologij. Ekonomična proizvodnja baterijskih celic in paketov je pomemben dejavnik pri zagotavljanju uspešne rasti tega trga. Za ta namen je visoka stopnja avtomatizacije – kot že obstaja v proizvodnji motorjev – absolutno kritična. Tekmovanje za najboljšo proizvodno tehnologijo poteka že dlje časa. Skupina ZIMMER GROUP je razvojni in sistemski partner številnim vrhunskim proizvajalcem in proizvajalcem sistemov pri proizvodnji baterij, sestavljanju modulov in proizvodnji električnih motorjev.

Reference proizvajalca ZIMMER GROUP:

- ▶ Implementirani projekti:
 - ▶ 40 projektov, 400 prijemal, 2000 aplikacij.
- ▶ E-mobilne rešitve že od leta 2014.
- ▶ Inženirsko strokovno znanje:
 - ▶ Več kot 50 000 opravljenih inženirskih ur.
- ▶ Poudarki:
 - ▶ Razvojni partner vrhunskih proizvajalcev avtomobilov, proizvajalcev originalne opreme in sistemov.



Slika 1 : Dvojno prijemalo za baterijske module

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

OGLAŠEVALCI

- | | |
|--|--|
| ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana301, 357 | ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje293 |
| ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....341, 347 | ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana..... 345 |
| ▶ ELESA+GANter GmbH, Brunn am Gebirge, Austria.....329 | ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana.....293, 355 |
| ▶ FESTO, d. o. o., Trzin..... 293, 360 | ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin293, 301 |
| ▶ GIA-S, d. o. o., Grosuplje.....293 | ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto.....293 |
| ▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj.....353 | ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri.....293, 294 |
| ▶ HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija 303 | ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana293, 296 |
| ▶ ICM, d. o. o., Vojnik 318, 359 | ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica..... 351, 356 |
| ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija313 | ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana 301 |
| ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi 343 | ▶ UL, Fakulteta za strojništvo 307 |
| ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana321 | |

PAMETNI PNEVMATSKI POZICIONIRNI ZATIČ



je pnevmatsko upravljan in ga je po zaslugi najso-dobnejše tehnologije senzorjev mogoče brezhibno vključiti v avtomatizirane procese.

Pravzaprav ni različice pozicionirnih zatičev, ki je pri Eles+Ganter ne bi imeli v svoji ponudbi. Pa ven-dar razvojni ekipi vedno znova uspe vključiti nove f unkcionalnosti, ki hkrati odpirajo nove možnosti uporabe.

Najnovejša stopnja razvoja pozicionirnih zatičev de-luje pnevmatsko - hkrati pa komponenta zaznava tudi oba končna položaja z enim samim senzorjem. Zaradi tega je GN 817.7 logična izboljšava ročno upravljanega pozicionirnega zatiča GN 817.6. Mo-goče ga je uporabljati tudi na nedostopnih mestih in vključiti v avtomatizirane procese. Zanimivost: GN 817.7 lahko nadomesti GN 817.6 brez sprememb dimenzioniranja ali obdelave signala.

Vir:

ELESA+GANTER Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 23, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: j.plesnik@elesa-ganter.at, GSM: 386 41 362 859, internet: www.elesa-ganter.at

Elesa+Ganter svoji ponudbi pozicionirnih zatičev dodaja tehnično poslastico. Najnovejši tip GN 817.7

Industrijska olja in maziva



Olma d.o.o., Poljska pot 2, 1000 Ljubljana,
tel.: (01) 58 73 600, faks: 54 63 200,
e-pošta: order@olma.si, <http://www.olma.si>

OLMA75
SINCE 1947

PRECIZNI TEKALNI VALJČKI

Čeprav so skoraj neopazni, je njihov spekter uporabe izjemno širok: tekalni valjčki s krogličnimi ležaji poskrbijo za dinamične in lahkotne premike. Z generacijo tekalnih valjčkov GN 753.1 postavlja Elesa+Ganter nova merila.



Precizni tekalni valjčki

Tekalni valjčki so zgolj navidezno nezanimivi standardizirani elementi, saj je povpraševanje po teh elementih s krogličnimi ležaji izjemno. Nič čudnega, konec koncev so v najrazličnejših scenarijih vedno v osrednji vlogi.

To je bil za podjetje Elesa+Ganter dovolj močan razlog, da razširi kolekcijo tekalnih valjčkov s standardom GN 753.1. Čeprav gre tu hierarhično gledano za podstandard, to nikakor ni le majhna optimizaci-

ja, temveč povsem nova zasnova. Tako imajo tekalni valjčki, ki so na voljo v šestih nazivnih zunanjih premerih, od 22 mm do 50 mm, poseben žlebast kroglični ležaj iz kaljenega jekla. Ležaji so že podmazani za celotno življenjsko dobo in so za zaščito pred vdorom prahu in umazanije opremljeni s sodobnim tesnilom 2Z, torej obojestransko pokritim ležajem s kovinskimi ploščicami.

Zunanji obroč krogličnega ležaja je neposredno obrizgan z umetno maso POM, iz katere je izdelan tekalni valjček. Valjčki so postruženi na ustrezno mero, kar zagotovi izjemno enakomeren tek, poleg cilindrične pa je mogoča tudi konveksna tekalna površina. Ta izravnava napake pri poravnavi, saj preprečuje neugoden tek po robu ali vogalu.

Valjčke je mogoče pritrditi na tri načine: Prva možnost je gladka izvrtina notranjega obroča ležaja z običajnimi cilindričnimi ali prehodnimi vijaki, drugi dve pa sta fiksno kovičeni ležajni čepi, ki imajo notranji ali zunanji navoj. Oba tipa čepov sta na voljo z nastavkom Torx, ki omogoča optimalno uporabo zateznega momenta.

Najmanjša različica valjčkov ima radialno in dinamično nosilnost 400 N, medtem ko pri največjem valjčku dovoljena nosilnost znaša kar 1500 N. Vsi valjčki so zasnovani za pot vsaj 200.000 m in hitrosti do 0,4 m/s.

Vir:

ELESA+GANTER Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 23, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: j.plesnik@elesa-ganter.at, GSM: 386 41 362 859, internet: www.elesa-ganter.at

14.-16.2.2023

ICM **ROBOTICS**

AVTARONIKA

GR, Ljubljana, Slovenija
www.icm.si

VAKUUMSKO PRIJEMALO piCOBOT®L

»Dvigujte več z manj«

Proizvajalec PIAB, specialist na področju vakuumske tehnologije, širi svoj nabor izdelkov serije piCOBOT® in predstavlja nove vakuumske enote piCOBOT®L. Enota je še posebej namenjena industrijskim in kolaborativnim robotom na področju e-prodaje, logistike, skladiščenja in pakiranja.

Edinstvene prednosti za uporabnike:

- ▶ Z nosilnostjo 16 kg, majhno višino 107 mm in velikim prijemno silo, so enote primerne za manipulacijo velikih in težkih predmetov.
- ▶ Zahvaljujoč enostavnemu vzdrževanju in robustnemu ohišju, skladnemu s standardom IP65, piCOBOT®L zagotavlja dolgo delovanje tudi v težkih okoljih.
- ▶ piCOBOT®L se lahko uporablja kot samostojna enota ali pa je opremljen s samodejnim menjalnikom orodja in priklopno postajo za več aplikacij.
- ▶ Omogoča aplikacije, kjer so zahtevane velike hitrosti, zahvaljujoč uporabi najnovejših zmogljivih vakuumskih ejektorjev COAX®.
- ▶ Varen za neposredno sodelovanje človek-robot zaradi zaobljenih robov.
- ▶ Dolg čas delovanja tudi v težkih okoljih zahvaljujoč enostavnemu servisiranju in robustnemu ohišju, skladnemu s standardom IP65.



Slika 1: Vakuumska enota piCOBOT®L

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

MEDNARODNI

INDUSTRIJSKI SEJEM 2023

CELJSKI SEJEM
18.–21. APRIL 2023

FORMA TOOL – orodjarstvo in strojogradnja
VARJENJE IN REZANJE
INDUSTRIJA POLIMEROV
INDUSTRIJSKA AVTOMATIZACIJA,
ROBOTIKA IN ELEKTRONIKA
INDUSTRIJSKO VZDRŽEVANJE - TEROTECH


Celjski sejem
www.ce-sejem.si

EMERSON AVENTICS SERIJA AV03/05

V SINERGIJI S PROCESNIMI VENTILI

Proizvajalec pnevmatskih komponent EMERSON AVENTICS ima na tržišču že dobro uveljavljeno serijo ventilskih blokov, ki se nenehno posodablja in se je izkazala za uspešno v širokem spektru aplikacij. Recept za uspeh so dolgoletne raziskave na področju ventilske tehnologije, poudarek na nenehnem razvoju uporabljenih materialov in hitra implementacija inovativnih idej v sam sistem.

Na račun konstrukcije ventila in inovativne izbire materialov ventilski otok odlikuje majhna in kompaktna izvedba. Na voljo je v dveh velikostih.

- ▶ AV03: 300 NI/min
- ▶ AV05: 700 NI/min

Poudarki:

- ▶ Visoko število preklopov
- ▶ Do 64 ventilov (128 tuljav)
- ▶ Električna povezljivost: D-sub multipole, Field bus + I/Os, IO-link
- ▶ Integracija regulatorja E/P
- ▶ Opcije, kot so UL in ATEX območje
- ▶ Priključki spodaj (kabinetna vgradnja)
- ▶ Preprost, prosto dostopen konfigurator
- ▶ Individualna materialna oznaka s QR kodo



Ventilski otok serije AV03/05 je tako lahko idealen za krmiljenje pnevmatsko aktiviranih procesnih ventilov in ostalih aktuatorjev.

Vir:

LA & Co. Inženiring, proizvodnja, trgovina, d. o. o., Limbuška cesta 2, 2341 Limbuš, tel.: 02 429 26 77, GSM: 041 958 347, e-mail: mitja.kozel@la-co.si

EMERSON ASCO SERIJA 290D



ASCO Serija 290D so pnevmatično krmiljeni procesni ventili za krmiljenje in kontrolo pretoka najrazličnejših vrst medijev. Na voljo so z materialom teles iz nerjavnega jekla ali bronca z dimenzijami pri-

ključkov od 3/8 do 2 1/2 cole. Za priklop ventilov je na voljo notranji navoj, prirobnica, varilni nastavek ali triclamp spojka. Na voljo so v funkcijah 2/2 ali 3/2 in tudi v bistabilnem načinu delovanja.

Za popolnoma sterilne aplikacije je na voljo Serija 290D CLEAN, ki ima krmilni pogon izdelan iz nerjavnega jekla in ustreza strogim predpisom za uporabo v živilski industriji, farmaciji in biotehnologiji. V kombinaciji z Emerson AVENTICS Serijo AV03 ventilskih otkov Serija 290D ponuja celoten izbor procesnih in krmilnih ventilov na enem mestu.

Vir:

Novak Sistemi d.o.o., Lebanova 37, 8000 Novo mesto, Info: 041 710 279, Uroš Novak, aj-novaksis@siol.net, <https://www.emerson.com/en-gb/catalog/asco-290d-en-gb>

© Ventil 28(2022)5. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 28(2022)5. 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 28
Year Letnica 2022
Number Številka 5

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: izr. prof. dr. Miroslav Halilovič
Tehnični urednik: Roman Putrih

Znanstveno-strokovni svet:

- ▶ Erih ARKO, YASKAWA, Ribnica
- ▶ prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
- ▶ prof. dr. Ivan BAJSIČ, Univerza v Novem mestu, Fakulteta za strojništvo
- ▶ mag. Aleš BIZJAK, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
- ▶ doc. dr. Andrej BOMBAČ, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
- ▶ prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
- ▶ dr. Robert IVANČIČ, INTECH-LES, Rakek
- ▶ dr. Milan KAMBIČ, OLMA, Ljubljana
- ▶ prof. dr. Mitjan KALIN, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
- ▶ izr. prof. dr. Damjan KLOBČAR, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
- ▶ doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
- ▶ Bogdan OPAŠKAR, FESTO, Ljubljana
- ▶ dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
- ▶ izr. prof. dr. Jože RITONJA, FERI Maribor
- ▶ prof. dr. Katarina SCHMITZ, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ mag. Anton STUŠEK, Uredništvo revije Ventil
- ▶ prof. dr. Riko ŠAFARIČ, FERI Maribor
- ▶ Janez ŠKRLEC, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Poljskava
- ▶ doc. dr. Marko ŠIMIC, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Hrvaška
- ▶ prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

Oblikovanje naslovnice in oglasov: Narobe Studio, d. o. o., Ljubljana
Lektoriranje: Marjeta Humar, prof., Andrea Potočnik
Prelom in priprava za tisk: Grafex agencija | tiskarna
Tisk: Tiskarna Present, 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: 1.000 izvodov
Cena: 5,00 EUR – letna naročnina 30,00 EUR

Revija 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.

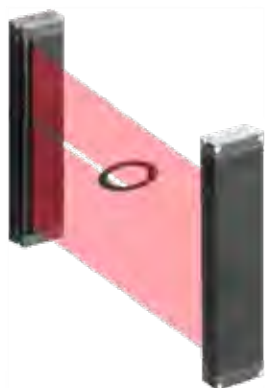
PROCESNE SVETLOBNE ZAVESE ZA ZAZNAVANJE OBDELOVANCEV

V industriji se v proizvodnji pogosto srečujejo z različnimi procesi, pri katerih je treba zaznavati padajoče kose, izmeriti njihove dimenzije ali določiti njihov položaj.

Zaznavanje kosov na razdaljah nekaj milimetrov je mogoče z induktivnimi stikali, na daljših razdaljah pa z optičnimi senzorji (svetlobne in zrcalne zapore).

Za posebno zahtevna opravila, kot so merjenje višine, zaznavanje pozicije in padajočih kosov iz strojev v širšem območju pa podjetje GREIN iz Italije ponuja posebne procesne strojne zavese. Za zaznavanje kosov v procesni industriji so primerne svetlobne zavese za zaznavanje (serija NI) in merjenje predmetov (serija NS).

Procesne zavese za industrijo serije NI in NS so optoelektronski sistemi, ki s križnimi žarki zaznavajo in merijo predmete v industrijskih procesih. Pri tem je NI izvedba s stikalnim izhodom in NS izvedba za merjenje dimenzij (višina / širina / globina).



Slika 1 : Zaznavanje izdelkov velikosti 0,9 mm in večjih

Procesne zavese za industrijo NI (zaznavanje predmetov)

Serija NI zazna predmete različnih dimenzij, ki se gibljejo tudi z veliko hitrostjo, od detekcije padajočega vijaka iz stroja vse do merjenja ekstremnih hitrosti predmetov (npr. hitrost izstrelka).

Značilnice procesne zavese NI:

- ▶ Ločljivost: 0,9 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 12 mm, 25 mm
- ▶ Višine zaznavanja: od 35 mm do 2880 mm

Procesne zavese za industrijo NS (zaznavanje in merjenje predmetov)

Serija NS zazna ob merjenju prisotnost predmeta, obliko in položaj in daje analogni izhodni signal (0-10V, 4-20mA).



Slika 2 : Merilna zavesa NS za merjenje višine na transportnem traku

Merilna zavesa daje, glede na prekinitev žarkov, ustrezen analogni signal 0-10 V, 4-20 mA ali pa informacijo preko vodila RS485.

Značilnice merilne zavese NS:

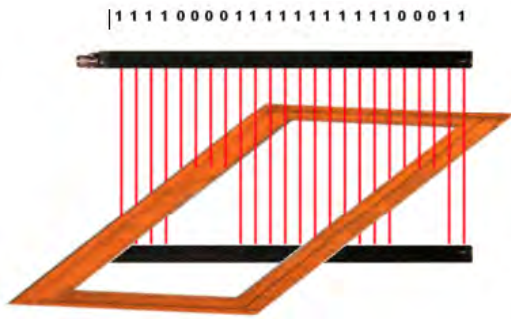
- ▶ Ločljivost: 5 mm, 10 mm, 12 mm, 24 mm, 48 mm
- ▶ Višina zaznavanja: 80-2926 mm

Področje uporabe:

- ▶ v proizvodnih procesih za merjenje višine, širine in globine,
- ▶ v logističnih centrih,
- ▶ na končnih linijah pri pakiranju izdelkov v industriji (za sortiranje materiala, ločevanje po velikosti, preverjanje števila lukenj v materialu, kot so npr. reže, luknje, prosojnost območij na predmet).

Serijsko vodilo RS485 za zahtevnejše aplikacije (štetje prekinjenih žarkov)

Deluje po protokolu MOD-BUS in prikaže stanje (prekinjenega ali prostega) žarka. Uporablja se v lankirnicah in povsod, kjer se želi zaznavati dimenzije,



Slika 3 : Zavesa s štetjem prekinjenih svetlobnih žarkov

luknje na predmetu in podobno.

Prednosti procesnih svetlobnih zaves

Procesne svetlobne zaves so preproste za uporabo ter na strojih omogočijo prihranek časa in denarja.

Z zanesljivim nadzorom padanja kosov z NI iz avtomatiziranih obdelovalnih strojev se zmanjša možnost zastojev v proizvodnji ter odpravi možna poškodba orodja zaradi kosov, ki bi zastali v orodjih. To je pomembno še posebno zdaj, ko se v industriji zahteva čim manj napak in njihova hitra odprava.

Izdelke podjetja GREIN je v svoj prodajni program uvrstilo podjetje FBS elektronik d.o.o. Podjetje FBS elektronik nudi tudi svoje lastne proizvode, ki so jih razvili za avtomatizacijo v industriji (induktivna, kapacitivna, magnetna stikala, temperaturna tipala in napredni TESTER senzorjev). Svoj proizvodni program dopolnjujejo z izdelki iz zastopstev (varnostne svetlobne zaves, optični, ultrazvočni senzorji, procesne svetlobne zaves, zaves za dvigala, razstavljive uvednice, konektorji, merilni senzorji CO₂ - VOC, vibracijski senzorji, plovna stikala tekočin ...).

Procesne zaves NS zanesljivo zaznavajo dimenzije različnih izdelkov, njihov položaj, usmerjenost, večajo zanesljivost različnih procesov in zagotavljajo zmanjšanje različnih zastojev v procesih.

Vir:

FBS Elektronik, d.o.o. Prešernova cesta 8, 3320 Velenje, tel.: +386 3 89 83 702, mob: +386 31 375 058, fax.: +386 3 89 83 718, e-mail: peter.meh@fbselektronik.com, internet: <http://www.fbselektronik.com>

INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2023

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

Predstavitev strokovnih prispevkov
Strokovna razstava
Aktualna okrogla miza
Podelitev priznanja TARAS

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



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

Portorož, 12. in 13. junij 2023

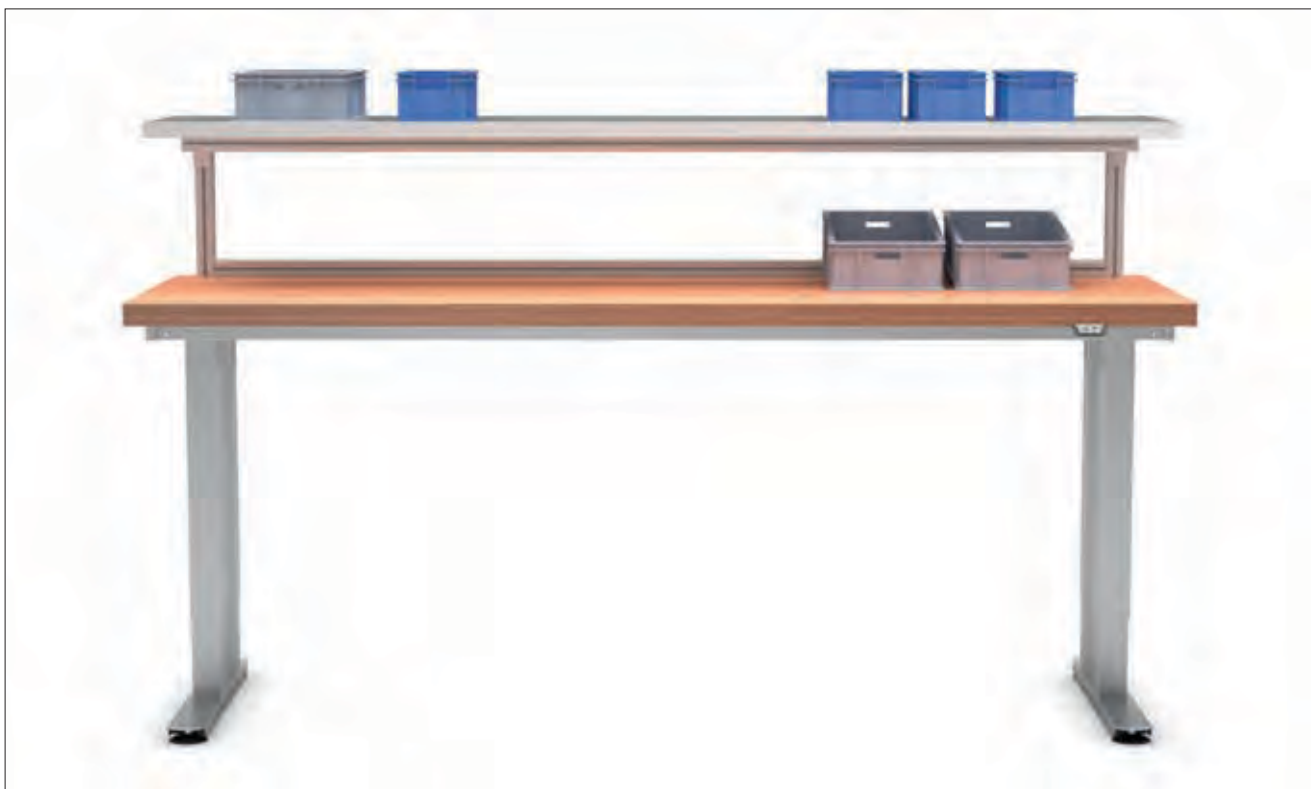
Dodatne informacije: Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01 5800 884 | faks: 01 5800 803 | e-pošta: info@forum-irt.si

www.forum-irt.si

DVIŽNA OGRODJA IN NOGE ZA ERGONOMSKA DELOVNA MESTA V PROIZVODNJI

Petra Goljat

Ergonomsko zasnovana delovna mesta se vedno bolj uveljavljajo v industrijskih delovnih okoljih, na katerih prihaja do konstantnih obremenitev. Naj gre za pisarne ali proizvodnjo, uporaba ergonomsko prilagodljivih delovnih površin preprečuje poškodbe in druga bolezenska stanja.



Slika 1 : Elektromehansko dvižno ogrodje ELS3 HeavyDuty

Podjetje Hennlich d. o. o. ima v svoji ponudbi sisteme za nastavitve višine priznanega nemškega podjetja Suspa GmbH, ki so primerni tako za majhne kot za velike obremenitve.

Za velike obremenitve, tudi do 800 kg, priporočamo elektromehanski dvižni sistem ELS3 HeavyDuty. Ta zagotavlja enostavno in hitro nastavitve že-

lene višine in prilagoditev delovnih mest v proizvodnji, laboratorijih, pakirnih linijah ali skladiščih. Sistem sicer izhaja iz znanih dvižnih nog programa ELS3 za pisarniško pohištvo. Nadgradnja z močnejšim motorjem in drugačno postavitvijo profilov pa omogoča zanesljivo uporabo v obremenjenih proizvodnih



Slika 2 : Dvižna noga ELS3 HeavyDuty

Petra Goljat, HENNLICH d. o. o., Kranj



Slika 3 : Ročni stikali



Slika 4 : Zgornji okvir z možnostjo dolžin 1600 mm, 1800 mm in 2000 mm

okoljih. Kljub robustnosti in veliki nosilnosti sistema hrup med dviganjem in spuščanjem ne presega 70 dB.

Za dvižni sistem ELS HeavyDuty je značilen enakomeren in hkraten dvig posameznih nog s hodom 500 mm do iztegnjene dolžine 1180 mm. Posamezno teleskopsko nogo lahko obremenimo z največ 100 kg pri pomikih s hitrostjo 20 mm/s.

Vsaka dvižna noga ELS HeavyDuty je opremljena z mehansko zavoro za nadzorovano spuščanje in zadrževanje večjih obremenitev. Za sinhrono premike poskrbi zanesljiv krmilni sistem SMS SCT4 in ročno stikalo, ki je na voljo tudi s spominsko funkcijo z možnostjo vnaprejšnje nastavitve štirih različnih višin.

Standardni sistem je zelo varčen tudi v stanju pripravljenosti, saj je poraba energije manjša od 4 W, naročite pa lahko še varčnejšo varianto s porabo, manjšo od 0,4 W.

Jeklene dvižne noge ELS3 HeavyDuty so zasnovane iz več stolpičev ali profilov. Večji profil je na vrhu in prekriva manjšega - model »BTU« (Big Tube Up). V industrijskih okoljih, polnih prahu in ostalih drobnih

delcev, je to najboljša rešitev, saj se med dvema stolpičema ne nabirata umazanija in prah.


Dvižni sistemi za večje obremenitve se lahko uporabljajo za delovne površine z dvema, tremi ali štirimi nogami. Če so noge štiri, je nosilnost do največ 400 kg. Po potrebi se lahko z dvema kontrolnima enotama poveže tudi več dvižnih nog. S tem dosežemo maksimalno nosilnost 800 kg.

Sistem ELS HeavyDuty se lahko kombinira s kompaktnim zgornjim okvirjem dolžin 1600 mm, 1800 mm in 2000 mm.

Zasnova elektromehanskega dvižnega sistema ELS3 HeavyDuty je robustna ter prostorsko varčna, hkrati pa izpolnjuje vse zahteve ergonomsko optimiziranega delovnega mesta.

Enostavna montaža in prilagodljivi okvirji omogočajo enostavno namestitve ter ergonomsko varno in udobno delo.

Vir:
gradivo Suspa GmbH




Prilagodite si višino delovne površine

Elektromehanski dvižni sistem za visoke obremenitve MOVOTEC SMS

- nosilnost do **600 kg**
- hod do **400 mm**
- hitrost **dviga do 16 mm/s**

HENNLI d.o.o., Ul. Mirka Vadnova 13, 4000 Kranj



HENNLI
Pokličite nas:
031 386 056



www.hennlich.si

VAKUUMSKE ČRPALKE IN SISTEMI

Vodilo podjetja OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana je učinkovito izvajanje procesov in razumevanje potreb različnih uporabnikov v industrijah, v katere so vključeni. Kot razvojno podjetje kompresorske in vakuumske tehnike se še posebej osredotočajo na energetsko učinkovitost svojih izdelkov, kar pomeni ekonomsko učinkovite rešitve, ki za njihove stranke omogočajo zadovoljstvo in prihranke.

Vakuum

Pojem vakuum izhaja iz latinske besede »vacuus« (prazen oziroma prost) in se uporablja za poimenovanje prostora brez molekul ali atomov. Upoštevajoč dejstvo, da popolnega vakuuma ni možno ustvariti, se v tehniki in fiziki vakuum nanaša na prostor, v katerem je tlak znatno nižji od tlaka okolice. Vakuum je bil tema filozofskih razprav že v starogrških časih, empirično pa ga je začel proučevati Toricelli v 17. stoletju. V 20. stoletju je z razvojem žarnic z žarilno nitko vakuum postal dragoceno industrijsko orodje in tako sprožil intenziven razvoj vakuumskih tehnologij. Zdaj je vakuumska tehnologija nepogrešljiv del številnih aplikacij v industriji, medicini in laboratorijih R&R.

Enota za tlak je paskal (Pa), vendar se na področju vakuumske tehnike tlak pogosto navaja v enotah torr (poimenovano po italijanskem fiziku Torricelliju), v milibarjih (mbar) ali v milimetrih živega srebra (mmHg).

Razpredelnica 1 : Pretvarjanje enot za tlak

	Pa	Bar	Torr/mmHg
Pa	1	1×10^{-5}	$7,5 \times 10^{-3}$
Bar	1×10^5	1	750
Torr/mmHg	$1,33 \times 10^2$	$1,33 \times 10^{-3}$	1

Razpredelnica 2 : Tlačna območja v vakuumski tehniki

Tlačno območje	Tlak [Pa]
Atmosferski tlak (tlak okolice)	101.325
Nizki vakuum (LV)	30.000 ... 100
Srednji vakuum (MV)	1000 ... 10^{-1}
Visoki vakuum (HV)	10^{-1} ... 10^{-5}
Ultra visoki vakuum (UHV)	10^{-5} ... 10^{-10}
Ekstremno visoki vakuum (XHV)	$< 10^{-10}$
Absolutni vakuum	0

Vrednost tlaka se pri vakuumskih črpalkah podaja na dva načina:

- ▶ Absolutni tlak (podan glede na absolutni vakuum ali absolutno ničlo)
- ▶ Relativni tlak (podan glede na atmosferski tlak ali glede na 1 bar absolutnega tlaka)

Industrijske vakuumske črpalke

Podjetje OMEGA AIR ima v svojem prodajnem programu širok nabor visokokakovostnih vakuumskih črpalk za najrazličnejše aplikacije. Uporabnikom nudi tudi tehnično svetovanje in celovito servisno podporo. Ponudi lahko tudi črpalke za okolje ATEX in za aplikacije z visoko vhodno koncentracijo vodne pare.

Razpredelnica 3 : Vakuumske črpalke OMEGA AIR

Oljno mazane lamelne vakuumske črpalke

- ▶ Kapaciteta: do 1330 m³/h
- ▶ Vakuum: do 0,1 mbar (abs.)



Brezoljne lamelne vakuumske črpalke

- ▶ Kapaciteta: do 40 m³/h
- ▶ Vakuum: do 150 mbar (abs.)



Brezoljne »claw« vakuumske črpalke (brezkontaktne)

- ▶ Kapaciteta: do 950 m³/h
- ▶ Vakuum: do 100 mbar (abs.)



Brezoljne vijačne vakuumske črpalke (brezkontaktne)

- ▶ Kapaciteta: do 2250 m³/h
- ▶ Vakuum: do 0,01 mbar (abs.)



Oljno mazane lamelne vakuumske črpalke

- ▶ Kapaciteta: do 16 000 m³/h
- ▶ Vakuum: do 60 mbar (abs.)



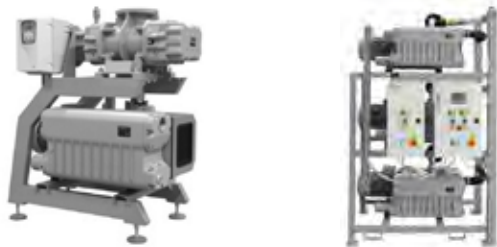
Razpredelnica 4 : Membranske vakuumske črpalke in kompresorji

- ▶ Kapaciteta: 7-33 m³/h
- ▶ Vakuum: do 200 mbar (abs.)
- ▶ Nadtlak: do 2,5 bar (g)



Razpredelnica 5 : Vakuumski sistemi

Vakuumski sistemi so centralizirani in prilagojeni različnim industrijski m aplikacijam in medicini.

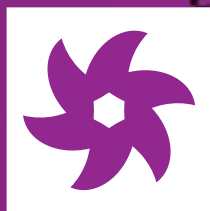


Pogoste aplikacije z uporabo vakuumskih črpalk

Vakuumske črpalke podjetja OMEGA AIR zagotavljajo popolne vakuumske rešitve za namenske stroje, naj bo to na mestu uporabe ali za centralne vakuumske sisteme.

Tako se uporabljajo pri pakiranju v živilski industriji, kemiji, farmaciji, plastiki, gumarstvu, sušenju, tisku, papirni galanteriji, industriji pijač in mnogih drugih industrijskih sistemih. Vakuumski sistemi se tako uporabljajo v celotni splošni proizvodnji v različnih panogah in v številnih aplikacijah.

www.omega-air.si



OMEGA

AIR

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenija

www.omega-air.si
T +386 (0)1 200 68 00
info@omega-air.si

RAZPON TLAKOV

1000 mbar
16 bar, 50 bar
100 bar, 250 bar
420 bar

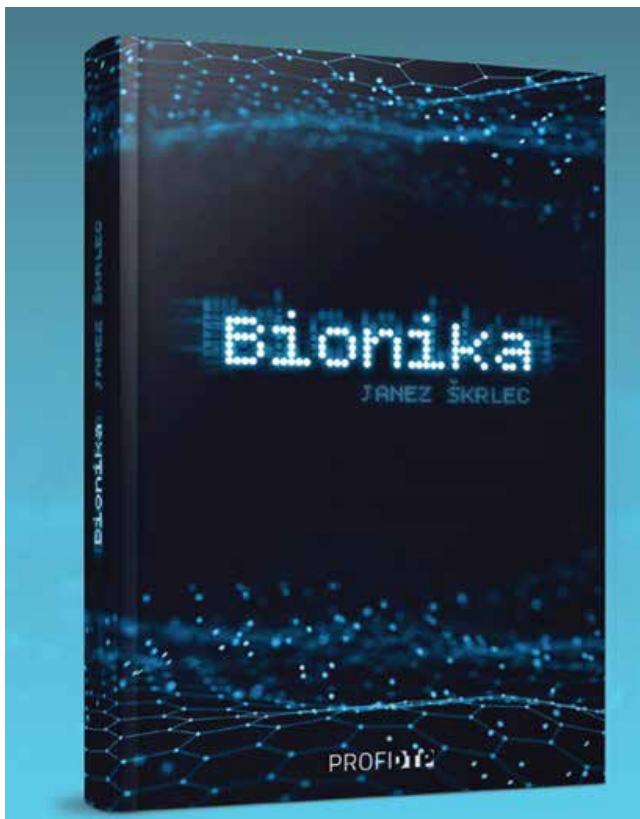


MEDIJI

stisnjen zrak
vakuum
N₂, O₂, CNG,
dihalni zrak
CO₂, H₂, He



PRVA KNJIGA O BIONIKI V SLOVENIJI



Bionika je osupljiva in vznemirljiva veda, ki skuša rešiti tehnične probleme in izzive z izkoriščanjem znanja iz narave in biologije. Bionika, znana tudi kot biomimikrija, biomimetika, se ukvarja s prenosom pojavov iz narave v tehnologijo.

Čeprav bionika ni od danes, je za ta čas, v katerem živimo, zelo pomembna. Še zlasti je pomembna za našo prihodnost. Temelji na predpostavki, da živa narava z evlucijskimi procesi razvija optimizirane strukture in procese, iz katerih se lahko ljudje učinkovito učijo. Bionika se ukvarja s sistematičnim prepoznavanjem rešitev iz žive narave in njihov cilj je vedno tehnični objekt ali proces, ločen od narave. Bionika se navadno uporablja za reševanje problemov in ustvarjanje idej iz tehničnega in procesnega inženiringa. Te rešitve se kažejo na različnih področjih, od medicine, zdravstva, robotike, energetike do industrije in drugega.

V knjigi so predstavljeni različni vidiki in možnosti prekrivanja posameznih tematskih področij.

Možnost nakupa knjige je preko spleta na naslovu: <https://www.irt3000.si/irt-butik/strokovna-literatura/2022090808434166/>

Avtor knjige: Janez Škrlec



SPLAČA SE BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 števil)
 - strokovne vsebine na več kot 140 straneh
 - vsakih 14 dni e-novice IRT3000 na osebni elektronski naslov
 - možnost ugodnejšega nakupa strokovne literature
 - vsak novi naročnik prejme majico in ovratni trak



Revija v hrvaškem jeziku

ZA SAMO 20€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (4 številke)
 - strokovne vsebine na več kot 200 straneh
 - vsakih 14 dni e-novice IRT3000 na osebni elektronski naslov
 - možnost ugodnejšega nakupa strokovne literature
 - vsak novi naročnik prejme majico in ovratni trak

DIGITALNA NAROČNINA



Na voljo tudi naročnina na digitalno različico revije za uporabo V BRSKALNIKU in NA MOBILNIH NAPRAVAH

BUTIK IRT3000



Naša ekskluzivna spletna trgovina kakovostnih izdelkov s prepoznavnim dizajnom vaše priljubljene revije za inovacije, razvoj in tehnologije.

NAROČITE SE!



051 322 442



info@irt3000.si



www.irt3000.si/narocilo-revije

WWW.IRT3000.COM

NOVE KNJIGE

- [1] **Sonderleitner, R., ur: Fluid-Technik / 2022 – Fluidna tehnika/2022 (posebna izdaja)** – Uredništvo nemške revije *Fluid* nadaljuje z redno letno izdajo priročnika za snovanje hidravličnih in pnevmatičnih naprav. Vsebina letošnje izdaje pod zgornjim naslovom, v obsegu 122 strani kot ponavadi, je razdeljena na pet delov, ki obsegajo strokovne prispevke, predstavitev novih izdelkov, seznam najpomembnejših izdelkov, izčrpne preglednice izdelkov in storitev ter integralni seznam dobaviteljev.

14 strokovnih prispevkov (na 38 straneh) obravnava naslednje teme:

Splošno:

- ▶ Magazin – poročila s trga in branže.
- ▶ Ostati vedno tesen – trendi pri razvoju tesnil.
- ▶ Hitro, hitreje, "hyperloop" – potovanje s cevno pošto.
- ▶ Raziskave za industrijo – vtisi iz IFK Aachen.
- ▶ *Weber hydraulik* vas vabi – iščejo tudi sodelavke.
- ▶ Zahtevna izdelava hidravličnih sestavin – ozadja.

Hidravlika:

- ▶ Evolucija v tehniki hidravličnih cevodov – Štaufova »Evo Form« v praksi.
- ▶ Čez »drn in strn« – uporaba samovoznika – hidrostatična pogonska tehnika.
- ▶ Kako viskoznost lahko izboljša energijsko učinkovitost?

Pnevmatika:

- ▶ Plinske tlačne vzmeti podpirajo dvižno obremenitev mobilnih stolov.

- ▶ Z umetnimi mišicami pri sesalnih prijemalih – robotska prijemala.
- ▶ Svilene rokavice za baterije – vakuumaska tehnika ...

Mehatronika:

- ▶ Pametna naprava komunalnega trosilnika soli.

Digitalizacija:

- ▶ Inovacijsko pripravljene preskusni uporabniki iskani! Prepoznavanje izdelkov s pametnim mikrofonom.

Drugi del priročnika, na štirih straneh, predstavlja 10 zanimivih novih izdelkov.

Tretji del na deset straneh predstavlja logotipe in točne naslove okoli 150 pomembnih izdelovalcev in dobaviteljev fluidnotehnične opreme.

Četrti del obsega 48 strani preglednic sestavin, enot in storitev po področjih: hidravlika, pnevmatika, mehatronika, inženirske in servisne storitve ter pribor.

Peti del priročnika na 11 straneh obsega integralni seznam z izčrpnimi naslovi okoli 130 dobaviteljev fluidne tehnike v Nemčiji.

Zal.: Verlag Moderne Industrie GmbH – Justus-von-Liebig Str. 1 86899 Landsberg, BR Deutschland; **e-pošta:** journals@uni-connect.de, **internet:** www.uni-connect.de / www.fluid.de.

svet ELEKTRONIKE



Naročniška akcija revije Svet elektronike



Vsi novi naročniki na tiskano revijo v mesecu novembru in decembru boste vključeni v nagradno žrebanje! Vsak mesec (nov. in dec.) bomo poddelili 3 Univerzalne digitalne merilne instrumente DT9207

Kliknite in se naročite

Nakup ni pogoj za sodelovanje v nagradni igri! Preberite si pravila naročniške akcije na spletni strani revije Svet elektronike



ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] **Brezoljni stisnjeni zrak za živilsko industrijo** – www.beko-technologies – Izdelovalec živalske hrane zagotavlja kakovost po ustreznem standardu »IFS-Food«, ki se nanaša na kakovost živilskih izdelkov. Certificiranje zahteva tudi ustrezno kakovost stisnjenega zraka, ki se uporablja v procesih proizvodnje. Podjetje mora torej zagotoviti ustrezno preprečevanje onesnaženja strojev in naprav z oljem in vodo. Več v prispevku »Druckluft sichert Qualität bei der Tiernahrungsproduktion« – O+P Fluidtechnik 66(2022)03 – str. 18 / www.oup-fluidtechnik.de
- [2] **Digitalizacija hidravlike** – www.stauff.com – Mark Werere je predstojnik, zadolžen za digitalizacijo pri nemški firmi Stauff Global, ki se ukvarja z izdelavo opreme za povezovalno tehniko – elemente in sestavine cevovodov, dobavo in servisiranje predvsem za fluidno tehniko. Njegovi pogledi so usmerjeni na digitalizacijo, izhajajoč iz vstopno-izstopnih (IO) vezij. Pri tem digitalnost ni sama sebi namen, ampak sredstvo za koncentracijo strank – uporabnikov za izboljšave lastnosti in učinkovitosti njihovih naprav. Z uredniki revije O+P Fluidtechnik se je pogovarjal o možnostih, povezanih s hidravliko. Več v prispevku: Werer, M.: Digitale Geschäftsmodelle haben in der Hydraulik grosses potential – O+P Fluidtechnik 66(2022)05 – str. 10 / www.oup-fluidtechnik.de
- [3] **Hidravlična regulacija pogonskih osi** – www.roemheld-grupe.de – Sodobna pogonska tehnika ponuja številne možnosti in koncepte realizacije vnaprej določenih profilov pogona in ustreznega krmiljenja. Če se pri tem zahteva visoka energijska gostota, so med najprimernejšimi hidravličnimi pogoni s sklenjeno regulacijsko zanko ob sočasni uporabi sodobne senzorike in elektronike. Več o izvedbi, uporabi in izkušnjah v prispevku: Waldburger, R.: Hydraulischer Achsenregler: Konzeption, Wirkungweise, Vorzüge – O+P Fluidtechnik 66(2022)03 – str. 24 / www.oup-fluidtechnik.de
- [4] **Inteligentni motorji za »agrorobotiko«** – www.dunkermotoren.de – Ob svetovni rasti potrošnje živilskih izdelkov je treba vse vire učinkovito izrabljati. Sočasno pa je na voljo vse manj ustrezno kvalificirane delovne sile. Zato neprestano rastejo potrebe po uporabi avtonomnih sistemov tudi za uporabo na opisanem področju – kmetijstvu in živilski industriji. Gre za »agrorobotiko« in uporabo samodejnih strojev, avtonomnih vozil ipd. Več v prispevku: Fechtung, M. in Maurath, J.: Intelligente Motoren Für Intelligente Agri-Bots – O+P Fluidtechnik 66(2022)04 – str. 42 / www.oup-fluidtechnik.de
- [5] **Italijanski partner za probleme tesnjenja** – www.gapigroup.com – Skupina italijanskih podjetij se je na evropskem in svetovnem trgu uveljavila kot ena vodilnih ponudnikov tesnilk in sistemov tesnjenja. Ne glede na to, ali gre za elastomere, termoplaste ali druge tehnične umetne mase, podjetja nudijo visokoinovativne rešitve tesnjenja različnih materialov. Prilagodljivost in neprestana rast »Know-how« so značilnosti skupine GAPI, ki je pripravljena zadovoljiti vsako industrijsko uporabo in zahtevo. Več v prispevku »Your tool sealing partner« – GAPI mit überzeugender Wachstumsstrategie im deutschen Markt – O+P Fluidtechnik 66(2022)13 str. 12 / www.oup-fluidtechnik.de
- [6] **Izločanje zraka iz hidravličnih rezervoarjev** – www.oup-fluidtechnik.de – Ugotavljanje zmožnosti izločevanja zraka v hidravličnih rezervoarjih je zelo pomembno za presojo kakovosti hidravličnih sistemov. Do sedaj ni bilo na voljo ustreznih metod za pravilne izračune. V okviru pričujoče predstavitve je opisano matematično modeliranje za ustrezne izračune izločanja zraka iz hidravličnih rezervoarjev, ki so ga pripravili na Aachenskem inštitutu za fluidno tehniko. Več v prispevku: Mostafari, R., Baum, H. in Schmitz, K.: Modellierung der Luftabscheidung in Hydrauliktanks – Ein Metamodellensatz – Teil 1. O+P Fluidtechnik 66(2022)05 – str. 28, Teil 2 – 66(2022)06 – str. 30.
- [7] **Pravočasna zamenjava gibkih cevovodov** – www.fluid.de – Z ustreznim načrtom vzdrževanja hidravličnih in podobnih naprav z gibkimi cevovodi lahko industrijskim obratom prihranijo denar in povečajo njihovo varnost in zanesljivost. O tozadevnih izkušnjah poroča avtorica Chin A. iz uveljavljenega ameriškega podjetja Swagelok v prispevku: Schlauchwechsel zum richtigen Zeitpunkt v reviji Fluid 55(2021)16 – str. 18
- [8] **Robotika v kmetijstvu** – www.wiferon.com – Konvencionalno kmetijstvo se srečuje z vprašanji uporabe sodobnih metod obdelave zemljišč ob sočasni uporabi pesticidov in gnojil ter njihovih vplivov na tla in okolje. Avtonomni kmetijski roboti lahko predstavljajo ustrezne rešitve ter gospodarno in ekološko primerne metode obdelave tal. Nizozemsko podjetje Pixelforming Robotics je razvilo sisteme s potencialom učinkovitih sprememb sodobnega kmetijstva. Eden od ključev ustreznih sprememb pri tem je razvoj inteligentnega sistema, prilagojenega uporabi v kmetijstvu. Več o tem v prispevku: Seume, J.: Vom AGV auf dem Acker – O+P Fluidtechnik 66(2022)03 – str. 34 / www.oup-fluidtechnik.de

1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110
10001100110101010 100011001101010 1100011001101010
01010101010111001010110011 1100110100110

14.-16.2.2023

GR, Ljubljana , Slovenija

IAAM

ELÉTRÓNICA

Robotics



100011001101010 1100011001101010 1100011001101010
1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110
10101011100101011001100001001100110100110
1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110



FESTO

Preprosto: del rešitve

Festo ★ osnovni program

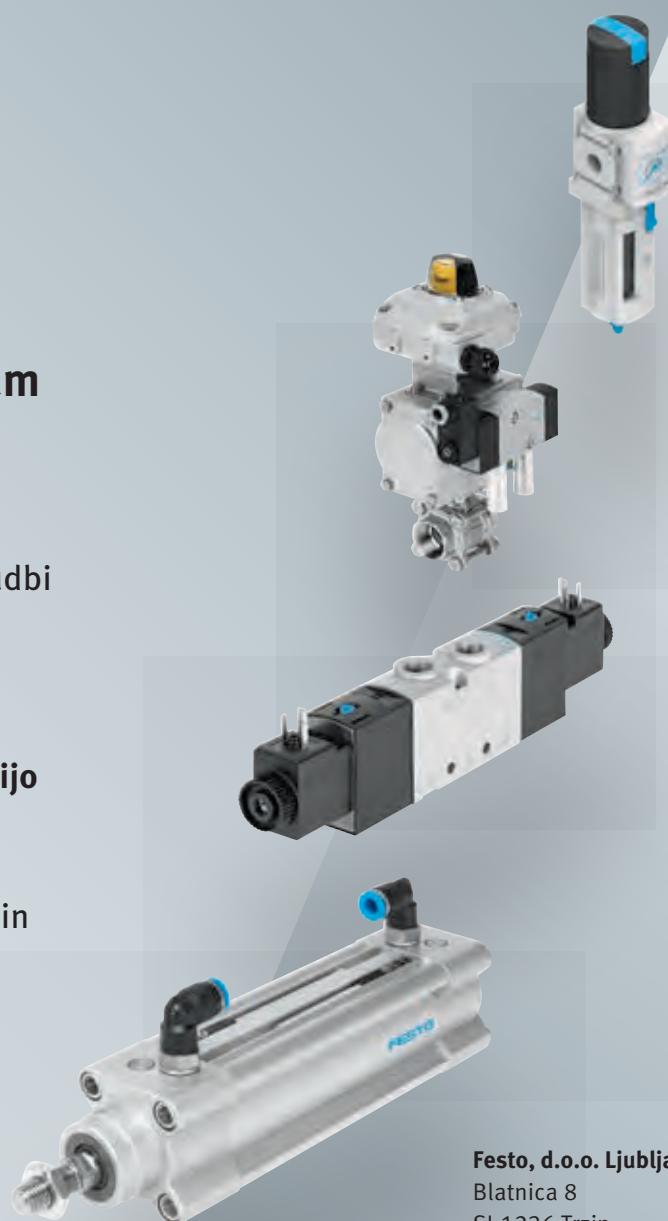
Prednosti na prvi pogled:

- Več kot 35.000 izdelkov v ponudbi
- Hitra dostava
- Privlačne cene

Osnovni program za avtomatizacijo

Festo osnovni program je naš izbor najpomembnejših izdelkov in funkcij, ki rešujejo večino vaših nalog v avtomatizaciji.

Poenostavite svojo nabavo -
Samo poiščite modro zvezdo!



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