

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 27 / 2021 / 5 / Oktober

Visokozmogljivo
računalništvo (HPC)

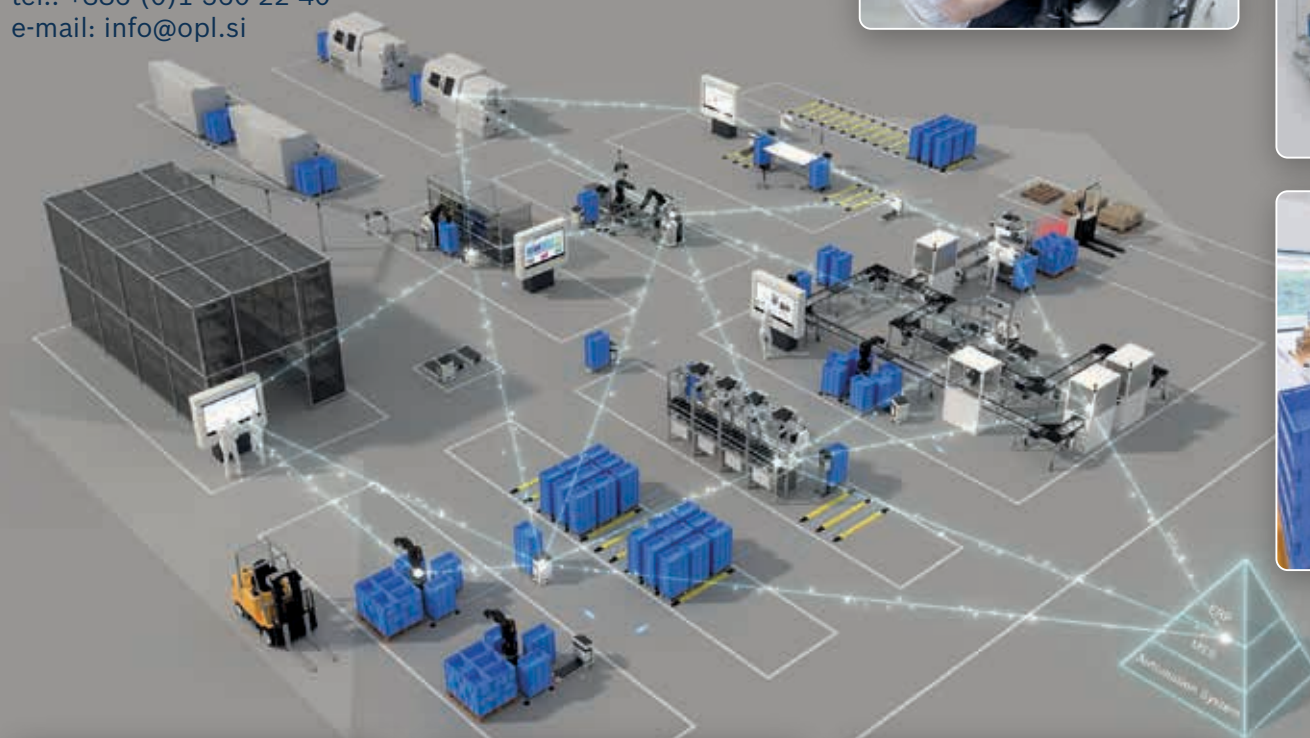
Intervju

Oljno-hidravlični
proporcionalni
potni ventil

Kamikaze –
Božanski veter

OPL **rexroth**
A Bosch Company

OPL industrijska avtomatizacija d.o.o.
Dobrave 2, 1236 Trzin, Slovenija
tel.: +386 (0)1 560 22 40
e-mail: info@opl.si



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OPL

Parker

MIEL **OMRON**
www.miel.si

ppt commerce

PODKRIŽNIK
group

OMEGA
AIR

SISTEMSKE REŠITVE ZA INDUSTRIJSKE STROJE

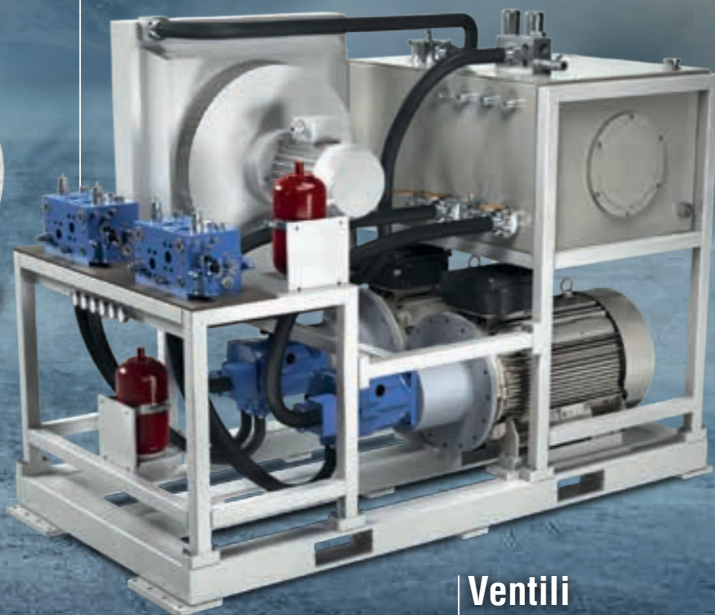
*Celoviti hidravlični transmisijski pogoni:
predelava odpada, lesna industrija, premogovništvo,
ladijski vitli, elektrarne, tekoči trakovi ...*

OD PROJEKTIRANJA DO ZAGONA

Motorji za
industrijske aplikacije



Hidravlične naprave



Pogonski
sklopi



Črpalke



Ventili



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

www.poclain-hydraulics.com



Zaupanje



Zaupanje je slovenska beseda s širokim pomenom. Lahko zapišemo, da je zaupanje verovanje ali prepričanje v nekaj, v neko osebo ali neko institucijo ali ustanovo ali pa v neka pravila. Poznamo popolno zaupanje, delno zaupanje in nezaupanje. Večina ljudi zdaj zaupa zgodovini, znanosti, tehniki, tradiciji in podobno. Večina ljudi verjame, da so obstajali Rimsko cesarstvo, Napoleon, Avstro-Ogrska monarhija, Hitler, in podobno. Kljub temu, da ljudje tega niso doživeli, verjamejo in zaupajo zgodovinarjem. Je pa tudi res, da se je marsikateri del zgodovine pisal nekoliko prikrojeno, odvisno od piscev zgodovine in od trenutne oblasti. Toda bistva vedno ostajajo. Resnica je samo ena.

Podobno je z znanostjo. Zdaj nihče več ne trdi, da je zemlja ploščata, da se Sonce vrti okoli Zemlje. Ali pa, da je Zemlja edini planet v tem osončju, da je osonče samo eno itd.

Enako lahko zapišemo za tehniko. Ljudje zaupajo strojem kljub temu, da se kvarijo. Nikogar ne poznam, ki bi rekel: »Pokvaril se mi je pralni stroj in ga nočem več imeti«. Ali pa, da ima pomivalni stroj čipe, ki preko posode, ki jo v njem pomivam in v kateri kuham, lahko pridejo v hrano in v moje telo. In da me zaradi tega čipa nekdo stalno spremlja. Prav enako je s hrano. Večina ljudi zaupa hrani, ki jo kupimo v trgovini. Skoraj nihče ne podvomi v sestavine kruha ali na primer hrenovk, raznih klobas, namazov, prelivov itd. Pa pogosto slišimo, da je ta in ta hrana škodljiva ali pokvarjena oziroma neprimerna in jo je treba vzeti iz prodaje.

Poglejmo še prometna pravila. Večina ljudi jih spoštuje in jim zaupa, vozijo po desni, večina upošteva omejitve hitrosti, pripenjajo si varnosti pas, se pred rdečo lučjo pred križiščem ustavijo, ne glede na to, da se lahko v zadnji del stoječega vozila nekdo zaleti. Tudi to se v praksi dogaja, pa se ljudje še vedno ustavljamo pred rdečo lučjo.

Lahko bi še našteval razna področja, kjer obstaja med ljudmi veliko zaupanje, kljub temu, da se pogosto pojavi dvom. Zaupanja pa nikakor ne sme zamenjati naivnost.

Zakaj obstaja pri nas tako množično nezaupanje v cepljenje proti covidu-19? Zakaj tako množična trditev, da virus covid-19 ne obstaja? So tudi taki, ki so to bolezen preboleli, pa trdijo, da virusa ni. Zakaj dvomijo v cepivo, ne dvomijo pa v hrenovke? Kljub temu, da vemo, da cepiva razvijajo in proizvajajo ljudje z vsaj desetletnim zahtevnim študijem in da za izdelavo hrenovk ni potrebnega posebnega univerzitetnega znanja.

Zakaj se je na Danskem, Portugalskem in v številnih razvitih državah cepilo skoraj 90 % državljanov? Zakaj se je pri nas cepilo le 50 % državljanov, na Hrvaškem 40 % in v Bolgariji le 20 %? Zakaj se je pri nas v bolnišnicah cepilo 90 % zdravnikov, 60 % medicinskih sester in le 20 % strežnic? Ali pa, zakaj je cepljenih 80 % študentov fizike in le 20 % študentov družboslovja?

To so vprašanja, na katera bi morali odgovoriti psihoterapevti, psihologi in celo psihiatri.

Ali lahko iz zapisa sklepamo, da bolj izobraženi ljudje bolj zaupajo od neizobraženih? Ali tisti, ki se nočejo cepiti, ne zaupajo tudi drugim dosežkom moderne znanosti? Ali ti ljudje kdaj podvomi v hrano, ki jo kupijo, ali v avtomobile, ki jih vozijo, ali v stroje, ki jih vsak dan uporabljajo v svojem stanovanju?

Prav gotovo je zaupanje družben pojav, povezan s številnimi dejavniki. Tu lahko zapišemo, da je na zaupanje možno vplivati z ozaveščanjem in pravilnim informiranjem prebivalstva. To možnost imajo mediji in druga sredstva javnega obveščanja. Lahko tudi zapišemo, da je bilo pri nas od prvih okužb s covidom-19 premalo narejeno v smeri zaupanja v cepivo. Številne oddaje na televizijah, številni članki v revijah so dajali enako težo zagovornikom cepljenja kot anticepilcem.

Ali bi morali snovalci teh oddaj za to tudi odgovarjati? Po mojem da.

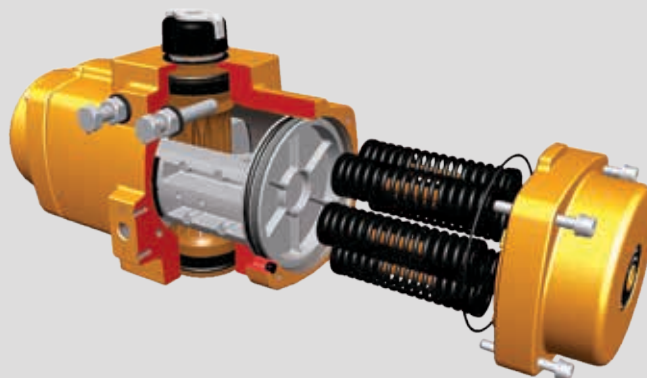
Tehnik, inženir in naravoslovec mora zaupati znanosti in rezultatom predhodnih raziskav, če želi priti do zanesljivih novih rezultatov. Seveda, mi bo kdo oporekal, češ, tudi v znanosti in na področju tehnike in naravoslovja so bile napačne odločitve, ki so veljale več let ali celo desetletij. Toda resnica se je s časom pokazala in obveljala.

Kako lahko deluje inženir oziroma snovalec novega proizvoda, stroja ali naprave, če v celoti ne zaupa materialom in drugim strojnimi elementom, ki jih dobi na trgu in jih potrebuje za vgradnjo? Ali pa, če ne zaupa svojim sodelavcem. Kako deluje timsko delo, če ni zaupanja? Po moji oceni ne more delovati.

Janez Tušek



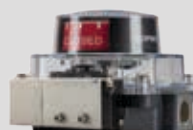
EL-Matic™



BETTIS™



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

Darko Lovrec

Mednarodna konferenca »Fluidna Tehnika / Fluid Power 2021« 297

PREDSTAVITEV

Pavel Tomšič

Visokozmogljivo računalništvo (HPC) na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani 298

NOVICE • ZANIMIVOSTI 301

INTERVJU

Dr. Aleš Hančič – direktor TECOS-a (Razvojni center orodjarstva Slovenije) 310

VODNA HIDRAVLIKA

Franc Majdič

Vodno-hidravlični trajnostni preizkus oljno-hidravličnega proporcionalnega potnega ventila 314

LETALSTVO

Aleksander Čičerov

Kamikaze – Božanski veter 324

BIONIKA

Maja Harb, Darja Harb

Kako nas do dobre organizacijske strukture pripeljejo tehniške rešitve iz narave 328

AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Pametni pozicioner CSMH s komunikacijo HART je ekonomična in fleksibilna rešitev (**FESTO**) 334

Univerzalno in varno pritrjeno (**ELESA+GANTER**) 335

Ločni ročaji z električnim stikalom (**ELESA+GANTER**) 336

Valji in kolesa iz posebnega poliuretana za območja z zaščito ESD zaščito (**ELESA+GANTER**) 337

NOVOSTI NA TRGU

Novi navorni motorji TM-2 (**HIWIN**) 338

Naše nove osi linearnih motorjev LMSSA (**HIWIN**) 338

Električni linearni aktuator – Electrak® LL (**INOTEH**) 339

Prijemala za vreče KENOS® KSG (**INOTEH**) 340

Ultralahko prijemalo VGS™4005 (**INOTEH**) 341

Varnostni krmilnik MOSAIC (**PS**) 341

Elektronski regulator tlaka ITV (**SMC**) 342

IQS Push-in natični priključki iz polipropilena (**S3C**) 343

PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Nogomet pri minus 40 °C v napihljivi hali (**GIA-S**) 344

Moč hibrida – cenovno ugodni ležajni vložki iz visokozmogljive plastike
za kovinska ohišja ležajev (**HENNLICH**) 348

Industrijski hladilniki v živilski in kemični industriji (**OMEGA AIR**) 350

LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA

Evropska unija in uporaba sile 352

Danijel Hren: Saharska izkušnja Nove knjige 352

MEDNARODNA KONFERenca »FLUIDNA TEHNIKA / FLUID POWER 2021« – INFORMATIKA IN DIGITALIZACIJA NA PODROČJU FLUIDNE TEHNIKE

Darko Lovrec

Mednarodna konferenca »Fluidna Tehnika / Fluid Power 2021«, dvodnevni strokovni dogodek s področja hidravlike in pnevmatike, je potekala 16. in 17. septembra v prostorih IZUM-a – Instituta informacijskih znanosti v Mariboru. Konferenca je potekala v živo, pod posebnimi pogoji, ki so jih narekovala omejitve zaradi pandemije. Navkljub oteženim razmeram se je vsak dan konference v živo udeležilo približno 70 udeležencev. Vsa predavanja so potekala v živo. Le predavatelji, ki bi jim udeležba zaradi omejitev, vezanih na potovanje in izpolnjevanje zdravstvenih pogojev, predstavljala preveliko oviro, so svoje predavanje izvedli na daljavo. So pa lahko tudi slednji vsa predavanja in dogajanje na konferenci spremljali v živo (s prenosom iz konferenčne dvorane).



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

Udeleženci srečanja FT 2021 med predavanjem

Tudi v okviru letošnje konference je bilo izpostavljeno sodelovanje raziskovalnih institucij z gospodarstvom – prenos novih tehnologij in rešitev za potrebe ali za naročnike iz gospodarstva. To se je odražalo tudi v razmerju udeležencev konference: približno dve tretjini udeležencev je prišlo iz gospodarskih organizacij in slaba tretjina iz raziskovalnih sredin, delujočih v okviru univerz in institutov, tako domačih kot iz tujine, iz osmih različnih držav. Razmerje med udeleženci iz industrije in raziskovalnih ustanov je bilo podobno kot vsa pretekla leta. Prisotnih je bilo več direktorjev ter vodij razvoja ali razvojnih oddelkov v podjetjih, ki se ukvarjajo s fluidno tehniko. Slednje dokazuje, da morata tako prenos znanja in seznanjanje s potrebami industrije potekati v obeh smereh, ter da sestanki in dogodki, izvedeni na daljavo ali preko drugih elektronskih poti, nikakor ne morejo nadomestiti stika v živo.

Pomen sodelovanja med izobraževalnimi in raziskovalnimi ustanovami z gospodarstvom sta v svojem nagovoru poudarila tudi letošnja predstavnika Univerze v Mariboru in Fakultete za strojništvo. Tako prof. dr. Zoran Ren, prorektor za znanstvenoraziskovalno dejavnost na Univerzi v Mariboru kot prof. dr. Simona Strnad, prodekanja za raziskovalno dejavnost na Fakulteti za strojništvo, sta poudarila pomen prenosa znanja med raziskovalnimi organizacijami in partnerji iz industrije, tako na ravni univerze kot na ravni fakultete. Pri tem pa ne gre zgolj za enosmerno predstavitev novih spoznanj in dosežkov, temveč za tvorno, dvosmerno povezovanje in sodelovanje, ki vključuje tudi izvedbo strokovnih dogodkov, kakršne so konference Fluidna tehnika.

O trenutnih razmerah in o trendih ter gospodarskih kazalcih gibanja na področju fluidne tehnike pri nas in v svetu je prisotne seznanil mag. Aleš Bizjak, generalni direktor podjetja Poclain Hydraulics v Sloveniji in član evropske krovne družbe za hidravliko in pnevmatiko CETOP ter združenja Fluidna tehnika Slovenije. Hidravlika in pnevmatika imata v Sloveniji zelo močne korenine, tako v proizvodnji hidravličnih in pnevmatičnih komponent kot tudi pri tovrstnih sistemih za različne stroje in naprave. Zato smo zelo aktivni zunaj svojih meja in v različnih strokovnih združenjih in zelo pozorno spremlja-

mo stanje in trende na našem ozkem področju in na širšem področju strojev in naprav. Od leta 2000 prodajni kazalci naraščajo in so v obdobju zadnjih dveh let dosegli približno dvakrat večjo vrednost. Pri trendu naraščanja je dobro viden upad prometa zaradi recesije (okoli leta 2009) in daljša ali krajša obdobja stagnacije ali rahlega upada prometa. Zadnji manjši upad obsega prodaje je viden v letu 2019, ko se je pričela epidemija Covida-19. Po napovedih na podlagi opažanj tako proizvajalcev kot uporabnikov lahko v industriji za leti 2020 in 2021 pričakujemo ponovni porast obsega prodaje.

Energija, digitalizacija ter njun vpliv na okolje in našo sredino sta osrednji tematiki našega vsakdana in tudi letošnje konference. Tej problematiki smo se posvetili v obeh uvodnih preglednih prispevkih, odražala pa se je tudi v vseh drugih prispevkih, predstavljenih na konferenci: od snovanja novih komponent in sistemov pa vse do njihovega nadzora in vzdrževanja:

- ▶ Kam gre razvoj na področju hidravlike in pnevmatike?
- ▶ Razvoj komponent – metode in pristopi snovanja, materiali, učinkovitost in integracija »pameti« ...
- ▶ Koncepti vodenja in nadzora naprav – novi pristopi ter koristi in možnosti za uporabnika ...
- ▶ Posebne rešitve s področja hidravlike in pnevmatike – energija po potrebi, sinhrono gibanje ...
- ▶ Novosti na področju hidravličnih tekočin – nove tekočine, novi pristopi in oprema pri vzdrževanju.

Direktorica Inštituta za fluidnotehnične pogone in sisteme (ifas – orig.: Institut für fluidtechnische Antriebe und Systeme) Univerze RWTH iz Aachena v Nemčiji, Univ. Prof. Dr. Ing. Katharina Schmitz, je v svojem uvodnem predavanju predstavila, kakšen potencial ima fluidna tehnika za doseganje rezultatov in prispevanje k uresničitvi zastavljenih podnebnih ciljev Evrope do leta 2030 (EU Climate Goal 2030). V prispevku je predstavila podnebne cilje EU in ukrepe, s katerimi lahko na področju fluidne tehnike dosežemo zastavljene cilje. Pri tem so bistveni naslednji trije vidiki: 1. Poraba energije hidravličnih in pnevmatičnih sistemov, 2. Energija in viri, potrebni za izdelavo komponent fluidne tehnike, in 3. Skupna poraba energije strojev in naprav, ki uporabljajo fluidnotehnične pogone.

V drugem uvodnem prispevku je Dr. Herbert Hufnagel, vodja področja Digital Pneumatics pri podjetju FESTO GmbH iz Eslingena v Nemčiji, predstavil vlogo digitalizacije na vseh ravneh pnevmatike, od digitalizacije, integrirane v posamezne komponente, pa vse do digitalizacije celotnega sistema. Dejstvo je, da digitalizacija spreminja svet, prodira v vse vidike našega življenja, njeno »pogonsko gorivo« pa so številni podatki, najprej dobljeni in nato obdelani. Industrija ima velik potencial za izkoriščanje digitalizacije z jasnimi cilji, kot so brezhibna povezljivost, večja modularnost, večja zmogljivost stroja in produktivnost, napovedovanje incidentov, preden se zgodijo, napovedovanje in optimiziranje kakovosti proizvedenih izdelkov, napovedovanje in



Med odmori – druženje in izmenjava mnenj



Tudi strokovna razstava je požela zanimanje udeležencev konference FT 2021

zmanjšanje izgube energije, preprečevanje izpadov strojev zaradi obrabe sestavnih delov ... Razvoj na področju pnevmatike v celoti izpolnjuje te zahteve.

Vsi predstavljeni prispevki so bili razvrščeni v pet tematskih skupin, ki so si smiselno sledile: razvoj komponent fluidne tehnike in trendi, računalniško podprto načrtovanje komponent fluidne tehnike, koncepti vodenja in nadzora na področju fluidne tehnike, novosti na področju hidravličnih tekočin in vzdrževanja ter pametni in posebni primeri uporabe fluidne tehnike. Na podlagi predstavljenih prispevkov in diskusij lahko zagotovo trdimo, da v Sloveniji in v tem delu Evrope ne samo spremljamo dogajanje na področju razvoja fluidne tehnike v svetu, temveč trende tudi sooblikujemo. Vsi prispevki, predstavljeni na konferenci, so bili recenzirani in so tematsko urejeno zbrani v zborniku konference, ki je bil izdan preko Univerzitetne založbe Univerze v Mariboru.

Pomen digitalizacije in informatike v današnjem času ter ustrezne opreme je bila tudi osrednja tematika letošnje okrogle mize, v okviru katere smo se seznanili s stanjem in dosežki te tehnologije v Sloveniji ter spoznali in si ogledali naš najzmogljivejši superračunalnik Vega, ki je hkrati tudi eden najzmogljivejših na

svetu. Superračunalnik Vega je nameščen v prostorih Inštituta informacijskih znanosti IZUM, v sodelovanju s slovenskimi izvedenci pa ga je postavila evropska korporacija Atos. Vega, ki je pričel delovati marca 2021, je eden izmed petih centrov EuroHPC prve generacije, z zmogljivostjo 6,8 petaflopov na sekundo in se uvršča med 50 najzmogljivejših superračunalnikov na svetu. Tako je novi generaciji izvedencev in raziskovalcev ter širši slovenski strokovni javnosti na voljo vrhunska tehnologija, s katero so lahko kos novim izzivom in tako tvorno prispevajo v regionalnih in evropskih projektih.

Poleg znanstveno strokovnih predavanj je konferenco spremljala tudi priložnostna razstava, ki je bila posebna priložnost za mreženje in neposreden pogovor s predstavniki razstavljalajočih podjetij. Dodatne priložnosti za izmenjavo strokovnih mnenj so bile tudi v okviru družabnega večera konference, ki ima že uveljavljen naziv »V objemu fluidne tehnike«. Več informacij o dogajanju na konferenci, razstavljalcih, glavnem in spremljevalnem programu si lahko ogledate na spletni strani konference: <http://ft.fs.um.si/html/uvod.html>.

V okviru konference predstavimo tudi dosežke našega podmladka, ki se ukvarja s tem področjem tehnike. Tako smo tudi letos podelili Zlate diplome fluidne tehnike najboljšim diplomantom ki so poslali svoje naloge na natečaj. Letošnja prejemnika Zlate diplome sta bila dva. Jan Pustavrh, diplomant Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, je dobil nagrado za svojo diplomsko nalogo z naslovom »Snovanje hidravličnega sistema prototipa Stewartove ploščadi«, Andraž Rotovnik, diplomant Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru (študijski program Mehatronika), pa nagrado za magistrsko delo z naslovom »Zvezno delujoči elektrohidravlični ventili in sinhrono gibanje hidravličnih aktuatorjev«. Podelitev Zlatih diplom ter sklepna misel s kratkim povzetkom predstavljenih prispevkov sta ob koncu konference zaokrožili raznoliko dvodnevno konferenčno dogajanje. Konferenca Fluidna tehnika 2021 je bila po dolgem času eden od strokovnih dogodkov s področja stroke, ki je bil izpeljan v živo.

Konferenco so podprla sledeča podjetja: FESTO d.o.o. kot generalni pokrovitelj, HAWE Hidravlika d.o.o. kot pokrovitelj družabnega večera, OLMA d.o.o., Beckhoff Avtomatizacija d.o.o., Tesnila Bogadi d.o.o., Poclain Hydraulics d.o.o., Dimas Pro d.o.o., Nevija d.o.o. ter medijski pokrovitelji revija Ventil, revija IRT 3000 in Univerzitetna založba Univerze v Mariboru.



7. ŠTUDENTSKA TEHNIŠKA KONFERENCA ŠTeKAM

Letos je potekala že sedma tehniška konferenca ŠTeKam, na kateri smo lahko prisluhnili predstavitev prispevkov, v katere so udeleženci vložili ogromno dela, truda in pri tem osvojili veliko novega znanja. Oddanih je bilo 26 prispevkov, predstavljenih pa jih je bilo 17.



Udeleženci konference ŠTeKam

Na konferenci so sodelovali študentje različnih fakultet: Fakultete za strojništvo UL, Biotehniške fakultete UL, Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo UL, Fakultete za matematiko in fiziko UL, Fakultete za zdravstvo Angele Boškin, Fakultete za elektrotehniko UL, Akademije za glasbo UL ter tuje univerze St. John's University.

Predstavitve udeležencev konference so potekale v dveh skupinah, vsaka pa je ob koncu izglasovala avtorja najboljšega prispevka. Klara Šink z Bioteh-

niške fakultete UL je prisotne navdušila s prispevkom Občutljivost celičnih kultur L20B za osamitev poliovirusov. Matija Demšar (Miha Kodrič, Tomaž Bregar, Gregor Čepin in Miha Boltežar) s Fakultete za strojništvo UL pa je predstavil prispevek Optično določanje lokacije in orientacije pospeškomerov s pomočjo ArUco markerjev.

Vsi prispevki bodo objavljeni v konferenčnem zborniku in vpisani v sistem Cobiss pod tipologijo Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci. Študenti bodo lahko sodelovanje na konferenci uveljavljali kot izjemen dosežek, kar je eden izmed pogojev za pridobitev Zoisove štipendije. Z vpisom članka v Cobiss bodo vsi udeleženci pridobili uradno dostopno referenco o znanstvenem raziskovanju.

Konferenca je potekala ob upoštevanju vseh zaščitnih ukrepov za preprečevanje okužb s koronavirusom in v skladu s priporočili NIJZ.

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

Prihodnje leto bo potekala že 8. Študentska tehniška konferenca ŠTeKam.



Prejemnika nagrad

Organizacijski odbor ŠteKam, UL, FS
Foto: PR služba UL, FS

VISOKOZMOGLJIVO RAČUNALNIŠTVO (HPC) NA FAKULTETI ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI

Pavel Tomšič

Visokozmogljivo računalništvo (angl. high-performance computing – HPC), dandanes pospeševalec sodobne znanosti, jutri orodje za dvigovanje konkurenčnosti gospodarstva, je eno izmed področij, s katerim se ukvarjamo na Fakulteti za strojništvo. V zadnjih letih smo na fakulteti zelo dejavni pri vsem, kar je v Sloveniji ali Evropi, usmerjeno v HPC – sodelujemo v programih skupnega evropskega podjetja EuroHPC, v kompetenčnem centru za HPC EuroCC, v partnerstvu PRACE, vodimo Erasmus+ projekt SCtrain ter v drugih aktivnostih.

Kaj je to HPC

Visokozmogljivo računalništvo, tudi superračunalništvo (v nadaljevanju HPC), predstavlja orodje za reševanje problemov, ki so preveč zapleteni za namizne ali prenosne računalnike. Velikost obravnavane analize je značilno omejena s količino RAMa, ki je na voljo. Zato je mogoče hitro analizirati podatkovne datoteke velikosti do nekaj GB. Z uporabo HPC pa lahko to omejitev povečamo na več PB (1.000.000 GB) s porazdeljenim shranjevanjem podatkov in z vzporedno obdelavo. Superračunalniki omogočajo tudi uporabo večjih (natančnejših) modelov za simulacijo delovanja novih izdelkov, materialov, zdravil itd., preden pričnemo z njihovo proizvodnjo.

HPC kot orodje prihodnosti

HPC predstavlja perspektivno področje za podjetja, ki se ukvarjajo z razvojem novih tehnologij. Hkrati je eden glavnih pospeševalcev sodobne znanosti, ki temelji na računsko intenzivnih metodah. Večina najbolj priljubljenih programskih orodij, ki jih uporabljajo raziskovalci, ni razvita za izkoriščanje ogromnih možnosti HPC. Raziskovalci morajo pogosto začeti z učenjem novih programskih orodij, preden začnejo (učinkovito) uporabljati HPC.

Na Fakulteti za strojništvo stremimo k odpravljanju takih ovir z zbiranjem in deljenjem potrebnega znanja za uporabo HPC. Pri tem sodelujemo tako z domačimi kot tudi s tujimi partnerji pri izmenjavi znanj in dobrih praks. Naš cilj je približati orodja za delo s HPC inženirskemu kadru v Sloveniji.

Dr. Pavel Tomšič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

PRACE

Partnerstvo PRACE (Partnerstvo za napredno računalništvo v Evropi) promovira in omogoča uporabo HPC ter na ta način spodbuja nova znanstvena odkritja in inženirske raziskave. Partnerstvo PRACE sestavlja 26 držav članic, ki ustvarjajo vseevropsko superračunalniško infrastrukturo za obsežne znanstvene in inženirske aplikacije na najvišji zmogljivostni ravni. Sistemi PRACE so na voljo znanstvenikom in raziskovalcem iz akademskih krogov in industrije z vsega sveta.

Preko partnerstva potekajo tudi obsežna izobraževanja in usposabljanja za uporabo raziskovalne infrastrukture prek sezonskih šol, delavnic ter znanstvenih in industrijskih seminarjev po vsej Evropi. Sezonske šole so namenjene širokemu občinstvu, delavnice pa so osredotočene na določene tehnologije, orodja, discipline ali raziskovalna področja. Sodelovanje na dogodkih je za akademske in industrijske uporabnike brezplačno.

Na Fakulteti za strojništvo smo aktivno vključeni v več aktivnosti partnerstva PRACE. Računski sestav HPCFS je vključen v evropski superračunalniški ekosistem. Sodelujemo pri spodbujanju uporabe HPC za mala in srednje velika podjetja v okviru programa SHAPE, razvili smo tudi več masovnih spletnih tečajev (MOOC). Rezultat naših prizadevanj na izobraževalnem področju je tudi ustanovitev PRACE izobraževalnega centra (PRACE PTC), enega izmed 14 v okviru partnerstva. Organizirali smo že več delavnic s področja HPC in velepodatkov, pripravljamo tudi brezplačno delavnico s tematiko Hadoop in RHadoop ter delavnico s tematiko paralelnega programiranja.

Že vrsto let organiziramo mednarodno poletno šolo superračunalništva (SoHPC), ki ponuja študen-



Slika 1 : Utrinek iz izobraževanja PRACE

tom delo na znanstveno raziskovalnem projektu ter 2-mesečno prakso (julij-avgust) v enem izmed evropskih centrov HPC. V letu 2021 je bilo razpisanih 33 raziskovalnih projektov na 15 ustanovah, sodelovalo je 66 študentov. V laboratoriju LECAD smo v letu 2021 uspešno vodili dva projekta na temo optimizacije geometrije S-zobnika ter upravljanja velikih podatkov za boljšo napoved porabe električne energije. Več informacij je dostopnih na: <https://summerofhpc.prace-ri.eu/>

Laboratorij LECAD vsako leto organizira tudi daljšo, enotedensko sezonsko šolo. V septembru 2021 smo organizirali spletno delavnico s tematiko obravnave velepodatkov z uporabo Hadoop-a in Keras-a za upravljanje in analizo. V štiridnevni delavnici so poleg osebja s Fakultete za strojništvo sodelovali tudi pre-

davatelji s Fakultete za računalništvo in informatiko, Inštituta Jožef Stefan, Tehnične univerze na Dunaju (TUW) ter tehnološkega inštituta Karlsruhe (KIT). V okviru delavnice je bil predstavljen okvir Apache Hadoop, programski jezik za statistično obdelavo podatkov R, obravnava velepodatkov s knjižnicami RHadoop, odprtokodna knjižnica za strojno učenje in umetno inteligenco TensorFlow in odprtokodni analitični mehanizem za obsežno obdelavo velepodatkov Apache Spark. Več informacij o izobraževanjih PRACE je dostopnih na: <https://training.prace-ri.eu/>

Nacionalni kompetenčni center HPC

Na Fakulteti za strojništvo smo vključeni tudi v projekt nacionalnega kompetenčnega centra za HPC, ki poteka v okviru mednarodnega projekta EuroCC. Vključuje 34 držav iz EU in bližnje okolice. Cilj je približati uporabo zmogljivostnega računalništva različnim skupinam uporabnikov s področja znanosti, industrije, za sedanje in prihodnje -strokovnjake za HPC in širšo javnost.

V okviru Nacionalnega kompetenčnega centra HPC so na voljo brezplačna izobraževanja z namenom zapolniti vrzeli v znanju na različnih ravneh, vse od osnovnega HPC-opismenjevanja do tematik na strokovno zahtevnejših področjih. Izobraževanja so namenjena ustanovam na različnih stopnjah šolskega sistema, podjetjem in posameznikom. Aktivnosti so razdeljene na krajša eno- ali večdnevna izobraževanja, namenjena prenosu znanj, ter na seminarje, namenjene deljenju aktualnih informacij s področja računalništva, strojništva, matematike, fizike in HPC-opismenjevanja.



Slika 2 : HPC Vega

Na Fakulteti za strojništvo se trudimo približati uporabo zmogljivih računalniških orodij tudi na področju inženirstva. Tako bomo v bližnji prihodnosti ponudili kratki izobraževanji s področja uporabe HPC za numerične analize (HPC in FEM). V novembru 2021 bo potekala delavnica s poudarkom na odprtokodni programski opremlji za HPC, v februarju 2022 pa delavnica s tematiko uporabe komercialne programske opreme. V prihodnosti načrtujemo razširitev ponujenih tematik s področjem HPC in CFD ter upravljanja velepodatkov. Več informacij je dostopnih na: <https://www.sling.si/sling/category/treningi/>

Erasmus + projekt SCtrain

Cilj projekta je metodološki pristop k zapolnitvi vrzeli glede prenosa znanja o visoko zmogljivih računalnikih (HPC) za prihodnje strokovnjake na področju znanosti, tehnologije, inženiringa in matematike (STEM). Preko mnogih projektov potekajo osnovni izobraževalni programi opismenjevanja HPC za raziskovalce, vendar je za učinkovit dvig ravni znanja potreben nadaljnji sistematičen pristop (od spodaj navzgor).

Trenutno uveljavljeni programi v univerzitetnem izobraževanju ne ponujajo celovite podpore za prenos potrebnega znanja o HPC v gospodarstvo. Projekt zato povezuje partnerje iz širše okolice in rešuje ta problem z razvojem delavnic in zbiranjem gradiva, potrebnega za učinkovit prenos znanja ter pripravo za njegovo implementacijo v univerzitetne programe prihodnosti. Pri projektu sodelujejo partnerji iz štirih držav:

- ▶ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija (projektni vodja),
- ▶ IT4I, češki nacionalni center HPC v okviru Univerze VŠB v Ostravi,
- ▶ Raziskovalno središče VSC (Dunajski znanstveni grozd) TU Wien, Avstrija,
- ▶ CINECA, konzorcij italijanskih univerz, ki skrbi za HPC in IT infrastrukturo v Italiji.

Tematike, ki jih obravnavamo v okviru projekta na področju HPC v inženiringu in podatkovni znanosti, so razdeljene v štiri skupine:

- ▶ HPC v inženiringu – poudarek na FEM (metoda končnih elementov),
- ▶ HPC v podatkovni znanosti – poudarek na paralelnem programiranju,
- ▶ HPC v inženiringu – poudarek na CFD (Computational Fluid Dynamics),
- ▶ HPC v podatkovni znanosti – poudarek na IOT in velepodatkih.

V okviru vsake obravnavane tematike bomo ustvarili bazo znanja in material za predavanja ter praktične primere, ki bodo na voljo preko spletnega portala. Trenutne aktivnosti v zvezi s projektom so osredotočene na vzporedno programiranje z vmesnikom za prenos sporočil (MPI), OpenMP in CUDA. Pri analizi izdelkov predstavlja paralelizacija problema učinkovito razdelitev velikega problema na več manjših in analizo vsakega posebej, s čimer se dvigne raven podrobnosti in pospešijo potrebni časi izračuna. V začetku februarja 2022 bomo izvedli enotedensko brezplačno izobraževanje, v katerem bomo razložili različne paradigme vzporednega programiranja za pisanje programov, ki lahko dobro izkoristijo strojno opremo HPC. Delavnica bo potekala med 31. januarjem in 4. februarjem 2022 in bo za vse brezplačna. Več informacij je dostopnih na: <https://sctrain.eu/>

Načrtovane aktivnosti:

4.–5.11.2021

HPC in FEM: Odprtokodna programska oprema

<https://indico.ijs.si/e/FEM-opensource>

31.1.–4.2.2022

HPC in Data Science: Introduction to Parallel Programming

<https://sctrain.eu/course/hpc-parallel/>

9.–11. 2. 2022

HPC in FEM: Komercialna programska oprema

<https://indico.ijs.si/e/FEM-commercial>



Slika 3 : Erasmus + SCtrain partnerji

USPEŠNO ZAKLJUČENA 8. POLETNA ŠOLA STROJNIŠTVA

Fakulteta za strojništvo UL z različnimi aktivnostmi želi osnovnošolce in dijake navdušiti za svet tehnike in strojništva. Med poletnimi počitnicami je zato že 8. leto zapored organizirala Poletno šolo strojništva, ki je namenjena učencem od zaključenega 6. razreda osnovne šole do zaključenega 3. letnika srednje šole. V letošnjem letu so, kljub koronavirusu, ponovno zabeležili rekordno število udeležencev, in sicer 84.



Gradnja in preizkušanje modelov avtomobilov



USB hlajenje pijače iz zraka

Prilagajanjem trenutnim epidemiološkim razmeram je bilo pri organizaciji Poletne šole strojništva nujno, a zato sam potek ni bil okrnjen. V času šole je bilo dvakrat organizirano brezplačno testiranje s hitrimi testi, sledili pa so tudi priporočila glede razkuževanja, umivanja rok, varnostne razdalje, prezračevanja prostorov in nošenja zaščitnih mask. Izvedenih je bilo 12 delavnic, v katerih je bilo največ do 10 udeležencev, kar je mentorjem med drugim omogočilo tudi izredno individualen pristop do udeležencev.

Poletna šola strojništva temelji na konceptu zasnov, izdelaj, preizkusi. Vsi udeleženci so izdelali svoj izdelek in ga na koncu odnesli domov, ob tem pa so spoznali še osnove posameznega področja, ki ga je delavnica pokrivala ter delovanje profesionalne opreme, ki se na tem področju uporablja. Med 17. in 20. avgustom so udeleženci zgradili in preizkušali modele avtonomnih električnih vozil, modelirali prenosno vremensko postajo, spoznali svet superračunalništva, s hriba spuščali svoje modele letal, tiskali s 3D tiskalniki, izdelali hidravlično roko, preganjali vročino z USB hlajenjem, izdelali mini vetrno elektrarno, spoznali Stirlingov motor in izdelali enostaven toplotni stroj. V okviru delavnic so obiskali še termoelektrarno Toplar na Ljubljana in pokukali tudi v sosednje delavnice.

Vedoželjni udeleženci so bili nad Poletno šolo strojništva navdušeni, številni med njimi pa že razmišljajo, da bi svojo študijsko pot nadaljevali prav na Fakulteti za strojništvo UL.

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



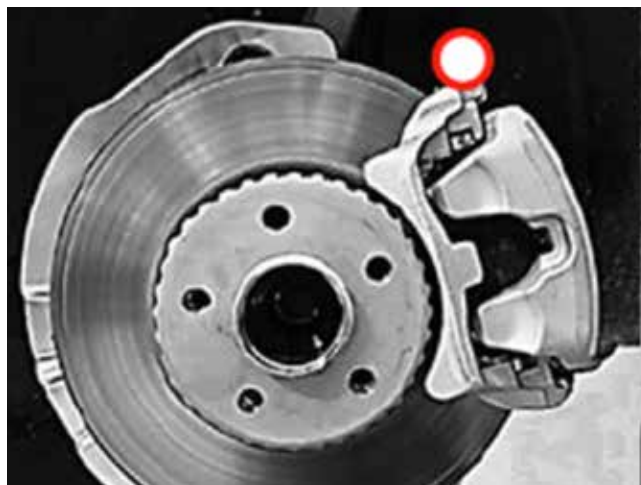
Izdelava hidravlične roke

www.fs.uni-lj.si

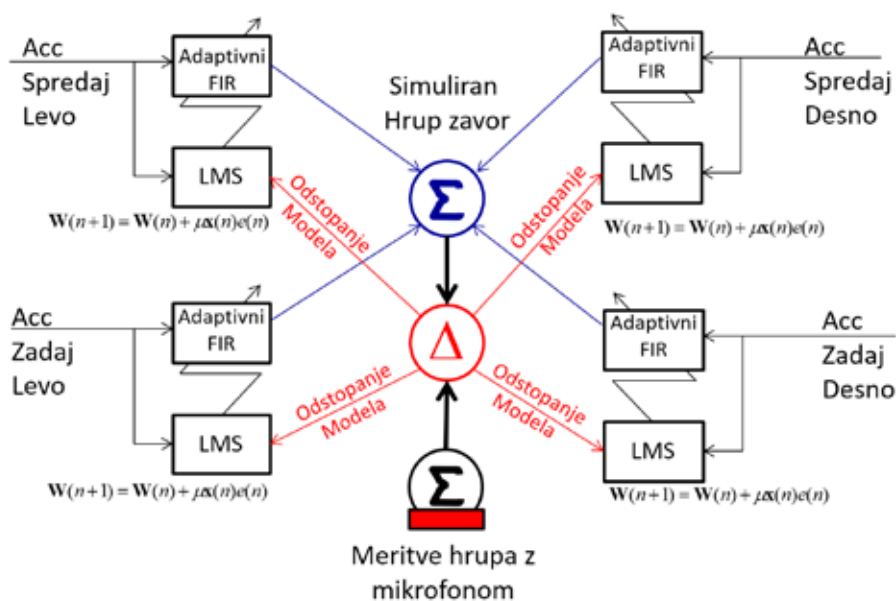
IDENTIFIKACIJA RAZLIČNIH MANIFESTACIJ NELINEARNEGA EFEKTA LEPENJA IN ZDRSA PRI JEČANJU ZAVOR Z UPORABO ALGORITMOV NENADZOROVANEGA UČENJA K-SREDNJIH VREDNOSTI TER SAMOORGANIZIRAJOČIH MREŽ

Raziskovalci laboratorija za delovne stroje in tehnično akustiko - LDSTA, na FS Ljubljana so v sodelovanju s Tehniško univerzo Gradec za podjetje Daimler AG, Mercedes-Benz razvili napredno prepoznavo zaviranja vozil. Psihoakustična analiza hrupa in iz nje izpeljane značilke so omogočile ekstrakcijo novih informacij pri zasnovi algoritmov. Rezultati študije so že implementirani v novi generaciji zavor.

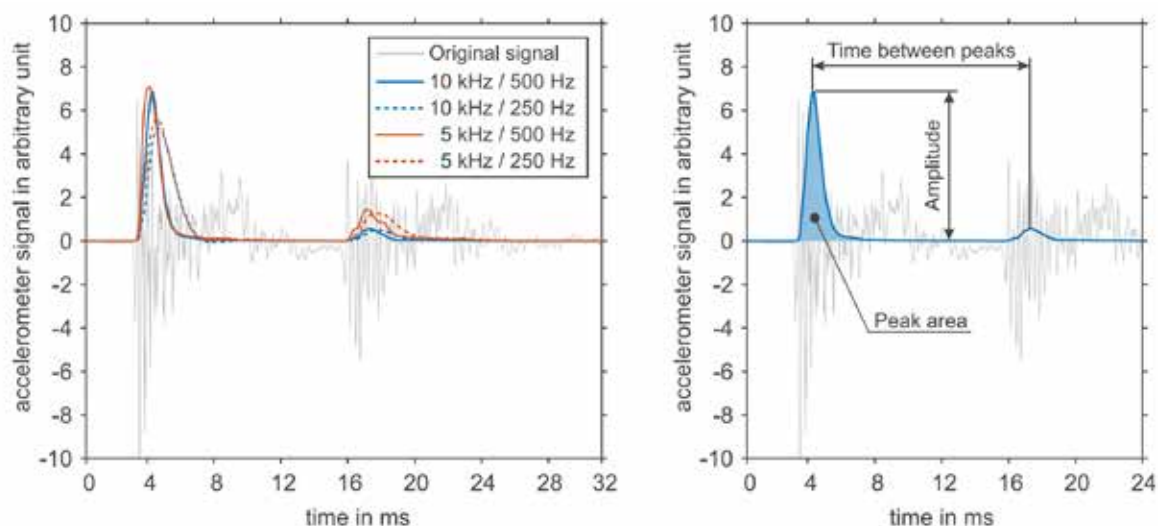
Raziskava je bila objavljena v eni izmed vodilnih znanstvenih revij na področju obdelave signalov, Mechanical Systems and Signal Processing (IF = 6,823). Nizkofrekvenčno ječanje zavor je hrupni pojav, ki je posledica nizkofrekvenčnega vibracijskega vzbujaanja podvozja vozil na podlagi nelinearnega pojava sprijemanja in zdrsa med zavornimi ploščami in diskom. Ti pojavi, skupaj z vplivom dizajna in obratovalnih parametrov, se manifestirajo v specifičen potek drsenja zavor. Hrup ječanja zavor so do sedaj subjektivno ocenjevali in vrednotili testni vozniki, kar zahteva veliko časa, ker je potrebno večje število voznikov in testov. Za merljivo objektivno ocenjevanje ječanja zavor so v podjetju Daimler AG potrebovali učinkovito metodo identifikacije pojava v realnem času z razvrščanjem različnih pojavnih oblik sprijemanja in zdrsa.



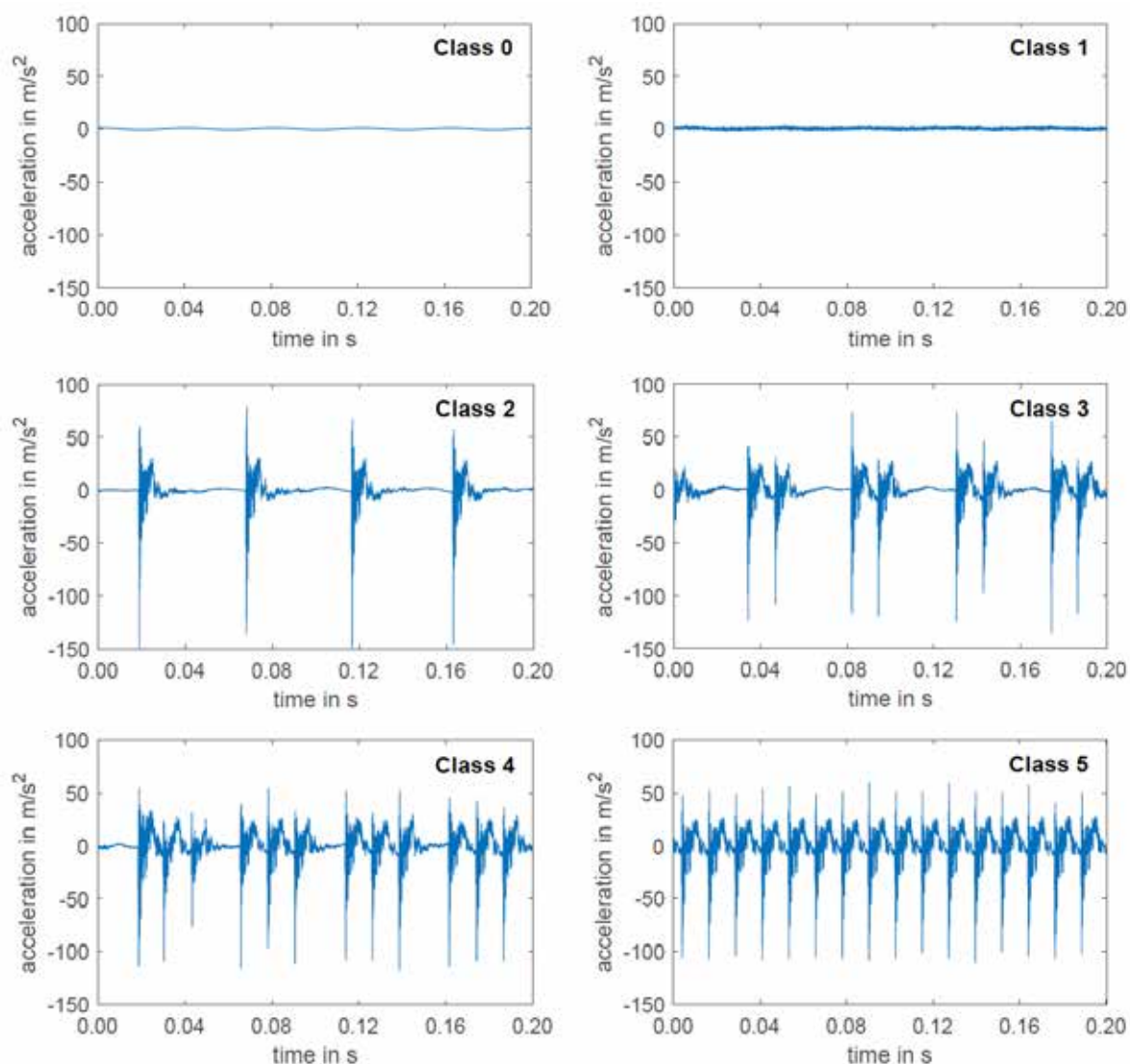
Slika 1 : Merilno mesto vibracij / akustične emisije



Slika 2 : Samo učeči algoritem prenosa vibracij v zvok



Slika 3 : Temelj novega algoritma za ocenjevanje ovojnica vibroakustičnega signala sloni na zaporednem filtriranju z dvema neprekrivajočima se filtroma. S tem je omogočeno delovanje algoritma v realnem času.



Slika 4 : Pojavne oblike različnih manifestacij nizkofrekvenčnega drsnega škripanja, kar lahko slišimo kot hrupno ječanje, kot jih je identificiral nenadzorovan algoritem klasifikacije: 0) brez zaviranja, 1) zaviranje brez nizkofrekvenčnega drsnega škripanja, 2) nizkofrekvenčno drsno škripanja prve lastne oblike, 3) in 4) vmesni pojav pri prehodu na 5) nizkofrekvenčno škripanje druge lastne oblike

V okviru študije je predstavljena raziskava, ki temelji na mešanem signalu akustične emisije in vibracij in njegovi korelaciji z zvokom oziroma hrupom. Pristop izkorišča visokofrekvenčne meritve pospeškov v frekvenčnem območju nad 10 kHz, ki spremljajo značilne prehode med sprijemanjem in drsenjem. Nizkofrekvenčni del vibracij pod 500 Hz je v veliki meri definiran glede na karakteristike zavornega sistema ter podvožja avtomobila, visokofrekvenčno področje nad 10 kHz pa izkazuje signale, katerih oblika je podobna akustično emisijskim impulzom. Z apliciranjem neprekrivajočih se visokofrekvenčnih ter nizkofrekvenčnih filtrov, ki impulzom dodajo ovoj, je bil ustvarjen nov signal. Ta omogoča natančno detekcijo ter kvantifikacijo vseh tranzicij sprijemanja in zdrsa v časovni domeni, iz česar je bil razvit popolnoma nov nabor značilk signala vibracij. Vektor devetih značilk je bil uporabljen kot vhodni prostor za nenadzorovano učenje z algoritmom k-srednjih vrednosti ter Kohonenovo samo-

organizirajočo mrežo. Robustnost takega pristopa je pripomogla k jasnosti klasifikacije. Identificirani so bili štirje različni razredi nizkofrekvenčnega ječanja zavor, pri čemer se je izkazalo, da je vsak izmed njih povezan z določeno manifestacijo sprijema in zdrsa: Nizkofrekvenčno škripanje prve lastne oblike, Nizkofrekvenčno škripanje druge lastne oblike ter dva prehodna pojava z dvema ali tremi pojavi sprijema in zdrsa na cikel.

Rezultati klasifikacije in njihova povezava z mehaniškimi pojavi kažejo na interakcijo med dvema pomembnima vibracijskima vzorcema, ki se pojavljata med drsnim škripanjem (najverjetneje vzdolžni ter torzijski odmik osi). Poleg globljega vpogleda v samo bifurkacijo pojava predstavljena študija omogoča identifikacijo drsnega škripanja ter tudi samodejno klasifikacijo ter kontrolo njegovih manifestacij v realnem času.

www.uni-lj.si

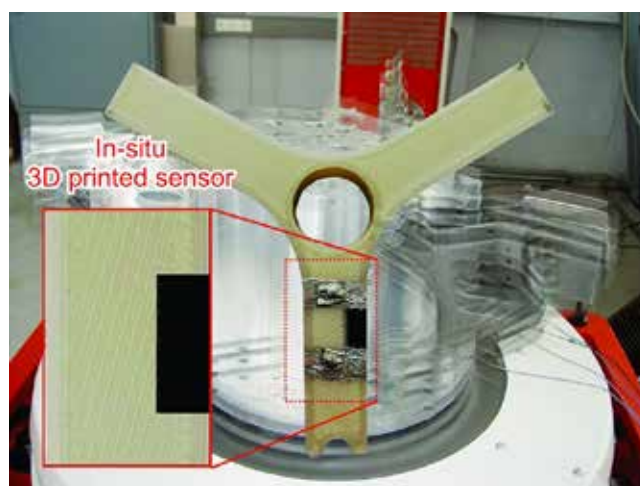
PRVA, 3D NATISNJENA STRUKTURA S SAMOZAVEDANJEM VIBRACIJSKE POŠKODOVANOSTI

Izraz Industrija 5.0 postaja vedno bolj domač in se nanaša v prvi vrsti predvsem na ljudi, ki delajo skupaj z roboti in pametnimi stroji. Gre za robote, ki pomagajo ljudem pri boljšem in hitrejšem delu z uporabo naprednih tehnologij, kot sta internet stvari (IoT) in veliki podatki (big data) in njihova analiza, ter umetna inteligenca (AI).

3D tisk izdelkov s samozavedanjem vibracijske poškodovanosti je bil predstavljen v vodilni reviji področja: Additive Manufacturing (IF=10.998). Raziskovalci Fakultete za strojništvo, UL in Univerze v Perugia so predstavili 3D tiskano strukturo z in-situ 3D natisnjenim zaznavalom, ki omogoča samozavedanje vibracijske poškodovanosti. Gre za prvo tako pametno strukturo, ki odpira nove možnosti pametnih, 3D natisnjenih, izdelkov.

Nedavni napredek aditivne proizvodnje s tehnologijo ekstrudiranje termoplastičnih materialov (ETM) omogoča 3D-tisk vgrajenih zaznaval, kar vodi do enostavne in ugodne proizvodnje pametnih struktur. Medtem ko so enoprocesna zaznavala izdelana z ETM za zaznavanje dinamičnih deformacij že raziskana, je samozavedanje vibracijske poškodovanosti še treba raziskati.

Znanstveni članek primerja dve različni metodi identifikacije poškodovanosti (t.j. metode vršnega odziva in metode upada lastne frekvence). Ugotovljeno je bilo, da metoda upada lastne frekvence zanesljivo oceni poškodovanost; poškodba je bila



pravilno ugotovljena tudi v primeru, ko je bil zaznavalni element natisnjen v območju inicialne razpoke in je bil zato med preizkusom znatno poškodovan.

www.fs.uni-lj.si

SPLETNO ORODJE ZA DOLOČITEV USTREZNIH KROGELNIH VREten PROIZVAJALCA THOMSON LINEAR

INOTEH predstavlja izboljšano hitro in enostavno aplikacijo za določitev optimalnega krogelnega vretena po željah uporabnika.

STEP 1 - Move Profile ✓

STEP 2 - Application Data ✓

ENTER LOAD FORCES

Mass of Load: [Input field]

Direction of Travel: ☒ Horizontal ☐ Vertical ☐ Curbish

Guide Bearing Type (Coefficient of friction): [Dropdown menu]

Loading: [Dropdown menu]

Mass of Load: [Input field]

Enter External Axial Forces

Applied Axial Force - Segment 1: [Input field] % of Stroke: [Input field]

Applied Axial Force - Segment 2: [Input field] % of Stroke: [Input field]

Applied Axial Force - Segment 3: [Input field] % of Stroke: [Input field]

Applied Axial Force - Segment 4: [Input field] % of Stroke: [Input field]

START OVER

NEXT STEP 2

CONTINUE

STEP 3 - Component Options ✓

Nut Availability Grid (Table updates as you progress through steps 1 to 3)

Test result codes are based on the inputs at left, identifying which diameters and loads meet your application criteria. You may need to adjust the inputs to best tailor the results, i.e. reduce required speed to increase the footprint of successful screw diameter and load combinations.

Thomson Imperial Product Line

Nut Size (mm)	0.025	0.200	0.250	0.400	0.475	0.500	0.660	1.000	1.500	1.875	2.000
0.035											
0.500											
0.630											
0.750											
0.875											
1.000											
1.500											
1.875											
2.000											
3.000											
3.500											
4.000											

Thomson Metric Product Line

Nut Size (mm)	2	3	4	5	10	20	25	32	40	50
10										
12										
16										
20										
25										
32										
40										
50										
60										

CHART KEY

- Passes tests
- OK, length failure
- Speed failure
- Not support load failure
- Dynamic load failure
- Buckling failure (if compression selected)
- End supports not available
- Not available in this diameter and lead

All tests other than the dark grey are available tests. Of the available tests, all colors but green indicate nuts that will cause a percent of failure. Clicking any cell gives you information as to why the cell did not pass and its percentage failure.

SAVE TO MY PROJECTS

OPEN MY PROJECTS

Slika 1: Orodje za določitev krogelnih vreten (Vir: www.thomsonlinear.com)

Postopek določitve velikosti in izbire pravih komponent linearnega gibanja, kot so krogelna vretena, je dolg in zahteven. Pogosto je treba celotni postopek večkrat ponavljati. Kaj pa, če bi lahko uporabili preprosto spletno orodje, pri katerem se boste počutili, kot da vam pri izbiri pomaga strokovnjak s področja linearnega gibanja? Z novim spletnim orodjem proizvajalca THOMSON LINEAR smo združili 75-letne izkušnje s področja krogelnih vreten, ki bo oblikovalcem pomagalo najhitreje, najbolj intuitivno in učinkovito najti optimalno rešitev.

Lastnosti in prednosti orodja za določitev ustreznega krogelnega vretena:

- ▶ Skrajšanje časa določitve ustrezne rešitve iz ur in dni v minute.
- ▶ Enostavno filtriranje med krogelnimi vreteni za

določitev ustrezne rešitve.

- ▶ Izkoriščanje prednosti natančne določitve gibanja, obremenitev in zunanjih aksialnih sil.
- ▶ Enostavno dodajanje končnih podpor krogelnim vretenom.
- ▶ Dostop do 3D modelov popularnih formatov za enostavno modeliranje.

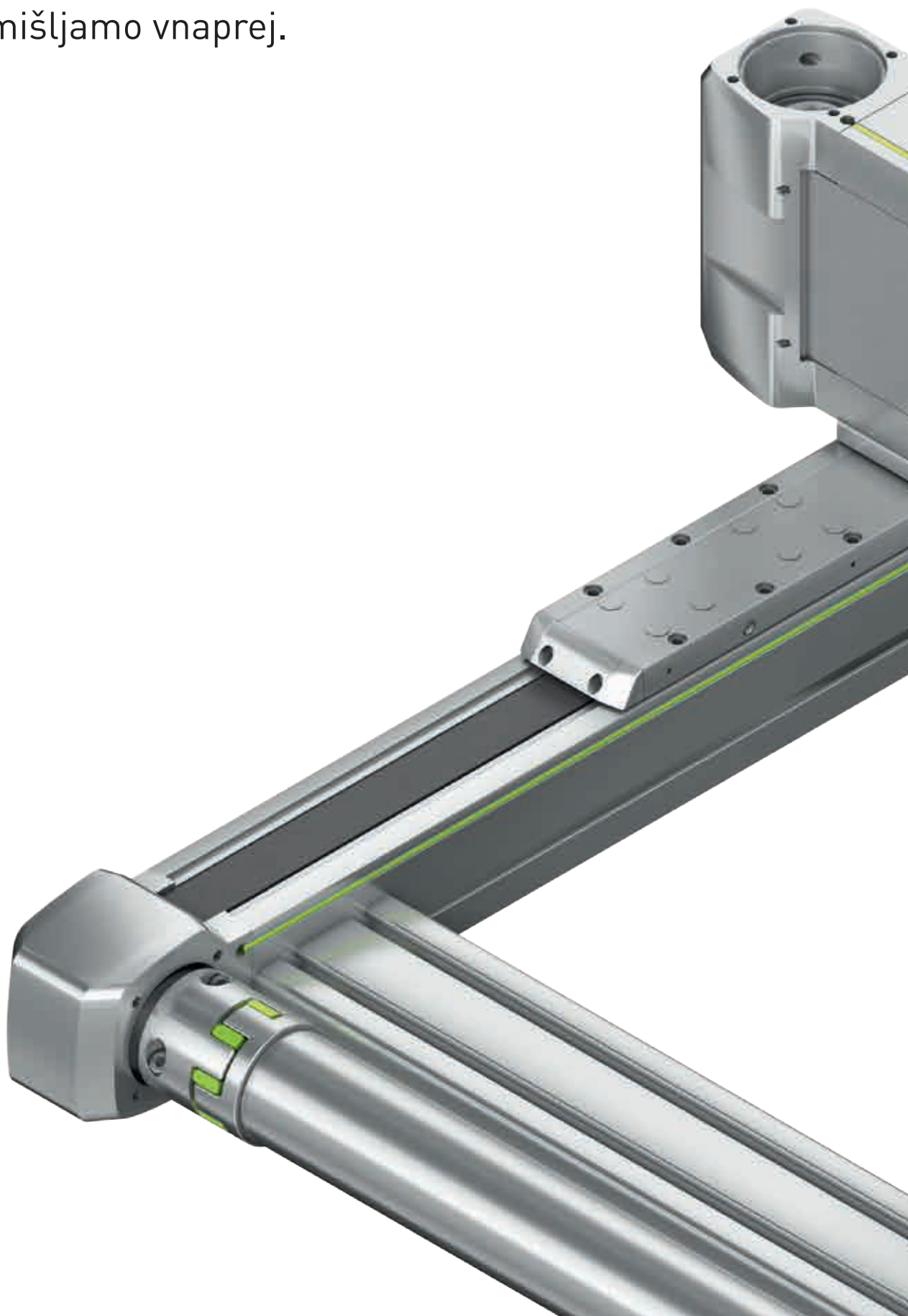
Več informacij o orodjih za določitev ustreznih komponent proizvajalca THOMSON LINEAR dobite pri podjetju INOTEH.

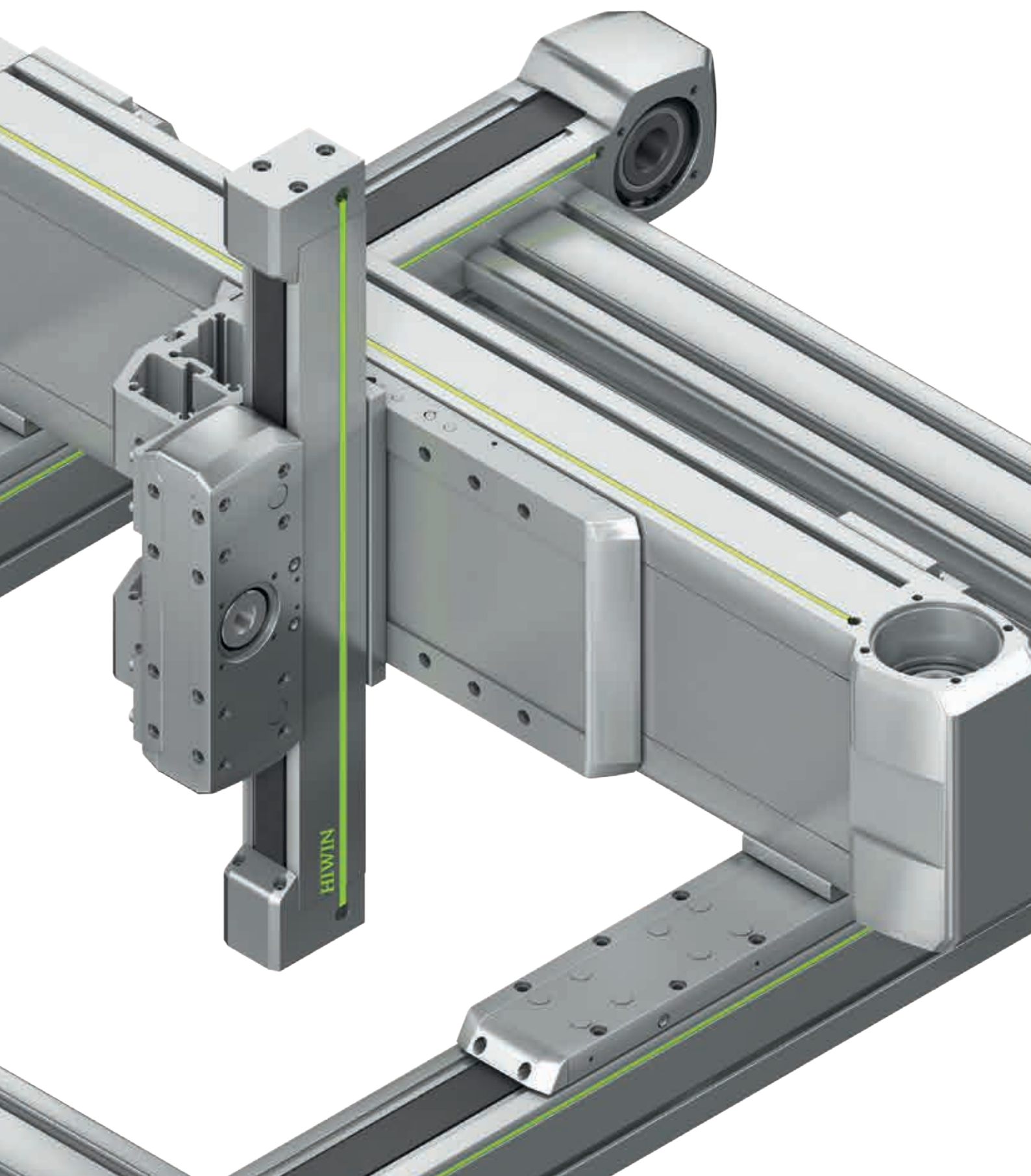
Vir:

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

Gibanje je naša strast.

Os - Razmišljamo vnaprej.





INDUSTRIJA 5.0 BO VELIKO VEČ KOT LE POSPEŠEVANJE INDUSTRIALIZACIJE

Izraz Industrija 5.0 postaja vedno bolj domač in se nanaša v prvi vrsti predvsem na ljudi, ki delajo skupaj z roboti in pametnimi stroji. Gre za robote, ki pomagajo ljudem pri boljšem in hitrejšem delu z uporabo naprednih tehnologij, kot sta internet stvari (IoT) in veliki podatki (big data) in njihova analiza, ter umetna inteligenca (AI).



Javna predstavitev koncepta industrije 5.0 z grafično podobo je na spletni strani: <http://www.janez-skrlec.si>

V proizvodnih okoljih so roboti v preteklosti opravljali nevarna, monotona ali fizično zahtevna dela, na primer varjenje in barvanje v tovarnah avtomobilov ter nalaganje in razkladanje težkih materialov v skladiščih. Ker stroji na delovnem mestu postajajo pametnejši in bolj povezani, je cilj industrije 5.0 združiti te kognitivne zmogljivosti računalništva s človeško inteligenco in iznajdljivostjo pri sodelovalnih operacijah.

V predstavitvi so zajeti vsi zdaj poznani sistemi in procesi, ki se navezujejo na to novo industrijsko paradigmo, in sicer: tehnologije DARQ, sodelovalni roboti (koboti) in inteligentna avtomatika, digitalni dvojčki, umetna inteligenca, personalizirana proizvodnja, horizontalna in

vertikalna sistemska integracija, aditivna proizvodnja 3D in 4D, kibernetika varnost, industrijski internet stvari (IIoT), velike baze podatkov in njihova analiza, razširjena resničnost, avtonomni roboti in droni, oblačne tehnologije in shranjevanje podatkov ter BAS (Bionic Assembly System). Industrija 5.0 bo prinesla tudi povsem nove poslovne modele, ki temeljijo na krožnem gospodarstvu, ter nove tehnologije, ki prinašajo velik delež inovacij. V industrijo 5.0 bo postopoma vključen tudi koncept BAS, ki temelji na samoorganizaciji, na pojavih, ki se uporabljajo v naravi in so način za organizacijsko obliko na področju tehnike in industrije. BAS združuje dve osnovni krmilni strukturi in načeli: centraliziran nadzorni sistem, ki temelji na

hierarhiji, in samoorganizirajoči nadzorni sistem, ki temelji na heterarhiji. Koncept Industrije 5.0 je bil letos prvič objavljen tudi v okviru dokumenta Evropske komisije (EK). Prav tako je Generalni direktorat za raziskave in inovacije pri Evropski komisiji objavil dokument, »Industrija 5.0«, ki se nanaša na skladnost vizije prihodnosti evropske komisije. V poročilu postavlja industrijskega delavca v središče proizvodnega procesa in poudarja potrebo po korenitih spremembah za večjo konkurenčnost in doseganje širših družbenih ciljev: ekologija (zmanjšanje odpadkov), varnost, zmanjšanje energetske potrošnje v proizvodnih in storitvenih dejavnostih in drugo.

Janez Škrlec, inž. meh.
Uredništvo revije Ventil

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.

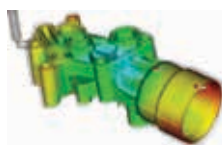
Priznanje TARAS za
najuspešnejše sodelovanje
znanstvenoraziskovalnega okolja
in gospodarstva na področju
inoviranja, razvoja in tehnologij.

Portorož, 6. in 7. junij 2022

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

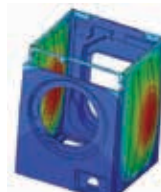
ZNIŽAJTE STROŠKE PROIZVODNJE IN ZMANJŠAJTE TVEGANJA PRI RAZVOJU IZDELKOV



Odprava deformacij
brizganega izdelka



Izsek iz merilnega
protokola vzorca



Analiza vibracij
ohišja pralnega stroja

- Razvoj izdelkov na ključ
- Napredni MKE-trdnostni preračuni
- Optimizacija proizvodnih procesov
- 3D-skeniranje in meritve
- Brizganje prototipov in malih serij
- Strokovno usposabljanje
- Raziskave in razvoj

TECOS
RAZVOJNI CENTER ORODJARSTVA SLOVENIJE

ZANESLJIV PARTNER PRI RAZVOJU IZDELKOV, ORODIJ IN TEHNOLOGIJ

Kidričeva ulica 25, SI-3000 Celje, T: 03 490 09 20, 041 646 386, spela.bordon@tecoss.si, www.tecoss.si

DR. ALEŠ HANČIČ – DIREKTOR TECOS-A (RAZVOJNI CENTER ORODJARSTVA SLOVENIJE)

Janez Tušek

Spoštovani dr. Aleš Hančič, prosim vas, da za bralce revije VENTIL odgovorite na nekaj vprašanj, da bolje spoznamo vaše podjetje, dejavnost, poslanstvo in pomen vašega podjetja v slovenskem in globalnem prostoru.

Ventil: Prosim, da na kratko predstavite vaše podjetje, njegovo zgodovino, dejavnost, število zaposlenih, vaše trge, kupce in podobno.

Dr. Aleš Hančič: TECOS Razvojni center Orodjarstva Slovenije je bil ustanovljen na pobudo slovenskih orodjarjev leta 1994. S svojo bogato in dolgoletno tradicijo na področju razvoja novih izdelkov, orodij in tehnologij je zdaj razvojni partner številnim proizvodnim podjetjem kovinskopredelovalne in druge industrije v Sloveniji, Evropi in v širšem mednarodnem prostoru. TECOS je vpet v vse veje proizvodne industrije, specializiran na področju oblikovanja, optimizacije in razvoja delov, procesov, materialov in celotnega proizvodnega sistema ter njenih posameznih sklopov. Podjetjem iz različnih sektorskih panog nudi integrirane rešitve – projekte na ključ pri razvoju izdelkov, kar zajema oblikovanje izdelka na podlagi ideje, napredne računalniško podprte analize, izdelavo prototipov in namestitev proizvodnih procesov za serijsko proizvodnjo na kraju samem. TECOS ima poleg zelo dobrih referenc na področju predelave polimernih materialov (termo- ali duroplastičnih sistemov), kompozitov, kovinskih materialov, avtomatizacije industrijskih obratov, razvoja okolju prijaznih produktov in uporabe sodobnih tehnologij CAE tudi lasten laboratorij, kjer razvija, testira in vpeljuje nove tehnologije predelave in izdelave polimernih, (nano)kompozitnih, hibridnih in kovinskih materialov ter drugih sistemskih rešitev, ki vključujejo energijsko in stroškovno optimizirane proizvodne sisteme. TECOS je edini kompetenčni center v Sloveniji, ki ima na voljo širok nabor potrebnih bazičnih ter aplikativnih znanj za prevzem razvoja celostnih izdelkov ter naprednih in sodobnih prototipnih tehnologij na področju predelave kovinskih, polimernih in kompozitnih materialov.

TECOS ustvarja mednarodne in nacionalne mreže preko številčnih razvojno-raziskovalnih projektov, pridobljenih preko mednarodnih in nacionalnih finančnih shem, poleg prednostnega področja ra-



Dr. Aleš Hančič

zvojno-raziskovalnih dejavnosti pa vodi tudi krovno interesno združenje slovenskih orodjarjev, ki trenutno združuje 87 članov, tako iz raziskovalnega kot podjetniškega sektorja za orodjarstvo in predelovalne tehnologije.

Trenutno ima TECOS 22 zaposlenih, njegov primarni trg ostaja Slovenija, okoli 20 % svoje dejavnosti opravimo na evropskem trgu, ta delež pa se iz leta v leto povečuje.

Ventil: Dejavnost vašega podjetja je povezana z orodjarstvom, vsaj tak je bil namen ob ustanovitvi podjetja. Prosim, pojasnite, katera področja so poleg orodjarstva za vas še pomembna? Katere so vaše glavne dejavnosti na trgu?

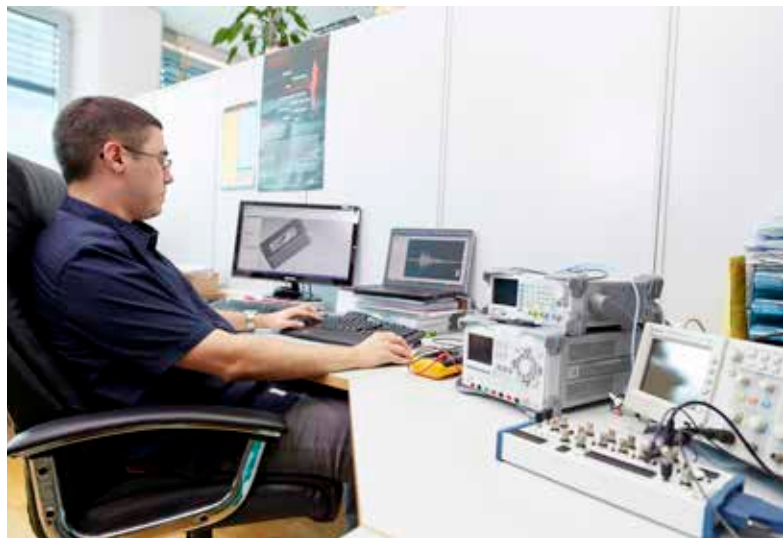
Dr. Aleš Hančič: TECOS je eden največjih ponudnikov inženirskih storitev v regiji, saj manjšim in večjim podjetjem omogoča hitre, kakovostne in dostopne storitve razvoja izdelkov, optimiranja procesov brizganja plastike, MKE-trdnostne preračune, storitve 3D-skeniranja, prototipiranja in brizganja malih serij, 3D-tisk kovin, prenos tehnologij in tudi razvoj izdelkov na ključ. Poleg inženirskih storitev TECOS podpira podjetja pri vzpostavljanju koncepta Industrije 4.0 v proizvodnji in nenehno krepi raziskovalno dejavnost na področjih procesnih tehnologij, razvoja materialov, mehatronike, naprednih numeričnih analiz ter analiz vplivov na okolje.

Ventil: Kako se soočate s konkurenco (legalno in nelegalno)?

Dr. Aleš Hančič: Zdrava konkurenca je vedno dobrodošla, saj nas vedno žene k boljšim rezultatom ter doseganju večje kakovosti naših izdelkov. S konkurenco se soočamo tako, da z odličnostjo, odzivnostjo in fleksibilnostjo skupaj s podjetji gradimo dolgoročna strateška partnerstva, ki temeljijo na kakovosti in zanesljivosti naših izdelkov. Smo razvojno-raziskovalni center, v katerem skupaj z našimi strankami soustvarjamo trende v razvoju in industrializaciji izdelkov ter dvigovanju učinkovitosti proizvodnje. Tako tvorimo ekipo vrhunskih strokovnjakov, ki razvojno naravnanim podjetjem v evropskih državah zagotavljamo hitro in kakovostno podporo pri razvoju izdelkov, orodij in procesov.

Ventil: Če se prav spominjam izjave profesorja Kuzmana, je pred več kot desetletjem dejal, da je Slovenija orodjarna Evrope. Ali to še drži?

Dr. Aleš Hančič: Vsekakor. Orodjarstvo na slovenskem predstavlja eno glavnih strateških gospodarskih panog. Slovenski orodjarji so že dolga leta pomembni dobavitelji zahtevnih orodij velikim mednarodnim podjetjem. Premoremo vrhunsko znanje, ki skupaj z dejstvom, da je orodjarstvo začetna točka skoraj vse proizvodnje, pomeni odlično izhodišče za doseganje višje stopnje rasti ter povečane dodane vrednosti vseh podjetij v proizvodni verigi. Orodjarstvo na slovenskem ima zelo dolgo tradicijo, saj njegovi začetki segajo še v dobo avstro-ogrske monarhije, zdaj pa s svojo odlično opremljenostjo, vrhunskim tehničnim znanjem ter izjemno prilagodljivostjo predstavlja eno glavnih gospodarskih panog v Sloveniji. Orodjarska panoga ima v BDP-ju sicer delež, ki je manjši od 1 %, vendar je od kakovostne orodjarske podpore odvisne kar 42 % celotne predelovalne industrije, ocenjuje pa se, da je multiplikativni učinek orodjarstva vsaj 100-kratnik vložka v razvoj orodij. V Sloveniji delu-



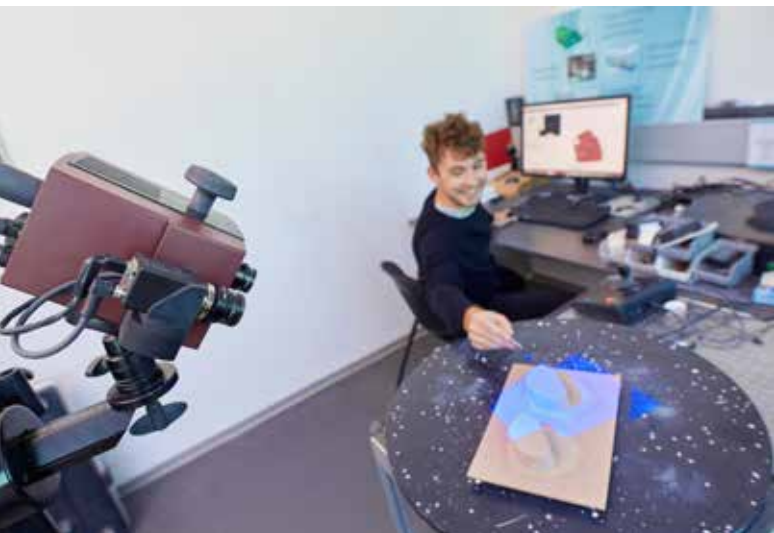
Digitalizacija proizvodnje skupaj s simulacijami je ena od naših ključnih kompetenc za posodobitev proizvodnje podjetij

je 170 orodjarskih podjetij, v njih je zaposlenih od 3500 do 4000 orodjarjev, ki letno ustvarijo okrog 370 milijonov prometa v Evropi. Slovenski orodjarji imajo tudi nekaj bistvenih prednosti pred orodjarji iz ostalih držav, kot so pozicioniranost v bližini večine njihovih najpomembnejših kupcev, dobra tehnična kultura in tradicija v orodjarstvu ter predvsem velika prilagodljivost in odzivnost. Če primerjamo število orodjarjev s številom prebivalcev, je Slovenija v Evropi na prvem mestu ter druga na svetu, takoj za Japonsko. Poleg tega naj bi bilo v Evropi po splošnih podatkih najkakovostnejše orodjarstvo skoncentrirano prav v alpski verigi, ki jo sestavljajo Švica, Nemčija, Avstrija, Furlanija in Slovenija.

Ventil: Živimo v kriznih časih, v epidemiji, v zviševanju cen surovinam in delno, glede na avtomobilsko industrijo, že v recesiji. Kako vaše podjetje preživlja ta čas, kako se otepite pandemije in kaj je vaš nasvet vašim strankam in vašim zaposlenim?

Dr. Aleš Hančič: Za zdaj večjih pretresov še nismo doživeli, saj smo relativno malo vezani na avtomobilsko industrijo. Večino dela opravimo pri razvoju elektronskih naprav, gospodinjskih aparatov in bele tehnike, tako da se je v zadnjem času povpraševanje po naših storitvah še celo povečalo. Je pa res, da se je spremenil način dela, saj zaradi negotovosti podjetja ne morejo več delati dolgoročnih načrtov, kar pomeni, da večino naročil izvedejo tik pred zdajci. To pomeni kratke razvojne roke, namesto dolgoročnih naročil pa ta prihajajo posamično iz meseca v mesec, kar povečuje negotovost. Vsekakor pričakujem, da se bo stanje v enem letu zagotovo izboljšalo ter nam omogočilo dolgoročnejše načrtovanje razvoja.

Ventil: Vse razvite države v svetu, evropska skupnost in tudi Slovenija, namenjajo kar nekaj denarja



Natančne 3D meritve in digitalizacija 3D objektov in izdelkov skupaj s 3D tiskom predstavljajo osnovo za hitro prototipiranje in hitro izdelavo orodij

za raziskave in razvoj oziroma za sofinanciranje raziskovalnih projektov. Ali se vaše podjetje prijavlja na javne razpise za raziskovalne projekte, kako je na tem področju uspešno in kaj vi menite o takšnem načinu sofinanciranja raziskovalno-razvojnega dela?

Dr. Aleš Hančič: Tako je, vse razvite države namenja-jo raziskavam in razvoju velik delež svojih sredstev in tu je Slovenija na repu evropskih držav. Raziskave UMAR-ja kažejo, da ima Slovenija velik zaostanek na področju digitalizacije proizvodnje, ob tem pa v to področje vlagamo manj, kot je povprečje EU, kar ta razkorak še povečuje. TECOS se kot razvojni center izjemno trudi prenesti svoje znanje do podjetij, zato redno sodelujemo na vseh evropskih in nacionalnih razpisih na področju razvoja proizvodnje ter zelenih tehnologij. Pri tem smo zelo uspešni, saj trenutno s podjetji sodelujemo v več kot dvajset razvojno-raziskovalnih projektih, v četrtini teh smo tudi koordinatori. Ker zelo dobro razumemo težave podjetij, je večina projektov usmerjenih v aplikativno uporabo rezultatov s kar najhitrejšim možnim prihodom na trg. V večini primerov prevzamemo nase tudi administrativno-finančno vodenje projektov, saj ta podjetjem zaradi neizkušenosti ter labirinta predpisov predstavlja zelo trd oreh.

Ventil: *V Sloveniji je poznano, da je sodelovanje med univerzitetno sfero in industrijo zelo skromno. Kakšno je vaše sodelovanje z univerzitetnimi in raziskovalnimi institucijami?*

Dr. Aleš Hančič: Sam ne bi rekel, da je sodelovanje zelo skromno, vsaj ne na našem področju, je pa res, da proizvodna podjetja nujno potrebujejo stroškovno učinkovite, a ob tem zanesljive in preizkušene tehnologije. To pomeni, da ne morejo takoj uvajati najnovejših znanstvenih dosežkov, saj so ti za redno

veliko serijsko in s tem večmilijonsko proizvodnjo še premalo zanesljivi. Ker država in EU v raziskovalnih projektih večinoma financirata raziskave in razvoj le prebojnih »cutting-edge« tehnologij, prihaja do razkoraka med tem, kar podjetja želijo ter koliko denarja lahko univerze in inštituti dobijo od države in EU. S tem se, na žalost, zmanjšuje stopnja sodelovanja med vrhunskimi raziskovalnimi institucijami in podjetji. Neposrednega financiranja raziskav pa si, predvsem mala in srednja podjetja, ne morejo privoščiti.

Ventil: *V razvitem svetu so znani primeri, da uspešna podjetja del raziskav prenesejo na univerzo, kamor podjetje, za določen čas, vključi enega ali celo več svojih raziskovalcev, ki skupaj z raziskovalci iz univerze ali fakultete raziskujejo probleme za podjetje. Ali bi, po vašem mnenju, takšna oblika sodelovanja pri nas lahko zaživela?*

Dr. Aleš Hančič: Ta oblika sodelovanja je vsekakor izjemno dobrodošla, vendar si jo na žalost lahko privoščijo le velika podjetja, medtem ko je strošek za mala in srednja podjetja prevelik. Zato na tem mestu velja ponoviti poziv državi, naj spet uvede zelo uspešne programe mladih raziskovalcev iz industrije, ki zagotovo bistveno poglobijo sodelovanje med univerzami in podjetji, znanje, ki ga raziskovalci pridobijo na univerzi, pa potem hitro prenesejo v podjetja.

Ventil: *Koliko inženirjev s tehničnega področja je zaposlenih v vašem podjetju in koliko ste jih zaposlili v zadnjem letu. Kakšen profil inženirja potrebujete v vašem podjetju, kakšnega si želite in kakšne pravzaprav dobite na trgu.*

Dr. Aleš Hančič: Skoraj vsi naši zaposleni, razen v oddelku za administrativno vodenje projektov, so inženirji s tehničnega področja. Večina nas je s področja strojništva, zaposlene pa imamo tudi elektroinženirje, magistre lesarstva za področje biopolimernih kompozitov ter celo politologinjo za meddržavne prenose tehnologij in znanj ter ustvarjanje evropskih in nacionalnih instrumentov in politik. Vsako leto do dve leti zaposlimo enega inženirja do dva nova inženirja.

Pri nas potrebujemo predvsem visoko motivirane inženirje, sposobne ustvarjanja inovacij ter samostojnega delovanja. Ne glede na splošno mnenje moram reči, da smo zelo zadovoljni z novimi, mladimi kadri, ki se hitro vključijo v naše delovanje ter kmalu začnejo samostojno prevzemati projekte. Je pa res, da vsaka nova generacija prinese novo razmišljanje, od katere se moramo tudi mi kaj naučiti.

Ventil: *Samo slovenski trg je za vsako uspešno podjetje premajhen. Kje so vaši trgi in kupci? Ali osvaja-te trge tudi v tujini?*



Lastna proizvodnja nam omogoča, da pri nas razvite izdelke kar najhitreje izdelamo in pripravimo na prodajo

Dr. Aleš Hančič: Trenutno izvozimo približno 15 % naših storitev, ta delež pa želimo v prihodnje še povečati. Naši kupci so predvsem v zahodni Evropi, predvsem v Nemčiji in državah Beneluksa. Za povečanje prometa se redno udeležujemo tujih sejmov in gospodarskih srečanj, prav tako izdajamo mesečni novičnik v nemščini in angleščini.

Ventil: V današnjem času brez inovacij, patentov in izboljšav dolgoročno ne more preživeti skoraj nobeno podjetje, ki izdeluje za trg končne uporabne izdelke. Kako vi vodite to področje, kako motivirate zaposlene in koliko inovacij se v vašem podjetju poraja?

Dr. Aleš Hančič: Vsekakor je v našem podjetju razvoj stalnica, zato zelo spodbujamo vse inovacije, ki bi nam olajšale delo. Poleg pravilnika o inovacijah in stimulacijah se za vsako inovacijo tudi individualno pogovorimo ter jo skupaj ovrednotimo, tako da s tem kar najbolj stimuliramo zaposlene k neprestanim izboljšavam in vedno novim inovacijam.

Ventil: Vaše podjetje se verjetno ukvarja večinoma z zahtevnimi storitvami. To pomeni, da rešujete težave v podjetjih, ki jih sami ne zmorejo. To tudi pomeni, da ste izjemno odvisni od trenutnih razmer na trgu. Kako rešujete povečana naročila oziroma kako rešujete položaj, ko ni naročil?

Dr. Aleš Hančič: Tako je, na nas se večinoma obračajo podjetja s težavo, ki je sami ne morejo rešiti. Pogosto pride do tega, ko že »gori voda«, tako da je hiter odziv zelo pomemben, da lahko podjetje nemoteno nadaljuje svojo proizvodnjo. Nas pa veseli, da pogosto sodelovanje iz takšne enkratne »gasilske« akcije preraste v dolgotrajno sodelova-



Razvoj novih biopolimernih in bio-razgradljivih materialov in s tem skrb za naravo je eno od ključnih področij TECOS-a

nje, saj veliko podjetij spozna, da je veliko bolje in ceneje, če nas vključi že v začetnih fazah razvoja, kjer lahko odpravimo morebitne napake in nepravilnosti, že preden gre izdelek v proizvodnjo. S tem bistveno zmanjšamo stroške morebitnih popravkov ter čas, da pride izdelek na trg.

Ko se število naročil nendoma zelo poveča, ob tem pa vemo, da gre za enkratno povečanje, tudi mi zaposlimo podizvajalce, da lahko našim strankam zagotovimo nemotene dobave. Dolgoročno raje zaposlujemo nov kader, saj največjo dodano vrednost ustvarjajo prav izkušeni zaposleni, ki s svojimi izkušnjami ustvarjajo optimalne izdelke za naše stranke.

V času pomanjkanja naročil je naša prvenstvena skrb ohranjanje vsega izkušenega kadra, saj stroje lahko nadomestiš, izkušenj, ki jih zaposleni pridobijo v letih razvoja, pa ne. Tako dolgoročne izpade poskušamo reševati s preusmeritvijo na druga področja razvoja, za zagotovitev likvidnosti pa si pomagamo z manjšimi premostitvenimi krediti. Je pa izjemno pomembno, da v času debelih krav skrbimo za nove kupce in vzpostavljamo zdravih odnosov. Ti so v kriznih časih zelo pomembni, saj z zaupanjem, kakovostjo, odzivnostjo tudi v kriznih časih lažje ohranjaš vrednost storitev.

Ventil: Spoštovani dr. Aleš Hančič, najlepša hvala za vaše odgovore in hvala za vaš čas. V imenu uredništva revije Ventil, vam in vašim sodelavcem želim še veliko poslovnih uspehov in še naprej dobrega vodenja organizacije.

Prof. dr. Janez Tušek
Uredništvo revije Ventil, UL FS

VODNO-HIDRAVLIČNI TRAJNOSTNI PREIZKUS OLJNO-HIDRAVLIČNEGA PROPORCIONALNEGA POTNEGA VENTILA

Primož Cizl, Franc Majdič

Izveček:

Hidravlične kapljevine fosilnega izvora kljub svojim dobrim protikorozijskim in protiobrabnim lastnostim predstavljajo preveliko okoljsko breme. Manjšega ali celo večjega izliva mineralnih hidravličnih olj v okolje ni mogoče zanesljivo preprečiti, še posebno ne pri mobilnih strojih. Zato je voda verjetno hidravlična kapljevina prihodnosti, dandanes pa je še zelo malo uporabljana v te namene. Za izdelavo sestavin pogonsko-krmilne hidravlike, ki uporablja vodo kot medij, so potrebni drugačni, predvsem precej dražji materiali ter drugačni in zahtevnejši izdelavni postopki. Velik problem je korozija. So pa nekateri parametri delovanja vodne hidravlike ugodnejši od parametrov oljne hidravlike, predvsem po zaslugi manjše stisljivosti vode.

Ta prispevek podaja postopek in rezultate trajnostnega testiranja proporcionalnega potnega ventila (PPV) 4/3, razvitega za oljno hidravliko, a preizkušane s pitno vodo kot hidravlično kapljevino. Posebnost tega trajnostnega testa je v tem, da je ventil izdelan s tehnologijo tridimenzionalnega tiska kovin.

Med postopkom raziskave smo sledili številnim parametrom delovanja in lastnostim preizkušane PPV-ja. Predvsem smo merili notranje puščanje ventila glede na število njegovih opravljenih prekrmljenj. Ocenjevanje rezultatov meritev je težavno zaradi številnih vplivov. Po končanem trajnostnem testiranju je končna obraba razvidna in očitna predvsem na krmilnem batu ventila, prav tako tudi korozijska erozija.

Ključne besede:

vodna hidravlika, trajnostni preizkus, notranje puščanje, proporcionalni ventil, korozija, obraba

1 Uvod

Področja uporabe pogonsko-krmilne hidravlike (PKH) so raznolika in zahteve vse večje. S tem se povečuje tudi obremenitev okolja s škodljivimi snovmi. Mednje sodijo predvsem hidravlična olja, ki so bila zadnja desetletja in predvsem do devetdesetih let prejšnjega stoletja brez konkurence zaradi svojih odličnih korozijsko in obrabno-odpornih lastnosti. Z vse večjo industrializacijo sveta je varstvo okolja postalo ena glavnih tem prihodnosti industrijskega razvoja. Ker je večina hidravličnih kapljev in še vedno fosilnega izvora, je torej „nezdrava“ obremenitev okolja velika, saj so hidravlična olja na podlagi nafte težko razgradljiva in toksična. Ena od rešitev problema je uporaba vode, več tisočletij stare kapljevine, ki je prosto dostopna in nima škodljivih posledic na okolje. Temu navkljub pa motivacije za njeno uporabo ni. Razvojne smernice narekujejo vodilna podjetja na področju PKH. Ta (še vedno) niso dovolj okoljsko

osveščena in se jim ne zdi vredno vlagati sredstev v razvoj posebne opreme, ki jo vodna hidravlika zahteva. Nekoč v prihodnosti bo prehod z mineralnega hidravličnega olja na vodo verjetno nujen.

Druga tehnologija, ki pridobiva večjo pozornost, je aditivna tehnologija izdelave. V zadnjih letih je vedno več pozornosti in raziskav usmerjenih v to tehnologijo mnogih prednosti, tudi okoljskih, glede učinkovitosti uporabe materiala, lažjega izdelka in prilagodljivosti zahtevam.

Cilj raziskave je proučevati spremembe notranjega puščanja in obnašanja 4/3 potnega ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 proizvajalca AIDRO med trajnostnim preizkušanjem do treh milijonov ciklov pri tlaku vode 300 bar. Ventil je izdelan z aditivno tehnologijo ter namenjen za delovanje z mineralnim hidravličnim oljem.

2 Ozadje raziskave

Krmilni ventili so z vidika delovanja razdeljeni na dve glavni skupini: na konvencionalne in zvezno de-

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

lujoče. Vsaka skupina se glede na funkcijo dodatno deli na: potne, protipovratne (ne obstajajo kot zvezno delujoči), tlačne in tokovne ventile [1].

Proporcionalni potni ventili

Proporcionalni potni ventili (PPV) so zvezno delujoči. Tako kot vsi potni ventili (PV) (tudi konvencionalni) v svoji oznaki (X/Y) nosijo informacijo o številu priključkov (X) in številu položajev (Y). Standardizirano je tudi označevanje priključkov na PV. A in B sta priključka delovnih vodov, P predstavlja tlačni vod, T pa povratnega. PPV, na katerem smo izvajali trajnostni test, ima na vsaki strani vzmet in proporcionalni potisni elektromagnet, ki premika krmilni bat. Temu daje magnet zvezno gibanje ter konstantno silo ob gibanju jedra pri konstantnem toku hidravlične kapljevine. Umestitev PPV-jev za krmiljenje izvršilnih komponent (hidravlični valj, hidravlični motor, zasušni valj) lahko precej zmanjša število krmilnih komponent v primerjavi s konvencionalnim krmiljenjem hidravličnega sistema. Tlačne izgube pri pretaknju so sorazmerno majhne. Upori pretakanja v ohišju ventila močno vplivajo na linearnost karakteristike pri večjem volumenskem toku. Zaradi pozitivnega prekritja je pri PPV, ki ga raziskujemo, v ničelni legi manjša „mrtva cona“. To je nezaželeno zaradi slabše odzivnosti in nihanja okoli stabilne lege. Tipična zračnost med krmilnim batom in ohišjem je od 2 μm do 5 μm , zato je priporočena nazivna prepustnost filtra med 3 μm in 6 μm [2].

Hidravlične kapljevine

Zaradi okoljskih problemov glede uporabe toksičnih in težko razgradljivih mineralnih olj v različnih industrijskih panogah so se začeli zanimati za okolju prijaznejše kapljevine. Olja rastlinskega izvora se tej problematiki skoraj izognejo, a imajo tudi svoje slabosti, kot so slaba oksidacijska odpornost, težnje k nalaganju sledi (ang. *deposit forming tendency*), strjevanje pri nižjih temperaturah in slaba hidrolitična odpornost. Raziskave tečejo v smeri izboljšanja toplotne in nizkotemperaturne stabilnosti olj rastlinskega izvora z dodajanjem kemičnih modifikatorjev in mešanjem z drugimi tekočinami z želenimi lastnostmi [3]. Oljem rastlinskega izvora je nujno dodati aditive, ti pa so že okolju škodljivi.

Na račun čistoče in dostopnosti vode se izgubijo dobre mazalne lastnosti, kar privede do povečane obrabe, velikega notranjega puščanja in korozije hidravličnih sestavin. Posledično uporaba pitne vode brez dodatkov zaradi neugodnih lastnosti zmanjšuje učinkovitost hidravličnega sistema. Voda v odvisnosti od svojega vira vsebuje tudi trdne delce različnih velikosti, topne primesi, različne bakterije, vodikove ione in določeno stopnjo klora, kalcija ter magnezija, kar predstavlja dodatno krajšanje uporabne dobe obremenjenih komponent. Težave nalaganja apnenca so znane že v mnogo manj občutljivih cevovodih, zato v finih hidravličnih okoljih

predstavljajo mnogo večji problem. Delci in topne primesi postopoma erodirajo material, ob katerem drsijo, težko dostopne površine sistema pa postanejo gojišče vnesenih bakterij. Dodatna slabost je ledišče pod 0 °C, kar zahteva dodatke proti zmrzovanju (ang. *anti-freeze additives*). Vodno hidravlični sistemi so načeloma namenjeni obratovanju v temperaturnem razponu od 3 °C do 50 °C. Kot vse kapljevine, tudi voda zahteva natančno filtriranje (najmanj 10-mikronski absolutni filter) [4].

Kaplja olja onesnaži 150 litrov pitne vode. Čiščenje ene tone z oljem onesnažene zemlje, odvisno od stopnje onesnaženja, stane nad 2000,00 EUR. Cena litra visoko rafiniranega mineralnega olja (ang. *highly refined mineral oil*) je bila v začetku 21. stoletja do 50 000-krat višja od enake količine vode. Kljub temu pa je bila takrat voda v hidravliki najbolj razširjena le kot vodno-oljna emulzija, ne pa kot čista voda. Industrijska emulzija, uporabljena kot hidravlična kapljevina, je vsebovala navadno med 3 % in 5 % mineralnega olja. Nezanemarljiva razlika med mineralnim oljem in vodo je tudi vnetljivost. Emulzije so manj nevarne, a kljub temu okoljsko sporne. Voda zagotavlja večjo togost sistema zaradi svoje skoraj zanemarljive stisljivosti, kar poveča odzivnost in učinkovitost hidravličnega sistema in s tem stroja / postrojenja, za katerega opravlja delovne gibe. Manjša viskoznost vode v primerjavi z oljem pa pomeni manjši padec tlaka linijskih in lokalnih izgub. V splošnem ni kapljevine, ki bi imela toliko prednosti, kot jih ima voda in bila cenovno konkurenčna v fazi nakupa, skladiščenja in odstranjevanja [4].

Trajnostno testiranje proporcionalnih potnih ventilov

Rezultati trajnostnega testa se razlikujejo glede na režim filtriranja uporabljene vode v tokokrogu preizkušane sistema s preizkušano komponento. Pri manj finem filtriranju s 5 μm je bilo zaznано puščanje v mejah dopustnega. Pri finejšem filtriranju z 1 μm pa je sprememba puščanja še manjša. Potrjena je velika pomembnost finega filtriranja, saj v nasprotnem primeru izpostavljene sestavne dele prizadene večja obraba. Glavni razlog za nezaželenost tudi manjših trdnih delcev je približno do 30-krat manjša kinematična viskoznost vode v primerjavi s hidravličnim mineralnim oljem. Vodno-hidravlični ventili zato zahtevajo manjše zračnosti med batom in izvrtino v ohišju, da zagotavljajo ustrezno majhno notranje puščanje, ki ga oljni ventili dosežejo že z večjo zračnostjo. Kljub vsemu pa je bila tudi po 10 milijonih ciklov neustrezna filtracija glavni vzrok za, sicer podkritično, abrazijo izpostavljenih drsnih površin, torej površin elementov z relativno hitrostjo. Tolikšno število ciklov pa presega pričakovano uporabno dobo standardnih ventilov v tipičnih industrijskih aplikacijah [5].

Pri trajnostnem testu, izvedenem na 3D-tiskanem 4/3 proporcionalnem potnem ventilu (PPV) proizva-

jalca AIDRO, s hidravličnim oljem je bilo opravljenih 1 900 000 ciklov. V obdobju teh ciklov ventil ni utrpel opaznejših obrabnih poškodb. Puščanje po testiranju je bilo le zanemarljivo večje od začetnega, z izjemo puščanja na enem od priključnih vodov, kar pa je domnevno posledica izsredne lege krmilnega bata v izvrtini. Razlike so lahko do 1 : 2,5 [7].

Rezultatov trajnostnega testa tega PPV, izvedenega z mineralnim hidravličnim oljem, tu ne podajamo, ker ni predmet tega priapevka. Prikazujemo pa v prispevku, kakšno je bilo izhodiščno stanje PPV-ja za izvajanje trajnostnega testa z vodo kot hidravlično kapljevino.

Notranje puščanje

Notranje puščanje kapljevine v hidravličnih komponentah je odvisno od več dejavnikov. Splošni način za izračun volumenskega toka notranjega puščanja v kolobarjasti reži je zapisan z enačbo (1) [5], detajlno izvajanje enačb pa je podano v [7].

$$Q_{np,najv} = n_{st,izt} \cdot \left[\frac{\pi}{12} \cdot \frac{\Delta p_r \cdot D_{sr} \cdot s^3}{\rho \cdot \nu \cdot L} \cdot f_{izsr} \right] \quad (1)$$

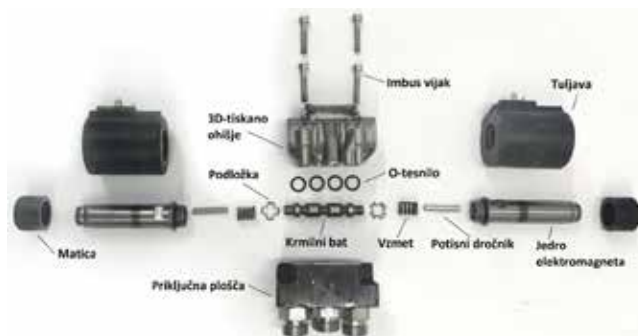
(Največje) notranje puščanje ($Q_{np,najv}$) je odvisno od števila iztekajočih presekov ($n_{st,izt}$). Pri 4/3 potnem ventilu s prostimi (sproščenimi) vsemi tremi priključki vodov (A, B in T) v ničelnem položaju in vodom P pod tlakom sta iztekajoča dva kolobarjasta preseka, skozi katera nastopi pretakanje in padec tlaka (Δp_r). Srednji premer reže je D_{sr} , to je aritmetična sredina med premerom krmilnega bata in premerom izvrtine. Povprečna višina reže je s , specifična gostota hidravlične kapljevine je ρ in njena kinematična viskoznosti ν . Dolžina enega prekritja krmilnega bata v ohišju je L . Pri preiskovanem PPV sta prekritji dve. Za dano geometrijo potnega ventila nastopi najmanjše notranje puščanje pri idealno centriranem batu glede na izvrtino: $f_{izsr} = 1$, največje pa pri maksimalno izsrednem batu: $f_{izsr} = 2,5$ [5] in [7].

Obravnavani ventil

Z ventilom HD3-AMPS-1PC-R4/10 s tiskanim kovinskim ohišjem je bil že pred tem preizkusom opravljen trajnostni test z oljem. Po tem preizkusu smo ga najprej razstavili in temeljito očistili. Popisali smo stanje komponent ventila (*slika 1*) za kasnejše ovrednotenje relativne obrabe glede na začetno stanje ter število ciklov.

Ohišje je 3D-tiskano iz avstenitne nikelj-kromove superzlitine z imenom blagovne znamke Inconel. Ta je namenjena delovanju v ekstremnih okoljih, predvsem za visokotemperaturne aplikacije.

Ventil je zasnovan na 3D tiskanem ohišju s skoznjo luknjo in na spodnji strani s štirimi vhodi / izhodi, in sicer za tlačni, povratni vod in dva delovna voda.



Slika 1 : Komponente AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 pred začetkom vodnega testiranja

Krmilni bat se previdno vstavi v namensko skoznjo luknjo s finimi tolerancami za minimalno zračnost. Na vsako stran krmilnega bata se položi podložko, nato vzmet. Jedro oziroma ključ sta vstavljena v elektromagnet, ta pa je privit na konec ohišja, da omogoča dotik ključa in krmilnega bata. Tuljava se s pokrovom pritrdi na elektromagnet, O-tesnila pa previdno položi v namensko izdelane utore, da preprečijo iztek kapljevine že pred ohišjem. Tesnila tesnijo stik ob priključni plošči. Sestavljeni ventil se nato previdno pritrdi na priključno ploščo, na katero privijemo cevne priključke za dovod / odvod hidravlične kapljevine. Paziti je treba, da štirje imbusni vijaki za pritrditev ohišja niso prenapeti, saj lahko povzročijo trajne poškodbe in / ali elastično deformacijo ohišja ter posledično nedelovanje celotnega ventila. Ta postopek smo izvedli vsakič, ko sta nas ob nedelovanju ali po daljšem obratovanju zanimala novo stanje komponent in stopnja obrabe krmilnega bata in ohišja. Po oceni stanja smo ventil očistili, posušili in poskrbeli, da je bilo izhodiščno stanje pred novo stopnjo preizkušanja čim bolj podobno izhodiščnemu.

Vodno-hidravlično preizkuševališče

Ker je bila frekvenca prekrmljenja ventila visoka, smo z dodatno, na ohišje privarjeno nosilno površino zagotovili togo vpetje plošče preizkušane ventila. Preizkuševališče smo zaščitili s površinami, neprepustnimi za vodo, ki bi ob zatajitvi katere izmed komponent vodo usmerile v zbiralnik. Med uporabo smo preizkuševališče (*slika 2*) izboljševali z odpravljanjem napak, ki so se pojavile. Na cevi povratnih vodov, vidnih tudi na *sliki 3*, smo namestili 1,2 milimetrski zaslonki, ki sta služili kot tlačna obremenitev sistema. Trajnostni test smo nadzorovali preko vmesnika s programom za vnos parametrov in z njimi povezanim režimom delovanja elektromagnetov ter zagona črpalke.

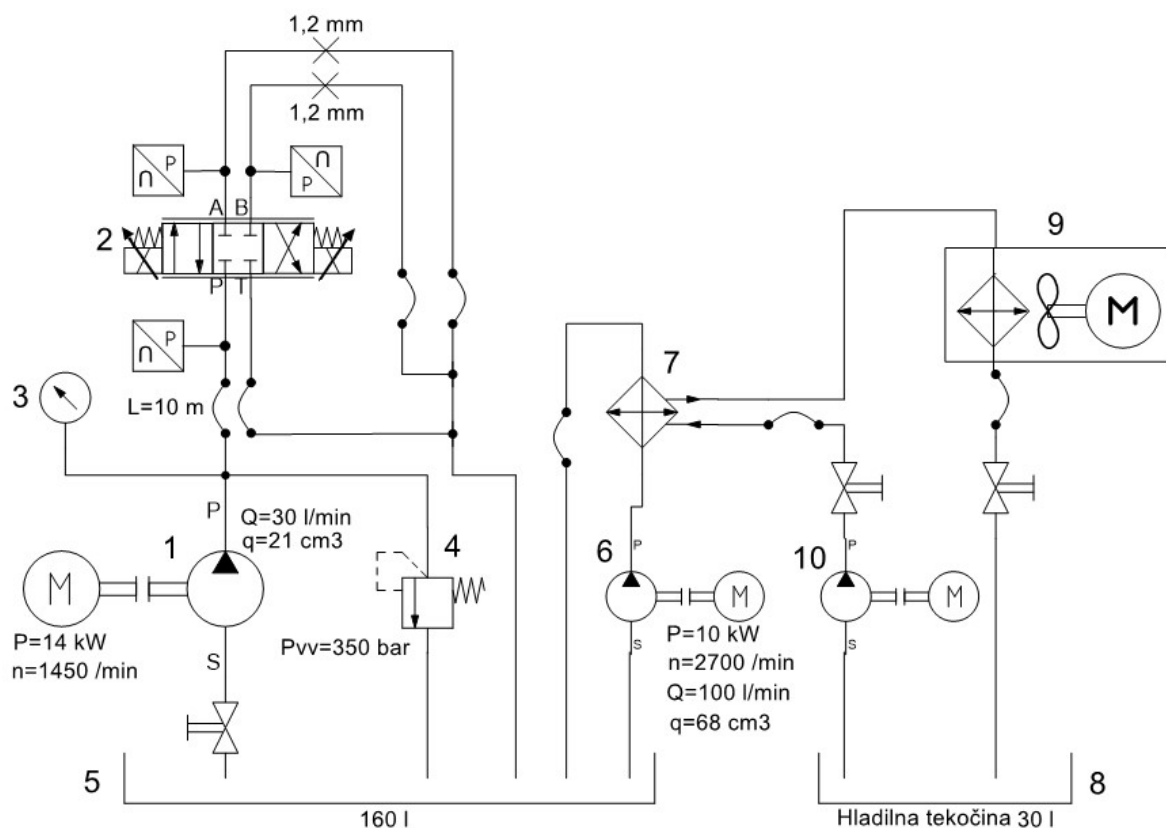
Slika 4 prikazuje shemo preizkuševališča, ki ima tri črpalke, vsako za svoj krogotok. Prva, najmočnejša črpalka (1), ustvarja zelen pretok za izvajanje trajnostnega preizkusa proporcionalnega ventila (2). Na vodu P z manometrom (3) opazujemo tlak



Slika 2 : Vodno preizkuševališče za prvo merjenje notranjega puščanja



Slika 3 : Ventil HD3-AMPS-1PC-R4/10 s priključenimi vodi ter kolenoma za zaslonkama na delovnih vodih A in B



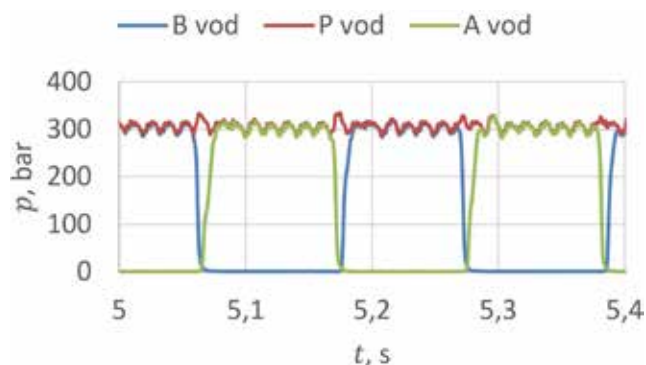
Slika 4 : Shema vodno-hidravličnega preizkuševališča za izvedbo trajnostnega testiranja ventila

obremenitve ventila. Pri preobremenitvi je z voda P preko varnostnega ventila (4) speljan dodaten povratni vod nazaj v glavni rezervoar (5). Iz tega nizkotlačna centrifugalna črpalka (6) z velikim pretokom dovaja toplo vodo v izmenjevalnik toplote (7). Slednji iz manjšega rezervoarja toploto odda hladilni kapljevini tretjega kroga (8). Hladi se v hladilniku z ventilatorjem (9). Hladilno kapljevino prečrpava tretja centrifugalna črpalka (10), ki je enaka primarni hladilni črpalki (6).

4 Eksperimentalna raziskava

Notranje puščanje smo merili v nekajdnevni intervalih. Ob vsakem merjenju, ki je potekalo pri delujočih črpalkah in neaktivnih elektromagnetih, smo tlačno cev pritrdili zaporedno na vod P, A in B in na sosednjih vodih (A in B, T in P, T in P glede na prejšnje zaporedje), ki niso bili povezani s skupnim povratnim vodom, opazovali notranje puščanje v dva ločena merilna valja. Normirano odčitano puščanje vode za posamezni vod glede na pretečeni čas nam je dalo vrednost izteka kapljevine. Vsako meritev smo izvedli tri- do štirikrat zaporedoma in povprečili vrednosti za izločitev naključnih rezultatov in preverjanje ustreznosti odstopajočih meritev. Pri vsaki meritvi smo zagotovili tlak voda P 300 bar in odčitali temperaturo vode v sistemu.

Frekvenca prekrmljenja krmilnega bata med izvedbo trajnostnega testa je bila stalna, in sicer 5 Hz, torej s prekrmljenjem vsakih 0,2 s. *Slika 5* prikazuje tlačne razmere v ohišju ventila ob premikanju bata v obe skrajni legi s frekvenco 5 Hz. Vod P je stalno obremenjen s tlakom, ki niha okoli povprečnega tlaka 300 bar. Glede na skrajno lego bat zapira dotok kapljevine delovnega voda, enkrat A, drugič B. Delovna voda sta v izmeničnih nasprotnih stanjih 0 bar in 300 bar. Med premikanjem bata tlak voda P naraste, saj premikajoči bat predstavlja tlačno-pretočno oviro z izmeničnim pripiranjem izhodnih vodov.



Slika 5 : Izmerjeni tlak med izvajanjem trajnostnega testa v odvisnosti od časa v posameznih vodih B, P in A pri frekvenci 5 Hz

5 Rezultati

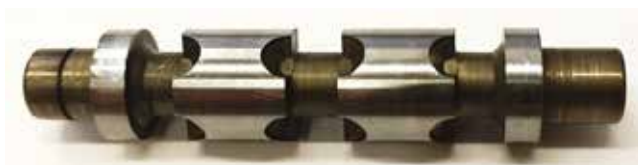
Pomembno je izhodiščno stanje AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10, ki je bil prej že uporabljen za trajnostni test z oljem pri tlaku 350 bar ob povprečni temperaturi olja 70 °C in z opravljenimi 1,9 milijona cikli [6].

5.1 Meritve ovrednotenja začetnega notranjega puščanja

Po opravljenem trajnostnem testu z mineralnim hidravličnim oljem smo za lažje ovrednotenje končnih ter vmesnih rezultatov z očiščenim ventilom opravili meritve notranjega puščanja. Te meritve smo v nadaljevanju opravljali z vodo kot hidravlično kapljevino. Izvajali smo jih pri tlaku 300 bar in povprečni temperaturi vode 38 °C.

Krmilni bat ventila je bil, kljub 1,9 milijonov predhodno izvedenih ciklov v olju, pred začetkom našega preizkušanja z vodo v odličnem stanju glede korozijske obrabe in rjavenja, ki ju s prostim očesom ni bilo opaziti. En cikel PPV-ja obsega naslednje delovne gibe: prekrmljenje iz srednjega (ničelnega) položaja v levi (vzporedni) položaj (gledano po simbolu ventila na sliki 4), nato prekrmljenje preko srednjega položaja v desni (križni) položaj in ponovno prekrmljenje. En tak cikel traja 0,2 s in je razviden iz poteka tlakov na sliki 5. Prikazano je tudi pulziranje tlaka, ki ga povzroča batna črpalka.

Slika 6 prikazuje krmilni bat po čiščenju in pred začetkom preizkušanja. Poleg krmilnega bata je najbolj



Slika 6 : Krmilni bat AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 pred začetkom trajnostnega preizkusa z vodo



Slika 7 : Ohišje s pritrdilnimi vijaki AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 pred začetkom trajnostnega preizkusa z vodo

občutljiva drsna površina notranjosti ohišja v sredinski izvrtini. *Slika 7* prikazuje sprednji pogled pod kotom, ki omogoča oceno površine kolobarjev med komorami ohišja. Podobno kot pri krmilnem batu je tudi notranjost ohišja odlično ohranjena, vidnih znakov rjavenja in drugih mehanizmov obrabe ni.

5.2 Stanje ventila po dneh neuporabe

Za vzpostavitev razmer trajnostnega preizkusa smo potrebovali tudi delujoč vmesnik s programom preklapljanja. Ker je postopek trajal štiri dni, je bila notranjost ventila ves čas omočena z vodo, ki je tam ostala od prvega merjenja notranjega puščanja. Ob preizkušanju vklopa elektromagnetov za premik krmilnega bata se ta ni odzival kljub delujočemu programu. *Slika 8* prikazuje neočiščeno ohišje ventila in njegovo notranjost. Krmilni bat smo s težavo odstranili iz ohišja. Na *sliki 9* je prikazan pred čiščenjem. Vidna je zaradi korozije spremenjena barva ter posledično večja hrapavost površin. Podobno velja za notranjost ohišja. Da se podobne težave ne bi ponovile, smo ventil spihali in očistili ter razstavljene sestavne dele, namenjene stiku s hidravlično kapljevino – vodo, shranili ločeno v zaprtem okolju z manjšo vlažnostjo do naslednje uporabe.



Slika 8 : Detajl notranjosti hišja AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 po štirih dneh neuporabe



Slika 9 : Krmilni bat AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 po štirih dneh neuporabe

5.3 Stanje po 477 000 ciklih

Očiščeni ventil je bil dobro ohranjen, a kljub temu drugače obarvan glede na začetno stanje. S prostim očesom ostalih sprememb nismo opazili. Druge meritve notranjega puščanja vode smo opravili po 477 000 zaporedno opravljenih ciklih. Neprekinjeno delovanje je trajalo 25,5 ur. Meritve pri tlaku 300 bar in temperaturi vode 35 °C so dale nove rezultate. Pri meritvah tlačno obremenjenega voda P smo izločili meritev, ki je drastično odstopala od povprečja ostalih. Pretečeni čas je bil namreč še enkrat večji, vrednost relativnega izteka pa enkrat manjša. Pred nadaljevanjem meritev smo bat nekajkrat prekllopili, kar je vplivalo na enotnejše rezultate.

5.4 Stanje po 1 500 000 ciklih

V tej fazi je preizkuševališče delovalo neprekinjeno dodatnih 80 ur, v katerih naj bi ventil poleg dosedanjih 477 000 naredil dodatnih približno 1 500 000 ciklov. Ker pa je imel curek skozi zaslonko toliko energije, je prebil koleno. Del tako poškodovanega kolena je viden na *sliki 10*. Krmilni bat se je med preizkusom kljub delovanju elektromagnetov v tej fazi ustavil. Prebito koleno z vodo A smo nadome-



Slika 10 : Del kolena z vidno poškodbo, nastalo zaradi vodnega curka



Slika 11 : Spodnji del ohišja brez O-tesnil, krmilni bat, podložki in originalni vzmeti AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 po 1 500 000 ciklih

stili s togo cevjo s postopnim 90-stopinjskim zavojem, da bi se izognili točkovni preobremenitvi cevi zaradi kinetične energije vode in kavitacije. Enako zamenjavo smo preventivno izvedli tudi na mestu drugega kolena. Da bi ugotovili vzrok zaustavitve ventila, smo ga razstavili. Opazili smo, da je bila ena izmed vzmeti med elektromagnetom in podložko trajno poškodovana. Vzmet, ki sicer služi kot protisila elektromagnetni sili ter s tem preprečuje poškodbe konca elektromagneta, je ob porušitvi povzročila neravnovesje aksialnih sil in s tem nezmožnost krmiljenja bata. *Slika 11* prikazuje stanje krmilnega bata in obe originalni vzmeti, delujočo in zlomljeno. Skupno opravljene cikle obremenjevanja smo zaradi pomanjkanja informacij o času zaustavitve krmilnega bata zmanjšali za pol milijona na skupnih 1 500 000. Pred izvedbo meritev notranjega puščanja vode v tej fazi smo počeno vzmet nadomestili z novo, ki je imela zelo podobno togost in osnovne mere.

5.5 Stanje po 2 000 000 ciklih

Pri delovanju sistema za izvajanje novih pol milijona ciklov so ponovno nastopile težave zaradi vodne erozije in zelo verjetno tudi zaradi kavitacije. Ena izmed togih cevi novega para za pravokotni zavoj vodov A in B je utrpela poškodbo na dveh bližnjih točkah, kjer se je vodni curek iz zaslonke upiral spremembi smeri toka. Ponovno smo nadomestili oba omenjena dela, tokrat s parom togih daljših cevi z večjim radijem ukrivljenosti. S tem smo povečali razdaljo med zaslonko in stikom curka s cevjo, tako da je imel vodni curek manj razpoložljive energije za odnašanje materiala ob prisilni spremembi smeri v cevi. Po 577 000 ciklih nadaljevanega testiranja (od tega upoštevanih 500 000 zaradi problematične določitve točnejšega časa prekinitev preklapljanja) se je trajnostno utrudila in zlomila tudi druga vzmet. Ob razstavljanju ventila krmilni bat ni več prosto padel iz ohišja. Vzrok je bila še zadnja originalna počena vzmet, ki se je zagostila med ohišje in bat. Poškodovano vzmet smo previdno odstranili iz ohišja. Za ločitev krmilnega bata od ohišja je bila potrebna malo večja sila, saj je bila minimalna zračnost zapolnjena z drobnimi delci, nastalimi ob utrujanju in koroziji vzmeti. To smo zamenjali z novo vzmetjo, zelo podobno glede togosti in dimenzij, ki ni bila povsem identična že prej zamenjani vzmeti z druge strani ventila. Razlike so bile sicer minimalne, a smo bili ob vsakem razstavljanju kljub vsemu



Slika 12 : Krmilni bat AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 po 2 000 000 ciklih



Slika 13 : Ohišje AIDRO ventila HD3-AMPS-1PC-R4/10 z zagosteno originalno vzmetjo

pozorni, da smo pri ponovnem sestavljanju ločevali med komponentami z ene in druge strani.

Na tej stopnji je bil krmilni bat že bolj izrazito obarvan, kar prikazuje *slika 12*. Opazijo se lisasti vzorci kot posledice obrabe zaradi radialne ekscentričnosti oziroma dolgotrajne blage korozije, ki zaradi stalnega pretoka in spreminjanja lege krmilnega ventila nima tako velikega vpliva kot v mirovanju. Največja sprememba pa se pozna na površinah bata, ki so najbližje ohišju. Razmere, v katerih se je preklapljanje v tej stopnji izvajalo, so bile specifične. Zaradi počene erozijsko načete vzmeti so bili v obtoku drobni trdni delci. Poleg tega se je krmilni bat premikal še nekaj časa po poškodbi vzmeti in sicer v ekscentrični legi.

Slika 13 prikazuje v ohišju zagosteno vzmet, od katere so med preizkušanjem zaradi utrujanja odpadali drobni delci, ki so pospeševali obrabo krmilnega bata ter ohišja, na katerem opazimo rjavkaste sledi. Po čiščenju omenjenih sestavnih delov ventila smo opazili, da sta oba v dobrem stanju, obarvana pa sta bila predvsem zaradi korozijsko razjedene počene vzmeti.

5.6 Stanje po 3 390 000 ciklih

V treh dneh neprekinjenega delovanja je ventil opravil dodatnih 1 390 000 ciklov. Ob ponovnem zagonu se krmilni bat ni odzival, zato smo ga razstavili in pregledali. Pri ločevanju krmilnega bata od ohišja smo morali uporabiti večjo silo, saj je bil bat zagosten, brez možnosti pomikov po ohišju ali rotacije okoli svoje osi. Na *sliki 14* opazimo bolj agresivne poškodbe notranjosti ohišja. Neočiščen krmilni bat na



Slika 14 : Ohišje AIDRO ventila HD3-AMPS-IPC-R4/10 po skupno 3 390 000 ciklih pred čiščenjem



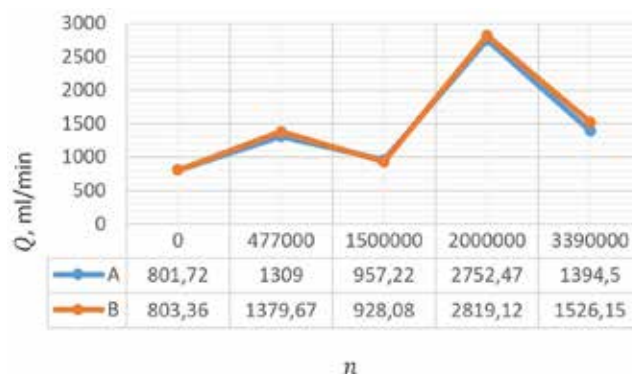
Slika 15 : Krmilni bat AIDRO ventila HD3-AMPS-IPC-R4/10 po 3 390 000 ciklih pred čiščenjem

sliki 15 je na zožitvah prekrit z drobnimi trdnimi delci, ki so povzročali upor ob drsenju bata skozi ohišje.

Merjenje notranjega puščanja je bilo zato na tej stopnji neuspešno. Po čiščenju ventila se je ta ob vklopu elektromagnetov odzival. Takoj ko smo ventil izpostavili vodnemu tlaku 300 bar pri prostih delovnih vodih, pa se krmilni bat ni več premaknil. Čiščenje ventila smo ponovili z alkoholom in tlačnim zračnim curkom, a je bil rezultat enak. Notranje puščanje v takih razmerah je bilo več kot desetkrat manjše od prejšnjih meritev. V rezervoarju smo zamenjali vso vodo in s tem usedline, da kapljevina ni bila motna. S sprejem za odstranjevanje vode in preprečevanje korozije smo premazali za nekaj ur razstavljene oksidacijsko občutljive sestavne dele ventila. Naslednje meritve so bile uspešnejše, saj je ventil deloval tudi po tlačni obremenitvi z vodo.

5.7 Primerjava meritev notranjega puščanja

Skupni končni rezultati meritev notranjega puščanja AIDRO ventila HD3-AMPS-IPC-R4/10 v odvisnosti od opravljenih ciklov krmilnega bata so predstavljeni na slikah 16, 17 in 18.



Slika 16 : Spreminjanje notranjega puščanja vode skozi AIDRO-v proporcionalni potni ventil v odvisnosti od opravljenih ciklov s tlakom 300 bar na vodu P



Slika 17 : Spreminjanje notranjega puščanja vode skozi AIDRO-v proporcionalni potni ventil v odvisnosti od opravljenih ciklov s tlakom 300 bar na vodu A



Slika 18 : Spreminjanje notranjega puščanja vode skozi AIDRO-v proporcionalni potni ventil v odvisnosti od opravljenih ciklov s tlakom 300 bar na vodu B

6 Zaključki

V okviru predstavljene raziskave smo z vodo trajno testirali proporcionalni 4/3 potni ventil s tiskanim kovinskim ohišjem. V okviru predstavljenega dela smo izvedli in ugotovili naslednje:

1. Izmerili smo notranje puščanje ventila večkrat med testom do preko treh milijonov ciklov. Rezultati meritev so v območju med 0,15 in 5,0 l/min, kar je razvidno iz slik 16, 17 in 18.

2. Pokazali smo, kateri sestavni deli testiranega proporcionalnega potnega ventila (PPV) so najbolj občutljivi pri uporabi vodne hidravlike.
3. Rezultati so pokazali, da je obnašanje ventila v obravnavanih razmerah nestabilno.
4. Pokazali smo, da je vzrokov za različno izmerjeno notranje puščanje veliko, od izsrednosti lege krmilnega bata v izvrtini do temperature kapljevine.
5. Dosegli smo več kot 3 390 000 ciklov z istim krmilnim batom in ohišjem.
6. Pokazali smo, da je daljša prekinitev delovanja ventila v vodnem krogotoku neprimerna in povzroča največ nevšečnosti.
7. Vsi elementi PPV-ja morajo biti izdelani iz nerjavnega jekla, ker ta pogoj ni bil izpolnjen, so bile težave pričakovane.

Glavni prispevek raziskave so rezultati, ki omogočajo boljše predvidevanje podobnih trajnostnih preizkusov ob izločitvi zaviralnih dejavnikov. Prikazali smo del problematike, ki v večjem obsegu onemogoča hitrejši prehod hidravlike na uporabo potencialne hidravlične kapljevine prihodnosti. Ob uporabi vzmeti iz nerjavnega jekla bi preizkušanje teklo bolj nemoteno, predvsem če se zavedamo, da so bile standardne vzmeti glavni vzrok težav.

Literatura

- [1] F. Majdič: Hidravlika in pnevmatika: konvencionalni potni ventili (predloga za predavan-

- ja). Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2021.
- [2] N. Herakovič: Proporcionalna hidravlika: uvod (zapiski in predloga za predavanja). Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2021.
- [3] S. Z. Erhan: Vegetable Oils as Lubricants, Hydraulic Fluids, and Inks, in Bailey's Industrial Oil and Fat Products, American Cancer Society, 2005. doi: <https://doi.org/10.1002/047167849X.bio055>.
- [4] E. Trostmann: Tap Water as a Hydraulic Pressure Medium, CRC Press, Boca Raton, 2018, str. 1-9.
- [5] F. Majdič, J. Pezdirnik, M. Kalin: Experimental validation of the lifetime performance of a proportional 4/3 hydraulic valve operating in water, Tribology International, vol. 44, no. 12, pp. 2013-2021, Nov. 2011, doi: 10.1016/J.TRIBOINT.2011.08.020.
- [6] F. Majdič: Pressure test of Aidro valves. Laboratorij za fluidno tehniko (LFT), Fakulteta za strojništvo univerze v Ljubljani, Ljubljana, 2020.
- [7] J. Pezdirnik: Tok tekočine skozi reže v hidravličnih sestavinah: (tok kapljevine skozi reže med soležnimi vzporednimi ploskvami brez medsebojne relativne hitrosti) = Fluid flow through gaps in hydraulic components: (liquid flow through gaps between parallel surfaces without relative velocity), Stroj. vestn., 2001, letn. 47, št. 5, str. 210-216. [COBISS.SI-ID 4659739]

Water-hydraulic endurance test of an oil-hydraulic proportional directional control valve

Abstract:

Hydraulic fluids made from fossil fuels are a major ecological burden despite their good corrosion and wear properties. Water seems to be the future of hydraulic fluids, but due to lack of interest and special equipment, it is still underestimated. We have sustainably tested a proportional directional control valve made by three-dimensional printing using water as hydraulic fluid. We observed the change in internal leakage as a function of the number of cycles (from the initial state, shown in *Figures 6 and 7*, to the final state of the body and spool, as shown in *Figures 14 and 15*). The measurement results, shown in *Figures 16, 17 and 18*, are unexpected and difficult to explain. The final stage of wear of the spool, i.e. small particles of the worn spring, were clearly visible. Corrosion erosion is the major problem in performing the sustainability test as proved by the attached pictures.

Keywords:

Water hydraulics, sustainability test, internal leakage, proportional valve, corrosion, wear

Zahvala

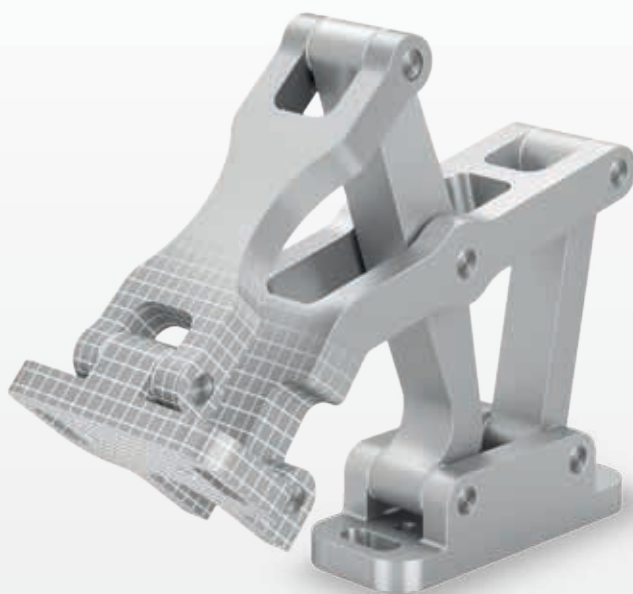
Zahvaljujemo se podjetju AIDRO SRL za priskrbljen preizkušani proporcionalni potni ventil lastne blagovne znamke ter predstavniku slovenskega zastopnika Hidravlika Celje d.o.o. g. Borutu Erženičniku.

Acknowledgement

We are thankful to AIDRO SRL company for providing their own proportional valve that has been tested in this research and the Slovenian representative Hidravlika Celje d.o.o. Mr. Borut Erženičnik.

Več-sklepni tečaji

Iz aluminija ali nerjavnega jekla



Od zunaj skriti in zelo gibljivi - to sta le dve značilnosti novih tečajev

- Notranja namestitvev, prihranek prostora in zaščita pred vandalizmom
- Na voljo s tremi različnimi koti odpiranja do 180 ° za vrata, lopute in pokrove
- Z distančnimi in navojnimi ploščami jih je mogoče pritrditi v treh različnih ravneh

Več-sklepni tečaji:



GN 7231



GN 7233



GN 7237



GN 7241



GN 7243



GN 7247

Distančne in navojne plošče:



GN 7247.2



GN 7247.4



GN 7247.6



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.com



**DESIGNED
FOR ENGINEERING**

KAMIKAZE – BOŽANSKI VETER

Aleksander Čičerov

Povzetek:

Kamikaze (božanski veter, duhovni veter) so bili japonski piloti v 2. svetovni vojni, ki so premišljeno samomorilsko trčili v sovražne ladje. Pilot ni imel od trenutka, ko je bila na trup letala pritrjena raketa, nobene možnosti, da bi se rešil. Napadi kamikaz so potopili 34 ladij in poškodovali še na stotine drugih. Oktobra 1944 je bila Japonska na kolenih. Kamikaze so heroji, ki jih mora vsak Japonec oponašati. Kako se lahko nekdo pritožuje nad pomanjkanjem hrane in zračnimi napadi, medtem ko cvet japonske mladine nesebično žrtvuje svoja življenja za varnost Japonske? Potem pa je tu še zakonik bušido, ki zahteva zvestobo in čast do smrti.

Ključne besede:

kamikaze, definicija in izvor, zaliv Leyte, učinki, nabor – čebelji roj, šolanje, svečana prisega

Uvod

Bližal se je konec 2. svetovne vojne. Vse pogostejša in množična bombardiranja Japonske, ki so jih izvajali Američani z Boeingi B-29 (Superfortres), so prisilila Japonsko, da uporabi samomorilske letalske napade, da bi se izognila porazu. Zato so uporabili posebej izučene vojaške pilote, ki so s samomorilskimi napadi branili japonsko cesarstvo. Napadi so bili usmerjeni predvsem proti velikim vojaškim ladjam ZDA in so bili bolj učinkoviti kot klasični napadi z ladjami. Umrlo je 3800 pilotov kamikaz, na drugi strani pa je bilo ubitih več kot 7000 mornarjev in pomožnega osebja. Letala, ki so jih upravljali piloti kamikaze, so bila namensko spremenjena v rakete, napolnjene z razstrelivom (torpedi, 250- ali 500-kilogramske bombe ali druga razstreliva). Kamikaze ali božanski veter so bili del japonske posebne enote vojaških pilotov, ki so izvajali samomorilske napade. »Ni drugega,« je izjavil admiral Takijiro Onishi, »dovolj bo prostovoljcev za to priložnost, da rešimo našo državo in rad bi jim poveljeval. Dajte mi 300 letal in obrnil bom izhod vojne.«¹

Zgodovina

Japonska je bila in je še vedno globoko prežeta s tradicijo. Lahko bi rekli, da veliko bolj cenijo smrt kot pa poraz. To je veljalo predvsem za vojaško kulturo. Kodeks bušido zapoveduje »zvestobo in čast do smrti«.

Izvor kamikaz – kodeks bušido

Kodeks bušido je v življenju samuraja primarnega pomena. Izraz kamikaze ali božanski veter se prav-

zaprav nanaša na dogodek iz leta 1281, ko je mongolsko ladjevje grozilo Japonski, »božanski veter« (najbrž je šlo za vrtnčasti vihar – tajfun) pa je poskrbel, da se je ladjevje razpršilo in do invazije ni prišlo. V resnici so kamikaze simbol tradicionalnih vrednot in živ primer gorečega nacionalizma in vojaškega fanatizma. Pričanje g. Odachija veliko pove o tem. Prostovoljno se je javil za boj, ki ga njegova država ni mogla dobiti. Pripravljen je bil umreti, da bi zaščitil tiste, ki jih je ljubil, ni pa želel zavreči svojega življenja.² V vojsko je vstopil leta 1943 v skupino Yokaren, skupino mladeničev, ki so jih trenirali za mornariške pilote. Vodene rakete, ki so jih uporabljali kamikaze, so dobile vzdevek »Baka«, kar je pomenilo »Norci«. Pilot, ki je bil določen, da opravi samomorilski polet, je bil v letalo nameščen tako, da ni mogel izskočiti od trenutka, ko je vzletel. Na tarčo se je pilot kamikaze spustil z višine 7500 m in približno 80 km stran. 5 km pred tarčo je pilot vključil tri raketne motorje, kar je pospešilo hitrost letala, in z 960 km/h začel strmoglavljenje. Razstrelivo, ki je tehtalo skoraj tona, je bilo nameščeno v nosu letala.

Začetki in vzroki zanje

Začetki napadov kamikaz so omenjeni v oktobru 1944. Japonska je izgubljala vojno in mnoge bitke. Najboljši piloti so izgubili življenja, njihova letala so bila zastarela, izgubili so premoč v zraku. Izgube pilotov so bile hitrejša od šolanja novih. Zmanjšala pa se je tudi proizvodnja vojaških letal, primernih za dvoboje v zraku. Vse to in dejstvo, da se Japonci niso hoteli vdati, je narekovalo zavezniško taktiko, ki so jo poimenovali »taktika kamikaz«.³ 21. oktobra 1944 je zabeležen prvi napad kamikaz na težko križarko HMAS Australia. Letalo, ki je bilo uporabljeno,

¹ Wikipedia, < <https://en.wikipedia.org/wiki/Kamikaze> > (8. 6. 2021).

² Ben Dooley, He escaped Death as a Kamikaze Pilot. 70 Years Later, He Told His Story, The New York Times, 3. 12. 2020, < <https://www.nytimes.com/2020/12/03/world/asia/japan-Kamikaze.html> > (26. 6. 2021).

³ Wikipedia < <https://en.wikipedia.org/wiki/Kamikaze> > (8. 6. 2021).



Mitsubishi A 6M Zero (Vir: google.com)

je bilo po vsej verjetnosti Aichi D3A, bombnik kraljevih letalskih sil Japonske. Spor je v tem, da je šlo najbrž za napad, ki ga je izvedel pilot sam in ga niso načrtovale vojaške oblasti. Uradno pa je potrjen datum 25. oktober 1944, ko so v bitki za zaliv Leyte posebne enote kamikaz napadle spremljevalne ladje. Pet letal Zero A6M je povzročilo precejšnjo škodo. Glavnina napadov kamikaz pa je potekala v marcu leta 1944. Japonski piloti so imeli nalogo napadati tudi ameriške bombnike B-29. Ta taktika je zahtevala veliko več spretnosti japonskih pilotov, ker so bili B-29 močno oboroženi, kot pa napad na vojne ladje. Hkrati so Američani razvili tudi posebno taktiko »Veliki modri prt« (»Thach Weave«), s katero so vzpostavili obrambno linijo precej pred točko, ko so kamikaze začeli z vrtoglavih pikanjem na njihove vojaške ladje in spremstvo. K uspešni obrambi so prispevali tudi bolj izurjeni ameriški piloti, boljša letala in močnejša oborožitev. Vrhunec napadov kamikaz je prišel konec aprila do junija 1944 z bitko pri Okinavi.⁴

Prostovoljnost in prisega

»Samuraj mora živeti tako, da je vedno pripravljen umreti.«⁵ To veleva zakonik bušida Hagakure, ki je med vojno postal obvezno branje za vse šole na Japonskem. V fevdalnem času so bili Japonci razdeljeni na štiri kaste, med katerimi je bila najvišja prav kasta kamikaz. To so bili vojaki. Ves svoj čas so posvečali krajevni vladni upravi in neprestanemu urjenju za primer, če bo potrebno pokazati svoj bojevniki pogum.⁶ Zakonik Hagakure je zahteval

od šestnajstletnikov pošastno strogo disciplino, ki je temeljila na grobosti, ki je presegala celo najbolj moraste sanje. V času šolanja so iz rekruta naredili »človeško živinče«.⁷ Postali so avtomati, ki so ubogali, ne da bi mislili.

Vsak večer, pravi v svojih spominih Odachi, je prišel oficir in sporočil, kdo bo naslednji dan letel v bitko. Napoved se je zdela kot smrtna obsodba in pilotom se je obračal želodec. Toda tudi tega so se navadili. Postali so brezbrizni za stvari, kot sta življenje in smrt! Ljudje so pogosto govorili, da kamikaze niso cenili svojih življenj. Toda Odachi pravi: »Niti enega ni bilo med nami, ki bi sam prostovoljno odločil, da bo umrl.«⁸ Prisega samurajev je bila taka, da so sebe ponudili državi kot tudi v zaščito vladarske družine. To bi v bistvu pomenilo, da bodo po smrti postali »eirei« »duhovni vodje« države. Preden so kamikaze odleteli na svoj zadnji polet, so običajno potekale slovesnosti. Nazdravili so s čašico sakeja ali vode »mizu no sakazuki«. Oficirji kamikaze so vzeli s seboj na polet svoje meče, piloti so jemali s seboj pištole Nimbu, ki bi jih uporabili, če bi bili ujeti. Od mater so dobili »senninbari«, pas s tisoč šivi, sestavljali so pesmi smrti in jih recitali, s seboj so vzeli molitve svojih družin in dobili so vojaška odlikovanja.⁹ Ko so poleteli na misijo, so preleteli goro Kaimon (922 m), ki so ji rekli tudi gora kot Fudži, se s pogledom čez ramo poslovili od Japonske in salutirali gori. Baje naj bi ob preletu celo odvrgli šopke cvetja.

Kamikaze so prisegali svojemu cesarju. To me je nehote spomnilo na to, da sem tudi sam kot vojak

4 Glej podrobno Wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/Kamikaze> > (8. 6. 2021).

5 Saburo Sakai, op. cit.: SAMURAJ, Mladinska knjiga 1975, str. 11.

6 Saburo Sakai, prav tam, str. 9.

7 Saburo Sakai, prav tam, str. 16.

8 Kazuro Odachi, op. cit. v nav. članku Ben Dooly.

9 Wikipedija < <https://en.wikipedia.org/wiki/Kamikaze> > (8. 6. 2021).

JLA v Postojnski jami svečano prisegel, da se bom vedno pripravljen boriti za svobodo in čast domovine in ne bom obžaloval v tej borbi dati tudi svoje življenje (prost prevod avtorja članka).

Marijan F. Kranjc je v članku Vojaška prisega slovenskih upornikov, prostovoljcev in vojakov predstavil, kaj pomeni prisega kot obvezno slovesno dejanje vsakega vojaka in častnika ob sprejetju (vstopu) v vojsko, ki izraža zlasti zvestobo (domovini, vladarju, poveljniku).¹⁰ Ker me je zgodovina vedno zanimala,¹¹ se še danes sprašujem, ali smo se iz nje kaj naučili? Odgovor mi daje Henry de Montherlant, ki pravi: »Iz zgodovine se vedno znova učimo, da se iz nje nismo ničesar naučili.«

V različni literaturi se srečujemo z izrazi: slovesna prisega, prisega domovini, vojaška prisega, tudi vojaška zakletva ali celo vojaška zaobljuba. Kakor koli že to poimenujemo, nas zanima, kako je z darovanjem življenja posameznika, ki prisega. V zgodovini poznamo kar nekaj primerov priseg. Mednje štejejo prisego puntarjev (1515), ki so vstopili v kmečko zvezo.¹² Kranjski vojaki, ki so vstopali v Ilirski polk (1811), so zaprisegli v slovenskem jeziku, nepismeni so to potrdili s križcem pred imenom.¹³ Slovenski prostovoljci, ki so vstopali v četniške odrede v Srbiji (1903), so prisegli z levo roko na evangeliju in s tremi prsti desnice za zvestobo knezu, vojvodi in domovini Srbiji.¹⁴ Poznana je prisega za vstop v avstrijsko in avstro-ogrsko vojsko (1616–1918).¹⁵ Številni prostovoljci, predvsem zdravniki, so pohiteli na pomoč srbski vojski v prvi in drugi balkanski vojni.¹⁶ Vstopanje v vojsko kraljevine Srbije (1914–1918) je zahtevalo izjavo prostovoljca. Pomanjkljivi so podatki o tem, kako so slovenski prostovoljci v letih 1917–1918 vstopali v Rdečo armado oziroma v nasprotno Belogardejsko vojsko.¹⁷ Prisega je bila potrebna tudi za vstop v Slovensko vojsko (1918). Prisegli so pred generalom Rudolfom Maistrom slovenski domovini in svojim poveljnikom, seveda pred Bogom.¹⁸ Prisegli so tudi pripadniki ilegalne domoljubne organizacije TIGR (1925): »Raje smrt kot izdajstvo.«¹⁹

Podpis prisega so opravili tudi prostovoljci španske republikanske armade (1936–1939), vojaško prisego pa so izrekli rekruti v vojski SHS kraljevine Jugoslavije. Prisegli so slovenski mobiliziranci v italijansko vojsko (1927–1943), mobiliziranci v nemško

vojsko – Wehrmacht – (1942–1945) ter prostovoljci v nemških enotah SS (1942–1945). Mobiliziranci v madžarsko vojsko so prisegli v madžarskem jeziku (1942–1945). Pripadniki slovenskega domobranstva so Hitlerju prisegli dvakrat (1941–1945). Prisegli so tudi pripadniki slovenskega četništva (plava garda) v letih 1941–1945. Prisego so poznali in izvrševali tudi v slovenski narodni vojski (1944–1945). Partizanska vojaška prisega je izražala zvestobo narodu in domovini v boju proti okupatorju in domačim izdajalcem. Po osvoboditvi so vojaško prisego in slovesno zaobljubo uvedli tudi v JLA.²⁰

Ta kratki zgodovinski pregled potrjuje, da so vojaške prisega, od začetkov pa do danes, postale bolj ali manj svečane, le redke med njimi pa so zahtevale zaobljubo življenja mladih rekrutov. Prav gotovo darovanje življenja ni bila lahka zaobljuba, kar sporoča tudi Saburo Sakai v svoji knjigi.

Vojaška prisega je besedilo, ki ga morajo podati pripadniki oboroženih sil povsod po svetu pred začetkom vojaške službe.²¹

Šolanje kamikaz

Samuraji so se bojevali in niso razmišljali. Viceadmiral Omiši Takidžira je leta 1945 napravil harakiri. Odločil se je za smrt v spomin na svoje može, ki jim je ukazal umreti in se niso nikoli vrnili domov. Bil je prav tisti, ki je sprožil uničujoče napade kamikaz.²²

Povedali smo že, da je bilo šolanje kamikaz trdo in kruto. Samuraj ne sme jokati – kljub pošastno strogi disciplini in grobosti. Zaradi napak ali prekrškov so mlade rekrute kaplarji topli do nezvesti. Z mrzlo vodo so jih spravili k sebi in nadaljevali s kaznijo. Po takšnem »vzgajanju« niso mogli ležati v svoji postelji na hrbtu. »Lovski pilot mora biti napadalen in nepopustljiv. Vedno.«

Tako piše Saburo Sakai.²³ Bitke na rogoznici, surovi pretepi, osnovne vaje na tleh in po enem mesecu letenje popoldne. V vseh predmetih so morali biti

10 Marijan F. Kranjc, Vojaška prisega slovenskih upornikov, prostovoljcev in vojakov, Vojaška zgodovina, številka/number 1 (17), letnik/volume 11/2010, str. 129.

11 Modre misli, zbral in uredil Andrej Gogala, MK, 2009, str. 205.

12 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 132.

13 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 133.

14 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 134.

15 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 135.

16 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 137.

17 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 141.

18 Marijan F. Kranjc, nav. delo, prav tam.

19 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 142.

20 Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 130–157.

21 Francoski legionar je dal naslednjo zaobljubo: »Legionar ti si prostovoljec, Franciji služiš s častjo in zvestobo. Vsak legionar je tvoj brat v boju ne glede na njegovo nacionalnost, raso, vero. Vedno mu nudiš solidarnost, kakršna vlada med člani družine. Spoštuj tradicijo, pripadnost svojemu šefu, disciplina in kolegialnost sta tvoja moč, pogum in vdanost. Ponos, da si legionar, kažeš z vedno elegantno obleko, z vedno dostojnim, vendar skromnim obnašanjem in zmeraj čistimi prostori. Kot elitni vojak se uriš s strogo, ravnaš s svojim orožjem kot z najbolj dragoceno dobrino in neprestano skrbiš za svojo fizično pripravljenost. Naloga je sveta in jo izvršuješ do konca za vsako ceno. V boju reagiraš brez strasti in brez sovraštva, spoštuješ premagane sovražnike, nikoli ne zapustiš svojih mrtvih, niti svojih ranjenih, niti svojega orožja.« https://wikipedia.org/wiki/Francoska_tajska_legija (5. 6. 2021)

22 Zoran Jerin v uvodu h knjigi Samuraj avtorja Sabura Sakai, str. 7.

23 Saburo Sakai, op. cit., nav. delo, str. 20.

gojenci izurjeni do popolnosti. Gojenci mornariški piloti so bili smetana celotne mornarice. Za prekrške ni bilo prostora. Vojaški pilot ni smel uživati alkohola na večer pred letenjem, svoje službe ni smel onečastiti s tem, da bi vstopil v lokal, ki je bil razglašen za prepovedanega. Telesna vzgoja je bila med najstrožjimi na Japonskem. Med najtežavnejšimi elementi telesne vzgoje je bil visok železen drog, kamor je bilo treba splezati in se na vrhu z eno roko obdržati vsaj 10 minut. Če ti ni uspelo, si dobil brco v rit in si moral ponovno poskusiti. Treba je bilo znati plavati. Učenje je bilo preprosto. Gojenca so navezali na vrv in ga vrgli v vodo. Pod vodo je moral gojenec preplavati 50 m in ostati pod gladino najmanj 90 sekund. Opraviti so morali sto skokov v vodo. S tem so popravljali občutek za ravnotežje. Potem so iz visokih stolpov skakali na trda tla. Ob tem so delali še dvojni ali trojni salto. Napake so se tragično končale. Parterna gimnastika je bila prav tako del drila. Hoja po rokah, ravnotežje s stojo na glavi, vse to je pomagalo razvijati presenetljiv občutek za ravnotežje, koordinacijo mišičja in lastnosti, ki so jim kasneje marsikdaj rešile življenje. Gojenci so morali imeti izreden vid. Vsak trenutek so izkoriščali za to, da bi čim bolje videli s koticom očesa in prepoznavali oddaljene predmete – to so tehnike, ki so omogočale prednost pred nasprotnikom. Zato so pri dnevni svetlobi odkrivali svetlejše zvezde. Danes je to malce težje, ker je zrak nad nami tako onesažen! Za treniranje reakcijskih časov so lovili muhe v pest. Ta sposobnost je bila potrebna zaradi tesnih kabin njihovih lovskih letal.²⁴

Najboljši gojenec je dobil nagrado – srebrno uro japonskega cesarja.

Kamikaze kot orožje

Čeprav kamikaze niso spremenili končnega razpleta 2. svetovne vojne, lahko rečemo, da so predstavljali bolj ali manj učinkovito orožje sil Osi. Velike izgube letal, predvsem pa pilotov, tega »orožja« niso opravičevale. Tudi letala, s katerimi so se Japonci

zoperstavili zaveznikom, niso mogla prinesiti učinkovitega preobrata v bojevanju. Z vidika civilnega letalstva bi morda tak način lahko uporabili teroristi pri napadih na civilna letala, kar pa bi imelo grozljive posledice za varnost mednarodnega civilnega letalstva.

Saburo Sakai v svoji knjigi predstavi tudi zeroja in letala, s katerimi se je ta japonski lovec bojeval. Zero je na tihomorskem bojišču najbolj slovel, na koncu pa doživel žalosten konec. Zero pomeni ničlo, in to je bila tudi njegova usoda in usoda številnih mladih pilotov, ki so leteli z njim. Uradna oznaka zanj je bila Mitshubishi A6M Zero. Njegov predhodnik je bil Mitshubishi A5M. Mitshubishi J2M Reiden pa je bil naslednik Mitshubishija A6M. Japonsko vojno letalstvo je poznalo še Kavanishi NIK Šiden, Mitshubishi A7M Reppu, Mitshubishi Tip 1, Nakajima KI 43 Hajabusa in Douglas DC-3, ki so ga Japonci odkupili od Američanov. Bilo je osnovno prevozno letalo.

V zraku pa so se Japonci srečevali z zavezniškimi letali Curtiss P-36 in P-40, Bell P-39 Aircobra, North American P-51 Mustang, Lockheed P-38 Lightning, Grumman F4F Wildcat, Grumman F6F Hellcat, Vought F4U Corsair, Douglas SBD Dauntless, Grumman TBF Avenger, North American B-25 Mitchell, Martin B-26 Marauder, Boeing B-17, Boeing B-29 Superfortress, Lockheed Hudson, Brewster F2A Buffalo, Consolidated B-24 Liberator, Consolidated PB4Y Catalina, Tupolev SB-2, Polikarpov I-16 in Focke-Wulf FW-190.²⁵

Sklepne misli

Tragedijo kamikaz nam zelo jasno pojasnjuje misel francoskega misleca Voltairea: »Vojna je največji vseh zločinov. Pa vendar ni napadalca, ki tega zločina ne bi utemeljil z izgovorom o pravičnosti.«²⁶

²⁴ Marijan F. Kranjc, nav. delo, str. 323–352.

²⁶ Modre misli, zbral in priredil Andrej Gogala, MK 2009, str. 198.

²⁴ Saburo Sakai, nav. delo, str. 22–23.

Kamikaze – Spirit/Divine Wind (Shinpū Tokubetsu Kōgetai)

Summary:

Kamikaze (divine wind or spirit wind) were Japanese pilots who in WWII made deliberate suicidal crashes into enemy ships. The pilot (kamikaze) had no means of getting out once the missile was fastened to the aircraft that would launch it. Kamikaze attacks sank 34 ships and damaged hundreds of others during the WWII. In October 1944, Japan had been brought to its knees. Kamikaze pilots are the heroes that every Japanese should emulate. How could one complain of the lack of food, or of the air raids, when the flower of Japanese youth is selflessly sacrificing their lives to protect Japan? And there is the Bushido code which demands loyalty and honour until death.

Keywords:

kamikaze, definition and origin, Leyte Gulf, effects, recruitment – a swarm of bees, training, ceremonial oath.

KAKO NAS DO DOBRE ORGANIZACIJSKE STRUKTURE PRIPELJEJO TEHNIŠKE REŠITVE IZ NARAVE

Maja Harb, Darja Harb

Izvleček:

Osnovna značilnost bionike je interdisciplinarnost. Narava je daleč najuspešnejši arhitekt in konstruktor. V končni fazi je naredila človeka, ki je najbolj zapleten sistem, kar jih poznamo. V preteklosti so tradicionalne organizacije temeljile na hierarhiji in odločanje je bilo v rokah tistih, ki so bili na hierarhični lestvici višje uvrščeni. Sodobne organizacije se zdaj soočajo s številnimi različnimi okolščinami, ki so posledica globalizacije in spreminjajočega se okolja in zato postajajo mnogo bolj sploščene. V vsaki organizaciji je najpomembnejše, da vemo, kdo ima glavno besedo, kdo ima največjo avtoriteto. Po drugi strani pa nam narava ponuja primere organizacij drugih živih bitij, ki so učinkovite in delajo brez nadzora, brez vodij, brez navodil, pa vendarle vsak v tej organizaciji ve, kaj mora delati. In predvsem to naju je v tem članku zanimalo. Kako je možno, da narava in živalski svet delujejo brez vodij in nadzora, pa kljub temu preživijo v svetu velike naravne selekcije. Metode, ki jih živa bitja uporabljajo za osvajanje novega življenjskega okolja z razvojem novih sposobnosti, lahko v človeški družbi postanejo vzor za izgradnjo doslednega in dinamičnega strokovnega znanja za inovacije v podjetjih. Že vrsto let potekajo proučevanja učinkovitosti in delovne učinkovitosti žuželk, kot so mravlje in čebele. V članku sva se tako osredotočili na fascinantni svet in življenje mravelj.

Ključne besede:

bionika, organiziranje, vodenje, kolektivna inteligenca – inteligenca roja, komunikacija

Uvod

Beseda bionika izhaja iz kombinacije dveh pojmov – biologije in tehnika. Osnovna značilnost bionike je interdisciplinarnost. Bionika pomeni uporabo izkušenj iz narave za reševanje kompleksnih problemov v tehničnih, socialnih in družbenih sistemih. Ukvarja se s prenosom in uporabo rešitev, ki so se v milijonih let razvile in izboljševale v naravi, na področje tehnike. Strokovnjaki s področja bionike priznavajo definicijo, ki jo je 1993 opredelil Neumann: »Bionika kot znanstvena disciplina se sistematično ukvarja s tehničnimi prilagoditvami in uporabo konstrukcij, postopkov in razvojnih principov bioloških sistemov«. Bionika vsekakor ne pomeni popolnega posnemanja narave, četudi je kaj takega v posameznih primerih možno. Mnogi principi iz narave se tudi ne dajo dalje tehnično razvijati.

Narava je daleč najuspešnejši arhitekt in konstruktor. V končni fazi je naredila človeka, ki je najbolj zapleten sistem, kar jih poznamo. Zato je zgledovanje po naravi priložnost, da izkoristimo to, kar je naravni laboratorij skozi dolga obdobja izpopolnil. Da bi bolje obvladovali našo prihodnost, moramo

upoštevati dano prednost, ki jo imamo v zgledu narave, torej slediti njenemu zgledu in uporabiti metode in strategije, ki jih je milijone let uporabljala za reševanje izzivov v tehnologiji, poslu in družbi. Inovacije v naravi se odlikujejo zlasti po tem, da poznajo razvojno pot k rešitvam, ki varčujejo z materiali, energijo in jih je po uporabi mogoče razgraditi in ponovno uporabiti – krožno gospodarstvo.

Bionika pomeni nekakšno »bližnjico« do teh odkritij, na katera bi sicer čakali še veliko časa. Leteti kot ptica, plavati kot riba ali graditi kot žuželke, želje so stare toliko, kot človeštvo samo. Raziskovalci so vedno uporabljali naravne modele za nove izume, od opreme za letenje, do strešnih konstrukcij, ki spominjajo na pajkove mreže. Bilo bi več kot nesmiselno, če ne bi upoštevali rešitev laboratorijskega preizkusa narave, ki so dokazano uspešne milijone let. Namen ni neposredno kopirati narave, ampak odkrivanje temeljnih načel in metod ter jih preoblikovati glede na zahteve. Osredotočimo se na iskanje inteligentnih rešitev v naravi, ki lahko naši družbi izboljšajo življenje.

»NAVDIHI SO POVSOD V NARAVI«

Bionika, ki nam razkriva fascinantne dosežke in rešitve iz narave in jo zdaj povezujemo z medicino in tehniko, je uporabna tudi na področju organizacije in vodenja. Interdisciplinarno področje bionika po-

Maja Harb, Mag. Darja Harb, univ. dipl. ekon, ŠC Ptuj

meni proučevanje in prenašanje »izumov narave« v realno okolje. V času evolucije je narava razvijala, izboljševala in preizkušala te izume milijone let. Bionika ni sredstvo za izdelavo načrtov posameznih strokovnjakov, ampak kot interdisciplinarna veda uspeva v izmenjavi med strokovnjaki različnih strok.

Kaj bi bilo lahko bolj očitno, bolj uspešno kot to, da bi uporabili uspešna načela evolucije pri upravljanju, na primer za razvoj novih izdelkov in njihovo trženje, za optimizacijo organizacijskih struktur, za sprejemanje odločitev v kompleksnih strukturah ali za pospeševanje komunikacijskih procesov? Metode, ki jih živa bitja uporabljajo za osvajanje novega življenjskega okolja (habitata) z razvojem novih sposobnosti, so lahko vzor za izgradnjo doslednega in dinamičnega strokovnega znanja za inovacije v podjetju. Na podlagi modela človeškega centralnega živčnega sistema se lahko organizacijam dodajo nadzorne in usmerjevalne strukture, ki bistveno povečajo sposobnost preživetja institucij, kot so podjetja v nenehno spreminjajočem se okolju. [1]

Impresivni svet mravelj

Okolje, ki nas obdaja, nam ponuja veliko lekcij. Samo vzeti si moramo čas, da jih zaznamo in ureničimo. Že vrsto let proučujejo učinkovitost in delovno učinkovitost žuželk, kot so mravlje in čebele. Posamezne žuželke niso inteligentne, ampak kot skupina so zelo inteligentne. Kolektivno vedenje teh žuželk so poimenovali »*inteligenca roja*«.

Na svetu poznamo več kot 10.000 vrst mravelj. Možgani mravelj imajo približno 250.000 možganskih celic, medtem ko jih imajo človeški možgani 10.000 milijonov, kar pomeni, da ima kolonija 40.000 mravelj enako število možganskih celic kot en človek. Mravlje so čiste in urejene žuželke, skrbijo za čistočo v svojih gnezdih, zbirajo hrano in pazijo na svoje mladiče. Vsaka kolonija ima svoj vonj in tako lahko hitro prepoznajo vsiljivca. Spijo sedem ur na dan in njihova povprečna pričakovana življenjska doba je 45 do 60 dni [2, 3].



Slika 1 : Krojaška južnoameriška mravlja [10]

Znanstveniki že desetletja proučujejo njihovo vedenje. Poskušajo razumeti, kakšna so pravila, ki veljajo v svetu mravelj glede preživetja, in iščejo sledi o tem, kako mravlje usklajujejo vedenje, brez prisotnosti vodje. Največja kolonija na svetu se razteza na več kot 3.700 kilometrih in so v celoti zgradile mravlje, ki se organizirajo skozi interakcijo posameznikov. In to mravljam uspe, pri tem ni nihče odgovoren, ni načrta, ni vodje. Samo samoorganizacija in sodelovanje. Mravlje so sposobne ustvariti neverjetne strukture; strukture, ki bi jih lahko primerjali z nebotičnikom, gradijo mostove, ki jim omogočajo, da gredo na odprave, in vodne splave, da lahko pobegnejo pred morebitnimi poplavami. Kolonije mravelj so prikazane kot super organizmi, ki se obnašajo kot en organizem. Presenetljivo in neverjetno je, ko pomislimo, da lahko te drobne žuželke s tako majhnimi možgani ustvarijo tako čudovite stvari. Mravlje delujejo preko kolektivne inteligence, čeprav niso sposobne zavestne organizacije.[4]

Mravlje obstajajo na svetu že 130 milijon let in brez njih bi svet bil popolnoma drugačen. Dejstvo je, da so majhne stvari zelo pomembne. In mravlje so majhne. Če bi stehali vse mravlje in termite v tropskem deževnem gozdu in primerjali njihovo maso z maso vseh vretenčarjev, kot so ptice ali sesalci, bi ugotovili, da imajo prvi trikrat večjo biomaso. Mravlje predstavljajo odličen primer delovanja socialnih modelov, prednosti in slabosti mrež ter prevlado žensk. Na prvi pogled se zdi, da tekajo okrog brez cilja. Oseba z Marsa bi verjetno imela podobno dožemanje, če bi opazovala množice ljudi na mestni železniški postaji. Analogije med človeško družbo, kolonijami mravelj in razvijajočimi se bitji so fascinantne; prav tako je fascinantno dejstvo, da mravlje, tako kot ljudje, gojijo določen »način življenja«. Na primer, raziskovalci so vedno zmedeni glede pomena delitve dela pri južnoameriških krojaških mravljah (*slika 1*). Njihove kolonije so sestavljene iz pet do osem milijonov mravelj – ženskih delavk, največje so poslane, da žvečijo liste, rože in travo, velikost pa jim omogoča prenašanje kosov v gnezdo kraljice. Ugotovili so, da krojaške mravlje začutijo, da bo začelo deževati in takrat pospešijo korak. In zakaj? Če se namreč košček lista, ki ga nosijo, zmoči, postane dvakrat težji, kar pomeni, da bi ga lahko izgubile. Darwin je trdil, da so listi, ki jih mravlje prenašajo, namenjeni zaščiti pred močnim dežjem. Vendar se je ta trditev pokazala kot napačna. Izkazalo se je namreč, da mravlje žvečijo liste in to tako dolgo, da so primerni kot humus za gojenje posebne vrste gliv, s katerimi se prehranjujejo [1].

Pomen komunikacije pri mravljah

Pojavlja se vprašanje, kako lahko živali, kot so mravlje, sploh preživijo v svetu naravne selekcije. Holldobler [1] je trdno prepričan, da je to mogoče le zato, ker so skozi evolucijo razvile tesno obliko sodelovanja in zelo zapleteno delitev dela. Resnica je, da ena sama mravlja ne more preživeti. Preživijo

lahko in prenesejo svoje gene samo v svojih socialnih mrežah. To velja tudi za ljudi.

Osrednje vprašanje v celotnem družbenem življenju je komunikacija. Kjerkoli je sodelovanje, kjerkoli je interakcija, mora obstajati nek mehanizem, ki aktivira sodelovanje med individualnimi posamezniki. Ali so to celice, ali so le geni. In tudi geni morajo nekako sodelovati. Komunikacijski sistem pri mravljah temelji na kemijskih signalih, na tako imenovanih feromonih. Feromoni so najpogostejša oblika komunikacije večine vrst mravelj in zajemajo od 10 do 20 kemijskih »besed« in »stavkov«, od katerih vsak prenaša izrazit, vendar zelo splošen pomen. Med kategorijami »pomena« so privlačnost, alarm, prepoznavanje drugih kast, prepoznavanje ličink in diskriminacija med sorodniki in neznanci (Heart Pest Management) [5]. Če na primer mravlja najde piškot, ki ostane na kuhinjskem pultu, bo pustila sled feromonov na poti domov, da ga bodo lahko našle tudi druge mravlje.

Organiziranost in samoorganizacija pri mravljah ali zakaj mravlje ne potrebujejo vodje

Ljudje smo obsedeni z vodenjem. Mravlje nimajo vodij. Ljudje gradijo ogromne neučinkovite organizacije, po drugi strani so mravlje zelo učinkovite in njihove organizacije so tisočkrat večje od organizacij ljudi. Ljudje se učijo upravljanja, uspešnosti, kakovosti in produktivnosti. Mravlje ne skrbijo za to, vendar pa delujejo bolje kot ljudje. Morda je čas, da se kaj naučimo od njih. [6]

Mravlje so veličastna bitja v tem smislu, da so zelo organizirane v okviru svojih odločitev. Ni veliko živali, ki bi prikazovale tako veliko, vendar sistematično kolonijo. Sledijo formuli kompleksnega decentraliziranega sistema. Vse, kar počnejo, temelji na medsebojnem delovanju številnih posameznih mravelj, namesto da bi imele enega vodjo, ki naloge prenese v hierarhijo. Sledijo nekaj preprostim pravilom, da bo ta sistem uspešen. Eno od teh pravil je potreba po interakciji na lokalni ravni. Ko mravlje gradijo, komunicirajo z drugimi mravljami na lokalni ravni. Mravlje, ki zbirajo umazanijo, sodelujejo; tiste, ki ustvarjajo kup umazanije, delajo skupaj, in tiste, ki tvorijo strukturo, se prav tako držijo skupaj. Strukture, na katerih delajo, se pojavljajo brez centralnega usklajevanja. Njihove organizacijske sposobnosti so fenomenalne. Nobena mravlja ne vidi velike slike. Nobena mravlja ne pove drugi, kaj naj počne. Bistvo je, da vodstvo ni potrebno. Celo kompleksno obnašanje se lahko usklajuje s sorazmerno enostavnimi interakcijami.

Znanstveniki še zdaleč ne razumejo, kako se mravlje organizirajo tako, kot to počnejo. In še vedno ni prepričljivo, zakaj so mravlje tako osredotočene

brez pritiska vodstva. Organizacije in proizvajalci prav tako proučujejo svoje znanstvene teorije, da bi videli, kako se lahko koordinacijsko obnašanje mravelj uporablja za delavce in proizvodne procese [4].

Človeški možgani imajo 92.000-krat večjo moč procesiranja in spomina v primerjavi z možgani mravelj. Kljub tej prednosti se zdi, da nismo tako organizirani, ko se ukvarjamo z lastnim delom. Razlog za to mora biti in verjetno je veliko možnih razlag, kot na primer, da sprejemamo pravila, ki so preveč zapletena, in tudi, ko uporabljamo enostavna pravila, jih na koncu izkrivljamo z uvajanjem novih pravil kot stranskih učinkov naših kompleksnih osebnosti [7].

Švicarski znanstveniki so raziskovali, kako mravlje delijo svoje delo, kar je prikazano na *sliki 2*. Ustvarile so zelo urejeno poklicno lestvico – to, kar jih osredotoča na trenutno nalogo, ne pa na tisto, kar jih še čaka vnaprej. Mravlje opravljajo tri različne funkcije in navadno s starostjo prehajajo iz ene delovne skupine v drugo. Najmlajši naj bi služili kot strežniki kraljici, naslednji po starosti kot čistilci, najstarejši pa gredo iz mravljišča ter iščejo hrano in druge vire. Ta zadnja vloga, ki poteka po relativno neznanem terenu in je oddaljen od domače baze, je navadno rezervirana za »najbolj izkušene« mravlje.[8]

Ljudje veliko časa porabimo za oblikovanje vodij, pa vendarle vodstvo za ljudi ni naravno. Ljudje delujemo po svojih najboljših močeh, ko delamo nekaj naravnega. Zakaj torej oblikujemo vodje? Zakaj se ne moremo osredotočiti na tisto, kar je naravno? Problem je, da je vodstvo neke vrste duševna blokada. Kadar ljudje ne vemo, kako kaj narediti, je to znak slabega delovnega sistema, a ga imenujemo »najboljša praksa«. Ta najboljša praksa postane standard in vsi sledijo temu. Vendar ta standard temelji na omejitvah človekove inteligence. Mravlje nas lahko veliko naučijo o vodenju. Živijo v kolonijah, ki jih sestavljajo milijoni posameznikov. Nimajo vodij, vendar delujejo dobro, kar lahko vidimo na *sliki 3*. Prva stvar, ki jo ljudje lahko naredimo, je osredotočenje na naravni pristop. Ljudje se rodimo z določenimi naravnimi težnjami, vendar se večino nagibov naučimo. Te naučene težnje ustvarjajo razlike zaradi



Slika 2 : Mravlje pri svojem delu – sodelovanje [11]



Slika 3 : Mravlje pri delu – gradnja infrastrukture [12]

številnih razlogov. Ti vključujejo vir znanja, način izvajanja, izkušnje, pričakovanja in motivacijo tistih, ki se učijo. Posledica tega je, da so naučene težnje zelo nepopolne. Vodstvo je ena takšnih teženj. Odstranitev koncepta vodenja je prvi korak k potencialno bolj optimizirani organizaciji.[8]

Kaj se ljudje lahko pri organizaciji in vodenju naučimo od mravelj

Filozofija mravelj je, da je prava mravlja na pravem delovnem mestu. Vsaka šteje. Mravlje ne razlikujejo med dobrimi in slabimi izvajalci. Preprosto postavijo prave mravlje na prava delovna mesta. Močne mravlje postanejo bojovníki, srednje velike postanejo delavci. Ko se jim približajo mravlje iz drugih kolonij, jih takoj prepoznajo kot »napačne na napačnih položajih« in jih odstranijo. Ljudje lahko storimo enako. Če oseba ne deluje dobro, jo lahko postavimo na pravo mesto, namesto da jo kritiziramo. Če zanjo ne najdemo pravega dela, jo šele takrat odslovimo. Če pa se odločimo, da jo bomo obdržali, se moramo prepričati, kaj res počne in da vsi v organizaciji to priznavajo.

Vse mravlje imajo v mislih en cilj – preživetje. Vse, kar počnejo, je povezano s tem ciljem. Tudi ljudje lahko razvijejo skupni cilj. Ljudem je treba predstaviti vizijo, poslanstvo. Vsi bi morali poznati vizijo in se strinjati s poslanstvom in strategijo. Pravi skupni cilj lahko vodi vsako organizacijo v pravo smer. Samo prepričati se je treba, da je vizija pravilna in da so podana orodja za izvajanje. Raziskovalci so ugotovili, da je uvajanje spremembe način življenja mravelj. V enem poskusu je raziskovalec postavil strup na drevo, ki je bil glavni vir hrane za mravlje. Ko so mravlje v kolonijo prinesle strup in ugotovile, da je to nekaj, kar je nanje negativno vplivalo, so prenehale hoditi na tisto drevo. V drugem poskusu je raziskovalec odstranil dostop mravelj do hrane. Namesto da bi organizirale stavko, kot bi to naredili ljudje, so se mravlje preusmerile na drugo nalogo – skrb za otroke. Mravlje lahko uspejo, ker sprejemajo spremembe. Ljudje bi morali storiti enako. Vključevanje sprememb v organizacijo namreč spodbuja inovativnost in produktivnost.[6]

Mravlje se bolj osredotočajo na potrebe kolonije kot na lastne potrebe. Skrbijo za svoje matere, pomagajo drugim mravljam pri gradnji in prinašajo hrano ter se borijo za preživetje kolonije. Ljudje lahko sprejmejo in bi morali sprejeti podoben pristop. Delo v korist sebe namreč lahko škoduje splošni uspešnosti ali uspešnosti celotne organizacije. Ljudje bi se morali bolj osredotočiti na skupine in organizacije. Večina ljudi verjame, da jih že veliko dela za skupno dobro, vendar pa raziskave kažejo, da je večina ljudi egocentrična, čeprav verjamejo drugače.[6]

S trdim delom, timskim pristopom, marljivostjo in vztrajnostjo so mravlje sposobne zgraditi nebotičnike. Ne potrebujejo nekoga, da jih napoti na delo, so proaktivne [9]. Pomeni, da se lahko ljudje naučimo od mravelj te pomembne lastnosti. Proaktivnost na delovnem mestu se namreč nanaša na vedenje, ki vključuje samoiniciativno prevzemanje kontrole in sprememb v delovnem okolju. Glavna značilnost proaktivnega vedenja je vnaprejšnje ukrepanje, da bi vplivali na prihodnje stanje. Pomeni povzročiti spremembo namesto na spremembo zgolj čakati. Spremembe so glavno vodilo razvoja in inovacij. Mravlje delajo zvesto in ne potrebujejo zunanjih vzvodov, ki bi jim dajali smernice, kako delati prav. In delajo prave stvari. So zveste same sebi in tega bi se morali naučiti tudi ljudje. Delajo trdo, so marljive in bodo če je njihovo mravljíšče uničeno, zgradile novo. Na slabe čase mislijo tudi takrat, ko uživajo in načrtujejo vnaprej. Na primer, medene mravlje celo poletje zbirajo in skladiščijo hrano, da bodo potem lahko preživele zimo. Prav tako vedo, da zima ne bo trajala večno, da bodo lahko kmalu prišle na plano, torej ostajajo vedno pozitivno naravnane.[3, 9]

Ljudje pogosto obupamo pri svojem delu, organizacije ne obvladujejo sprememb ali pa jih zaposleni enostavno ne želijo sprejemati. Zgodi se, da opustimo svoje cilje. Mravlje nas učijo drugače in po njih bi se lahko zgledovali tudi v organizacijah in tudi kot posamezniki. Če opazujemo mravlje na njihovi poti in jih poskušamo ustaviti, bodo iskale novo pot. Nikoli ne odnehajo. Preplezale bodo ovire, se vzpenjale, spuščale ali jih obšle, vedno bodo iskale novo pot. So torej fleksibilne in vedno pripravljene na spremembe in vedno pripravljene najti način, da pridejo tja, kamor želijo.

Mravlje so disciplinirane, hodijo v vrsti druga za drugo, vestno sledijo mravlji pred seboj, se premikajo v vrsti in nikoli ne prekinejo te linije. Tudi v organizacijah se ne bi smelo dopuščati napačnega vedenja in nediscipline. Vodja bi moral voditi in motivirati svojo ekipo v isti smeri za doseganje skupnega cilja. Karkoli mravlje delajo, je to v korist kolonije, vse delajo skupaj, poznajo svoje delo in ga tudi dokončajo. Vsako njihovo delo je pomembno in opazile bodo, če katera ne bo opravila svojega dela. Pomembno je tudi zaupanje. Ko mravlja označi sled, ki vodi do

hrane, vse ostale mravlje sledijo tej poti. Zaupajo prvi mravlji, da je označila pravo pot. Podobno bi se moral tudi vodja v organizaciji vzdržati mikro upravljanja in zaupati vsakemu posamezniku.

Bodimo kot mravlje. Nikoli ne obupajmo, glejmo naprej, ostanimo pozitivni in naredimo vse, kar lahko. Mravlje nas lahko naučijo marsikaj dobrega, vendar pa ni nujno, da kolektivni konsenz v poslovnem svetu in življenju vedno vodi do učinkovite odločitve. Morda je pri tem vredno upoštevati še misel filozofa Kanta: »*Drzni si biti pameten in uporabiti svoje znanje*«.

Zaključek

Rezultat podjetij so izdelki, njihova kakovost povečuje prodajo. Kakovost izdelka je odraz dela vsakega posameznika v tem procesu. Mravlje težijo k opravljanju svojega dela in tako bi morala tudi organizacija, vodstvo podjetja težiti v tej smeri. Ustvariti bi morala okolje, v katerem se delavec počuti pomembnega, potrebnega, ker se njegovemu delu zaupa. Tako bi dobili samoorganizacijo, pri kateri bi zaposleni sami, kakor mravlje, izločili tiste, ki ne skrbijo za korist podjetja.

Referenca

- [1] Malik, F.: Bionics Fascination of Nature. 1. izd. Munchen: MCB Verlag, 2007.
- [2] Shlosberg, M.: What Ants Can Teach Us About Leadership, maj 2010. Dostop: <https://www.managementexchange.com/hack/what-ants-can-teach-us-about-leadership> (19. 3. 2019).
- [3] 10 Management Lessons From The Ants, 2017. Dostop: <https://www.believeall.com/2017/08/10-management-lesson-from-ants.html> (27. 3. 2019).
- [4] Brace, L.: What ants can teach us about self-organization, april 2016. Dostop: <https://management30.com/blog/what-ants-can-teach-us-about-self-organization/> (25. 3. 2019).
- [5] Hearts Pest Management: How Ants Communicate. Dostop: <https://www.heartspm.com/fascination-with/ants/how-ants-communicate.php> (23. 3. 2019).
- [6] Dimovski, V., Perger, S., Peterlin, J., Grah, B., Turk, D., Šalamon, K., Grošelj, M.: Temelji managementa in organizacije, Ljubljana, Ekonomska fakulteta, 2014.
- [7] Fare, A.: What can ants teach us about organization design (or the lack thereof), marec 2016. Dostop: <https://medium.com/@andrefare/what-can-ants-teach-us-about-organization-design-or-the-lack-thereof-27b73a7cb330> (15. 3. 2019).
- [8] Wartzman, R., Drucker, P.: A Bug's Life: What Managers Can Learn From Ants, Forbes, maj 2013. Dostop: <https://www.forbes.com/sites/drucker/2013/05/07/managers-can-learn-from-ants/#320f37226243> (22. 3. 2019).
- [9] Ants management, april 2017. Dostop: <https://www.slideshare.net/PranavT94/ants-management-ppt-seminar> (25. 5. 2021).
- [10] Ptuj. Dostop: https://www.inaturalist.org/taxa/62781-Camponotus/browse_photos (28. 6. 2021).
- [11] Ptuj. Dostop: <https://www.dominvrt.si/dobro-je-vedeti/kako-se-znebiti-mravelj-2.html> (29. 6. 2021).
- [12] Todd Shriber: Ants (Active Non-Transparent ETFs) Are on the Rise, avgust 2020. Dostop: <https://www.etftrends.com/active-etf-channel/ants-active-non-transparent-etfs-are-on-the-rise/> (29. 6. 2021).

How technical solutions from nature lead us to a good organizational structure

Abstract:

In the past, traditional organizations were based on a hierarchy and decision-making was in the hands of those who were ranked higher on a hierarchical scale. Modern organizations today face a number of different situations, which are the result of globalization and a changing environment, and for this reason they become much more flattened. In every organization, it is most important to know who has the main word, who has the highest authority. On the other hand, nature offers examples of organizations of other living beings that are effective and work without control, without leaders, without instructions, yet everyone in this organization knows what to do. And above all, we were interested in this article. How is it possible that the nature and the animal world survive without leadership and control, but still survive in the world of great natural selection. The methods used by living beings to conquer a new living environment by developing new abilities can become a model in human society to build a consistent and dynamic expertise for innovation in enterprises. For many years, the study has been studying the efficiency and working efficiency of insects such as ants and bees. In this article, we focused on the fascinating world and the life of the ants.

Keywords:

bionics, organization, leadership, collective intelligence – swarm intelligence, communication



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

MEDNARODNI

INDUSTRIJSKI SEJEM 2022

www.ce-sejem.si



RAZSTAVNI PROGRAM:

FORMA TOOL – orodjarstvo in strojegradnja
AVTOMATIZACIJA IN ROBOTIKA
VARJENJE IN REZANJE
MATERIALI IN KOMPONENTE
NAPREDNE TEHNOLOGIJE

STROKOVNI SPREMLJEVALNI PROGRAM:

- DAN VARILNE TEHNIKE
- PODROČJE ORODJARSTVA
- INDUSTRIJSKA AVTOMATIZACIJA IN TOVARNE PRIHODNOSTI
- INDUSTRIJA PLASTIKE

CELJSKI SEJEM

5.-8. april 2022

PAMETNI POZICIONER CMSH S KOMUNIKACIJO HART JE EKONOMIČNA IN FLEKSIBILNA REŠITEV

Modul CMSH vam nudi vse prednosti zelo dinamičnega sistema za pozicioniranje z majhno obrabo z velikimi pretoki stisnjenega zraka in dolgo življenjsko dobo. Zdaj zadostuje samo ena naprava za hitro in natančno krmiljenje pogonov, velikih ali majhnih, linearnih ali rotacijskih, enosmerno ali dvosmerno delujočih. Skupaj z majhnimi notranjimi izgubami zraka uporaba tega modula znižuje stroške. CMSH z dvožično tehnologijo oziroma HART komunikacijo, funkcijami za spremljanje stanja in modularnim sistemom z mnogimi različicami ponuja odlično fleksibilnost za številne aplikacije.

Enostransko
in dvostransko
delovanje



Modul CMSH

Integrirana diagnostika

Poleg številnih standardnih diagnostičnih možnosti, kot je nadzor položaja, senzorji tlaka za dovodni zrak in tlaki v komori pogona odpirajo dodatne inteligentne diagnostične funkcije in povečujejo razpoložljivost sistema. Dodatno spremljanje odklopa tlaka zagotavlja še bolj zanesljivo testiranje delnega hoda.

Fleksibilna namestitvev

Montažni adapter je mogoče namestiti kot običajno na VDE/VDI 3845-1 z zunanjimi cevovodi ali preprosto in zanesljivo z integrirano napeljavo zraka na VDE/VDI 3847-2 brez kakršnih koli zunanjih cevi.

Izjemna prijaznost do uporabnika

Velik zaslon z navadnim besedilom in optičnim pokazateljem položaja procesnega ventila olajša hitro preverjanje stanja naprave s povratnimi informacijami o stanju v skladu s priporočilom NAMUR 107 (NE 107). Nameščen pomočnik za instalacijo zagotavlja, da prvi zagon ne vzame veliko časa. Izberete lahko tudi parametre aplikacije za natančen ali hiter nadzor, ki ustreza posamezni aplikaciji.

Vir:

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



NOVA KNJIGA

ARDUINO 2

Začetni koraki in praktični
Arduino projekti za vsakogar!

Več si preberite na:

<https://svet-el.si/literatura>

UNIVERZALNO IN VARNO PRITRJEHO

Marsikaterih drobnih elementov sploh ne opazimo, čeprav so zelo pomembni. Tako si je konstrukcijo priprav komajda mogoče zamisliti brez stranskih pritisknih elementov. In prav zato smo pri Elesu+Ganter razvili serijo GN 415. So kompaktnější od dosedanjih različic in prilagodljivi.

Stranski pritiskni elementi so deli, brez katerih si je pravzaprav nemogoče predstavljati konstrukcijo priprav, zato so na voljo v najrazličnejših izvedbah. Kljub temu je včasih treba uporabiti posebej

kompaktne izvedbe, hkrati pa je zaželeno, da jih je mogoče prilagoditi najrazličnejšim zahtevam. In prav za takšne primere smo pri Elesu+Ganter razvili novo družino standardiziranih elementov GN 415.

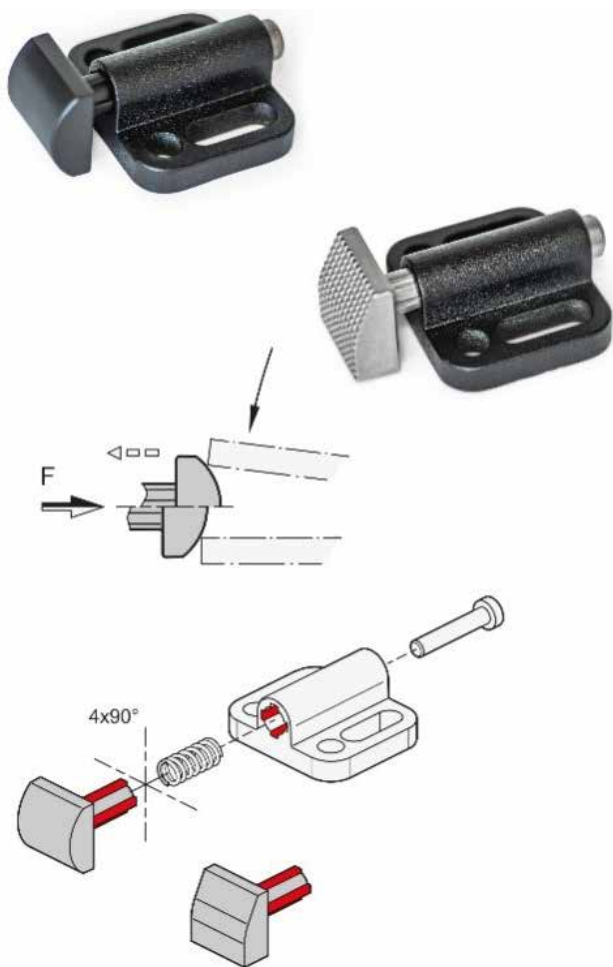
Elementi GN 415 so na voljo v treh velikostih, med 22 mm in 39 mm širine, od katerih je vsaka na voljo z dvema različno močnima vzmetema. Pomembni sta tudi obe obliki ploščic, ki sta na voljo, saj tako klinasti kot cilindrični zaobljeni pritiskni element komponent ne fiksirata samo stransko, temveč tudi z dodatnim učinkom vlečenja navzdol. Vse pritiskne elemente je mogoče okrog vzdolžne osi vrteti v korakih po 90 stopinj in jih tako bolje prilagoditi geometriji komponent, za kar je treba le odviti osrednji vijak ploščice. Pritiskni elementi so na voljo v izvedbah iz umetne mase POM ter iz nerjavnega jekla z gladko ali grobo pritiskno površino z izboljšanim trenjem. Slednji nastanejo s postopkom tlačnega litja in imajo zato zgolj minimalne tolerance pri merah.

Dejstvo, da si pri Elesu+Ganter zelo prizadevamo za enostavno in univerzalno rokovanje z našimi izdelki, se kaže tudi v načinu pritrditve črno premazanega ohišja iz cinkove tlačne litine. Dve normalni izvrtini dopolnjujeta še vzdolžni luknji, ki omogočata premik ohišja za kar 4,5 mm do 13,5 mm.

Več informacij je na voljo na www.elesa-ganter.com

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



POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2021 - ASM '21

08. decembra 2021

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

LOČNI ROČAJI Z ELEKTRIČNIM STIKALOM

Ločni ročaji z električnim stikalom omogočajo upravljanje varnostnih zaklepov in večplastnih zaklepnih sistemov z enoročnim odpiranjem vrat oz. ali zaščitne naprave.



Ločni ročaji EBR-SWB in EWB-SWM

Novi ročaji EBR-SWB so sestavljeni iz bistabilnega, normalno odprtega (NO) kontakta. Preklop poteka z vijolično tipko in je aktiven tako dolgo, dokler tipke znova ne aktivirate. Ročaji iz linije izdelkov Ergostyle® se tako uporabljajo povsod, kjer mora biti preklop aktiven dlje časa.

Ročaji EBR-SWM z monostabilno električno stikalno funkcijo imajo tako odpiralni (NO) kot zapiralni (NC) kontakt. Preklop funkcije poteka s pritiskom modrega gumba (monostabilni kontakt). Ti ročaji se nava-

dno uporabljajo na strojih ali zaščitnih napravah.

Svetleči diodi (zelena in rdeča) je z zunanjim logičnim vezjem mogoče konfigurirati tako, da prikazuje stanje tipke (npr. tipka v normalnem položaju: sveti zelena dioda; tipka aktivirana: rdeča dioda ne sveti).

Ločni ročaji z električno stikalno funkcijo so izdelani z zaščito IP65 po EN 60529.

Na voljo so naslednje standardne izvedbe:

- ▶ z vtičem (zadaj, desno ali levo), pocinkano jeklo, 8-polni priključek;
- ▶ z 8-polnim kablom (zadaj, desno ali levo) dolžine 2,5 ali 5 m.

Celotno paleto izdelkov, pa in tudi podatkovne liste, risbe in tabele s kodami ter dimenzijami najdete na spletnem naslovu elesa-ganter.com.

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



Seznam laboratorijskih metod na spletni strani
www.olma.si

OLMA 7
SINCE 1947

VALJI IN KOLESA IZ POSEBNEGA POLIURETANA ZA OBMOČJA Z ZAŠČITO ESD

Novi valji in kolesa RE.F5-ESD podjetja Eles+Ganter so narejeni iz posebnega poliuretana, ki ima električno upornost $< 109 \Omega$, kar omogoča zaščito pred elektrostatično razelektritvijo.

Zato so primerni za uporabo na območjih z zaščito pred elektrostatično razelektritvijo (angl. ESD protected area, EPA), kjer morajo biti komponente zaščitene pred škodo oziroma uničenjem zaradi elektrostatične razelektritve.

Poleg tega izboljšajo upravljanje, saj se električni naboj prenaša neposredno v tla in tako ni nevarnosti električnega udara za uporabnika.

Značilno področje uporabe so vozički, ki se uporabljajo tudi v tekstilni in embalažni industriji.

V ponudbi so tako valji in kolesa ESD z ohišjem iz jeklene pločevine za lahka (RE.F5-N-ESD) ali srednja bremena (RE.F5-H-ESD) z zavorami ali brez njih.

Kolesa in valji ESD so zasnovani za nosilnost do 8000 N. Glede na potrebo so na voljo z gibljivim ohišjem ali fiksnim ohišjem. Poleg tega imajo izjemno majhen kotalni upor, elastičnost ter visoko odpornost na obrabo in trganje.

Valji in kolesa ESD podjetja Eles+Ganter so razširitev programa ESD, ki že vključuje ločne ročaje, narebričene ročaje ter nožice z zglobi.



Električne specifikacije izpolnjujejo zahteve po ISO 22878:2004.

Celotno paleto izdelkov pa tudi podatkovne liste, risbe in tabele s kodami ter dimenzijami najdete na spletnem naslovu elesa-ganter.com.

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



HENNLICH
Pokličite nas:
041 386 064



www.hennlich.si

Dozirni ventil ABNOX AXDV-C2 (V3.0)

brez nečistoč na delovnem mestu

- prihranek na masti
- do 200 barov
- od 10 do 200 mm³
- izjemno natančen nanos masti



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

NOVI NAVORNI MOTORJI TM-2

Svojo ponudo izdelkov podjetje HIWIN širi z novo generacijo navornih motorjev z največjo gostoto zmogljivosti.

Nova merila glede natančnosti, dinamike in navora

Neposredni pogoni z izjemnimi lastnostmi temeljijo na novi seriji navornih motorjev TMRW. Ob enakih merah dosežejo do 40 % večje navore. Ne potrebujejo vzdrževanja, so brez zračnosti in prepičajo z izjemno kompaktno obliko.

Povečajte lastnosti svojih sučnih osi – o novih navornih motorjih TM-2 odkrijte več na spletnem portalu (<https://www.hiwin.de/de/Produkte/Torque-motoren/Torquemotoren-TM-2/c/5055>).



Vir:

HIWIN GmbH, Brücklesbünd 2, 7765 Offenburg, ZR Nemčija, tel.: +49 7 81-9 32 78 - 114, faks: + 49 7

81-9 32 78 - 90, E-pošta: christine.matt@hiwin.de, Internet: www.hiwin.de

NAŠE NOVE OSI LINEARNIH MOTORJEV LMSSA

Z novo serijo LMSSA ponujamo stroškovno učinkovito različico neposredno gnanih osi linearnih motorjev.



Kot vse naše osi linearnih motorjev se tudi serija LMSSA odlikuje z največjo hitrostjo premikanja in natančnostjo pozicioniranja – in to neutrudno ter skoraj brez vzdrževanja.

Osredotočenost na bistveno

Z uporabo našega inteligentnega modularnega sistema in standardizacije razpoložljivih možnosti osi LMSSA prepičajo s privlačnim razmerjem cena – zmogljivost.

Odkrijte raznolikost naših osi linearnih motorjev v našem spletnem portalu na naslovu <https://www.hiwin.de/sl/Produkte/Linearchsen-%26-Mehrachs-Systeme/Einzelachsen/Linearmotorachsen/c/4687>

Vir:

HIWIN GmbH, Brücklesbünd 2, 7765 Offenburg, ZR Nemčija, tel.: +49 7 81-9 32 78 - 114, faks: + 49 7 81-9 32 78 - 90, E-pošta: christine.matt@hiwin.de, Internet: www.hiwin.de

ELEKTRIČNI LINEARNI AKTUATOR – ELECTRAK® LL

Podjetje THOMSON LINEAR, ki ga zastopa INOTEH, predstavlja cenovno ugoden električni linearni aktuator Electrak® LL z dolgo življenjsko dobo, velikim delovnim ciklom polne obremenitve in s sposobnostjo delovanja v najtežjih delovnih okoljih.



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

Razvojni inženirji podjetja THOMSON LINEAR so se trudili in natančno preučili najmanjše podrobnosti, ki zagotavljajo, da vsi sestavni deli Electraka LL izpolnjujejo najstrožje okoljske zahteve. Rezultat je linearni aktuator, ki lahko brez težav deluje do 600 km (375 milj) v nekaterih najtežjih delovnih razmerah. Uporaba najboljših materialov in najnovejših tehnologij pa zagotavlja njihovo izjemno dolgo življenjsko dobo brez kakršnegakoli vzdrževanja.

Delovni cikel polne obremenitve Electraka LL je 35-odstoten in je za 10–20 % višji kot pri drugih primerljivih električnih pogonih. Pri manjših obremenitvah se delovni cikel polne obremenitve lahko poveča do 100 %. To pomeni, da lahko delujejo več časa pri višji frekvenci kot predhodne generacije aktuatorjev, ne da bi jih bilo treba prisilno hladiti ali izbrati močnejši in večji aktuator, kot zahteva sama obremenitev, da se prepreči pregrevanje. Ali celo slabše: uporabiti bi bilo potrebno kompleksnejše, dražje in masivnejše pnevmatične ali hidravlične pogone.

Linearni pogoni Electrak LL so idealna rešitev za veliko industrijskih aplikacij, še posebej tam, kjer je frekvenca dela srednje velika. Med drugim pri opravljanju, kot so dviganje, nagibanje in prijemanje v vozilih AGV, pri logističnih vozičkih in viličarjih ali pri stregi materiala na strojih, pri upravljanju ventilov, loput ali rezalnikov nazaj in naprej med proizvodnim ciklom. Z Electrakom LL so te naloge lažje, saj je njegova hitrost neodvisna od obremenitev in položaja ter zato stalna.

Robustnejši zunanji materiali in izboljšana UV-odporna obdelava površine izboljšujejo odpornost aktuatorjev na zunanje vplive.

Več informacij o aktuatorjih proizvajalca THOMSON LINEAR dobite pri podjetju INOTEH.

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

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@inoteh.si, internet: www.inoteh.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.

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

PRIJEMALA ZA VREČE KENOS® KSG

Podjetje INOTEH dopolnjuje svoj prodajni program s prijemali Kenos® KSG, ki nudijo nove možnosti za delo z najrazličnejšimi vrečami raznih materialov in velikosti. So zanesljiva in prilagojena številnim zahtevam uporabnikov.



Slika 1 : Kenos® KSG prijemalo

Možno jih je poljubno konfigurirati neposredno na spletni strani proizvajalca PIAB in se s tem še približati vsem uporabnikovim zahtevam. Izbirati je mogoče velikost območja prijemanja, način proizvodnje vakuuma (notranjo ali zunanjo), material tesnil in še druge dodatne možnosti.

Na voljo je prijemalo KSG tudi v velikosti 230 x 140 mm. Na voljo je tudi novi moder tesnilni obroč iz naravne gume, ki je zelo odporen proti obrabi. Poleg tega je mogoče sedaj izbrati prijemalo s kar osmimi ejetorji COAX® za še večjo zmogljivost.

Delo s prijemali KSG bo varno tudi pri vrečah iz plastike, papirja ali blaga, ki vsebujejo različne praške, granule ali tekočine. Primerna so za uporabo v najrazličnejših industrijskih sektorjih, kot so prehrana, kemikalije, farmacija in gradbeništvo.

Več informacij o prijemalih KSG dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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



4. mednarodna konferenca o tribologiji polimerov, PolyTrib 2020, ki je bila načrtovana za 28. in 29. september 2020 na Bledu, je zaradi še vedno neugodne situacije z boleznijo Covid-19 **prestavljena na leto 2022.**

Nov datum bo objavljen kmalu. Zaenkrat ga še ni mogoče napovedati, ker so bili drugi večji dogodki in konference po svetu prav tako prestavljeni in ne želimo priti v navzkrižje z njihovimi novimi termini.

Vse informacije bodo objavljene na: www.tint-polytrib.com, glede morebitnih vprašanj pa smo vam na voljo na polytrib@tint.fs.uni-lj.si.

Zahvaljujemo se za razumevanje in podporo.

Prof. dr. Mitjan Kalin
v imenu organizacijskega odbora PolyTriba 2020

ULTRALAHKO PRIJEMALO VGS™4005

PIAB širi serijo vakuumskih prijemal VGS™ z novim ultralahkim prijemalom VGS™4005. VGS™4005 je hkrati vakuumsko prijemalo in ejektor ter je namenjeno za prijetanje, pri katerem je potrebna nižja raven vakuum. Ejektorsko prijemalo VGS™4005 je robustno, enostavno za uporabo in zasnovano za delovanje v zelo zahtevnih okoljih.



Slika 1: Ejektorsko prijemalo VGS™4005

VGS™ 4005 je lahko ejektorsko prijemalo s plastičnim ohišjem, ki je optimalno takrat, ko so mase prijemancev majhne in je potrebna nižja raven vakuum, kot na primer pri delu z vrečkami. VGS™4005 je na voljo z ejektorji SX12 ali SX42 COAX® brez loputnih ventilov, ki zagotavljajo delovanje v zelo zahtevnih okoljih, kjer je zelo veliko prahu in veliko vlage. VGS™ ima vse prednosti stroškovno učinkovitega in zanesljivega decentraliziranega vakuumskega sistema.

Prednosti za kupca:

- ▶ Kompaktna konstrukcija.
- ▶ Majhna masa.
- ▶ Zmanjšana raven hrupa z vgrajenim dušilcem zvoka.
- ▶ Patentirana tehnologija COAX®.
- ▶ Združljivost z vsemi PIAB sesalnimi gumami z zunanjim priključkom G3/8«.

Ejektorska prijemala VGS™4005 so namenjena predvsem za uporabo v težkih razmerah, v okoljih z visoko vsebnostjo prahu in visoko stopnjo vlažnosti. Namenjena so tudi aplikacijam v logistiki in pakiranju.

Več informacij o vakuumskih ejektorskih prijemalih PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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

VARNOSTNI KRMILNIK MOSAIC



Slika 1: Ejektorsko prijemalo VGS™4005

Od uvedbe je MOSAIC – modularni varnostni integrirani krmilnik podjetja REER – postal pomemben za mnoge izdelovalce strojev in končne uporabnike. Njegova vsestranskost in enostavna konfiguracijska programska oprema sta glavni značilnosti, ki sta prispevali k uspehu krmilnika Mosaic. Od uvedbe je Reerova tehnična ekipa nenehno sodelovala pri razvoju krmilnika, dodajali so nove module za razširitev ter posodabljali programsko opremo.

Reer se je odločil, da ponese Mosaic na naslednjo stopnjo z lansiranjem glavne enote M1S.

Glavna krmilna enota M1S je združljiva z vsemi obstoječimi razširitvami. Izvedenka M1 zagotavlja optimalne rešitve za manjše stroje z manj zapletenimi varnostnimi zahtevami.

Vir:

PS, d. o. o., Logatec, Kalce 30b, 1370 Logatec, tel.: 01/750-85-10, e-pošta: ps-log@ps-log.si, internet: www.ps-log.si

ELEKTRONSKI REGULATOR TLAKA **ITV**

Slika 1 : ITV (Elektronski regulator tlaka)

Procesi v avtomatizirani proizvodnji zahtevajo univerzalnost in prilagodljivost. To velja tudi za tlak zraka v proizvodnem procesu oziroma nastavitve tlakana orodjih ali drugih aktuatorjih. Do zdaj se je za uravnavanje tlaka uporabljal ročni regulator tlaka, ker pa se procesi ne spreminjajo ne le dnevno ali tedensko, temveč tudi vsako uro ali še pogostejše, je postalo ročno nastavljanje tlaka zamudno in nepriročno. Da bi se izognili zastojem in potrebi po človekovem poseganju v proces, je bil razvit elektropnevmatični regulator tlaka ITV, za še večjo kompatibilnost in prilagodljivost mu je bil dodan tudi komunikacijski vmesnik (*slika 1*).

Podjetja SMC ima tako v svojem programu ITV (Elektronski regulator tlaka), ki je zmožen z upra-

vljalcem komunicirati z enim izmed najsodobnejših protokolov, kot so Profinet, Profibus, Ethernet/IP, CC-Link, DeviceNet, in IO-Link. ITV zagotavlja samodejno regulacijo tlaka ali regulacijo tlaka po »recepturi«.

Na voljo so različice s pretoki od 200 do 4000 l/min ter tlačni mi območji do 0,1, 0,5 ali do 0,9 MPa. Možna je tudi montaža na skupno podnožje, s čimer je tak »paket« kompaktnejši in lažje povezljiv.

Vir:

SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: + 386 7 388 5425, faks: +386 7 3885 415, internet: www.smc.si, www.smc.eu, e-pošta: tehnika@smc.si

DOMEL

Inovativne rešitve za industrijo prihodnosti

Na slovenskem trgu zastopamo podjetja Bosch Rexroth, Phytron in Stäubli.

STÄUBLI

- Industrijski roboti

**Rexroth**
Bosch Group

- Servo pogoni in krmilna tehnika
- Linearna tehnika

**phytron**

Extreme. Precision. Positioning.

- Koračni motorji



IQS PUSH-IN NATIČNI PRIKLJUČKI IZ POLIPROPILENA



olja in silikona in so dobavljivi posamično.

IQS natične priključke serije PP je razvil vodilni svetovni proizvajalec Sang-A posebej za uporabo v industriji polprevodnikov. Konusni navojni priključki so na voljo v polipropilenu ali v kombinaciji z nerjavnim jeklom, nimajo prevleke iz PTFE, zato jih je treba pred privijanjem opremiti s primerno tesnilno maso. Prozorno plastično ohišje omogoča ogled medija. Zaradi mehanskih lastnosti polipropilena je največji obratovalni tlak močno odvisen od temperature.

Nova serija natičnih priključkov IQS iz PP, odpornih na stisnjeni zrak, vodo (tudi demineralizirano), neškodljive pline in tekočine (brez mineralnih olj), je lahka in

stroškovno ugodna alternativa natičnim priključkom iz nerjavnega jekla. Priključki so izdelani iz materialov, ki jih je odobrila FDA, odpornih na hidrolizo, brez

Vir:

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



**Inovativna
regulacijska oprema**

GIAFLEX

Gia-S d.o.o., Industrijska 1K, 1290 Grosuplje

Tel: +386 1 7865 300; E-mail: info@gia.si

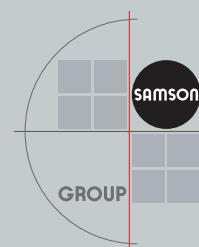
Spletna stran: www.samson-slo.com, www.gia.si, www.giaflex.com

SAMSON GROUP • www.samsongroup.de

SAMSON AG • MESS- UND REGELTECHNIK



SAMSON



NOGOMET PRI MINUS 40 °C v NAPIHLJIVI HALI

Podjetje GIA-S je pomagalo izvesti projekt napihljive hale za pokrito nogometno igrišče v kraju Joensuu na Finskem. Pokrito nogometno igrišče je namenjeno za veliki nogomet (*slika 1*). Dimenzije balona so približno 124 m x 64 m, višina pa v najvišjem delu približno 25 m.



Slika 1 : Napihljiva hala s strojnimi delom – zunanji pogled in notranjost

Za ogrevanje napihljive hale balona sta namenjena dve kompaktni enoti oziroma toplotni postaji. Elektro načrt smo izdelali v GIA - S d. o. o. Podjetje GIA je za postaji dobavilo tudi toplotni izmenjevalec, regulacijske elemente Samson in izvedlo krmiljenje postaje vključno z zagonom na terenu. Vgrajena je oprema Samson in toplotni izmenjevalec Alfa Laval.

njena dve kompaktni enoti oziroma toplotni postaji. Elektro načrt smo izdelali v GIA - S d. o. o. Podjetje GIA je za postaji dobavilo tudi toplotni izmenjevalec, regulacijske elemente Samson in izvedlo krmiljenje postaje vključno z zagonom na terenu. Vgrajena je oprema Samson in toplotni izmenjevalec Alfa Laval.



Slika 2 : Toplotna postaja in zunanji pogled na kompaktni enoti

Postaji delujeta sicer neodvisno in povsem samostojno. Da ne bi prišlo do razlik v željeni temperaturi vpiha, je izvedena t. i. Glavna (master) in pomožna (slave) funkcija. Glavna postaja določi željeno temperaturo vpiha in jo pošlje pomožni postaji. Pomožna postaja sprejme ta signal in potem sama uravnava temperaturo vpiha glede na željeno vrednost.

Tako imata obe postaji enako željeno vrednost vpiha in ne prihaja do različnih temperatur vpiha. Ob okvari na glavni postaji preide pomožna postaja samodejno v vodilni (master) način.

1 Ogrevanje s toplotnimi postajami

Naloga toplotnih postaj je vzdrževanje nastavljenih temperature v balonu z vpihovanjem toplega zraka. Poleg tega pa mora postaja ob sneženju brezpogojno ogrevati balon na višjo temperaturo, ki omogoča taljenje snega.

Za ogrevanje napihljive hale balona sta name-

2 Krmilje

Posamezna toplotna postaja ima lastno elektroopremo za krmilje.

Za krmiljenje posamezne toplotne postaje je uporabljeno:

- ▶ prosto programabilni krmilnik Samson 6611-2, ki ima vgrajen barvni LCD zaslon na dotik za upravljanje

- ▶ dve I/O enoti 6620 (vsaka ima 20 vhodov/izhodov),
- ▶ M-bus-Modbus pretvornik – prehod Samson za priklop kalorimetra.

Krmilnik Samson je na nadzorni sistem na objektu priklopljen preko protokola Modbus-TCP. Preko Modbus RTU – RS485 komunikacije (M-bus-Modbus Gateway) odbira podatke s kalorimetra, ki jih potem posreduje preko komunikacije Modbus TCP na nadzorni sistem. Krmilnik upravljamo lahko lokalno ali pa daljinsko preko skoraj vseh pametnih naprav.

Preko pametnih naprav je tudi dostop do zgodovine trendov, ki se shranjujejo lokalno na krmilniku. Poleg tega krmilnik zapisuje tudi vse spremembe nastavitve, ki so se izvedle na krmilniku. Seveda je dostop do upravljanja sistema zaščiten z več nivojskimi gesli.

3 Regulacija

Zaradi posebnosti projekta ter zaradi neugodnih vremenskih razmer in zahtev dobavitelja toplotne energije so za delovanje toplotne postaje postavljene posebne zahteve.

Za regulacijo je tako uporabljenih kar 7 PI regulacijskih zank:

- ▶ regulacija zelene temperature (T) vpiha glede na T v balonu,
- ▶ regulacija dejanske T vpiha,
- ▶ regulacija minimalne T dovoda sekundarnega kroga,
- ▶ regulacija maksimalne T dovoda sekundarnega kroga,
- ▶ regulacija minimalne T povratka na sekundarnem krogu,
- ▶ regulacija maksimalne T povratka primarnega kroga,
- ▶ regulacijo minimalne T povratka na primarnem krogu. (Zelena T vpiha, T vpiha, min Tpovr., maks. Tpovr., minTdov, maxTdov, minTpovSek to je skrajšan opis zank).Izhodi teh regulacijskih



Slika 3 : Regulacijski ventil Samson tip 3260

zank vplivajo na posamezni ventil ali na oba ventila.

Regulacija temperature je izvedena s kaskadnim delovanjem ventila na primarnem krogu in ventila na sekundarnem krogu. Pri tem se hkrati s posameznim ventilom zagotavlja tudi, da vsi zahtevani parametri oziroma pogoji ostanejo v nastavljenih mejah.

Na sekundarnem krogu se omejuje minimalna T povratka, da ob vklopu ne bi prišlo do zamrznitve izmenjevalca na primarnem delu. Ob vklopu postaje in ventilatorjev bi bila temperatura na sekundarnem krogu lahko krepko pod lediščem in bi lahko prišlo do zamrzovanja na primarni strani.

Za povratek primarnega kroga je izvedeno omejevanje minimalne in tudi omejevanje maksimalne temperature. Zahtevi na objektu sta bili: za minimalno temperaturo 20 °C, za maksimalno pa samo 45 °C.

Na povratku je vgrajen tudi ventil brez pomožne energije, ki zagotavlja minimalno T povratka tudi ob izpadu električnega napajanja. Celoten kompleks ima za rezervo sicer izveden tudi priklop na agregatno električno napajanje.

4 Režimi delovanja

Naprava navadno deluje v dveh osnovnih režimih, Economy in Comfort, ter v posebnem režimu SNEG. Preklop in nastavev temperatur se opravljata preko CNS-a.

Napravo je mogoče tudi izklopiti, vendar ima režim SNEG prednost in, ko se sproži signal sneženje, naprava preide v režim SNEG, tudi če je bila prej izklopljena. V režimu SNEG naprava vpihuje maksimalno dovoljeno temperaturo vpiha.

Tovarniško nastavljena temperatura balona za režim Eco je 7 °C in za režim Comfort samo 10-12 °C. Na vratih električne omare je tudi stikalo, s katerim lahko enostavno lokalno izberemo režim delovanja postaje.

5 Omejevanje hitrosti naraščanja / padanja moči

Glede na precejšnjo moč postaje je v sistem vgrajena tudi funkcija, ki omogoča omejevanje hitrosti spreminjanja krmilnega signala za regulacijo temperature. S tem je zagotovljeno, da pri distributerju toplotne energije ne prihaja do prevelikih nenadnih skokov v porabi energije. Omejevanje je možno nastaviti v obe smeri, tako za naraščanje kot tudi za padanje.

Funkcija je izvedena predvsem za postaje, ki so priklopljene na manjše distributerje ali kotlovnice in jim tak nenadni skok / padec porabe lahko povzroči težave, padanje ali zviševanje temperatur itd.

6 Zagon

Zagon sistema je bil v decembru 2018. Toplotna postaja je bila testirana že v Sloveniji. Na terenu so se priključila le tipala na odvodu in dovodu zraka ter seveda napajanje in komunikacija. Zaradi nizkih temperatur je morala hkrati z začetkom napihovanja balona začeti delovati tudi toplotna postaja, da je takoj zagotovila ogrevanje balona. Nato se je izvedlo še fino nastavljanje toplotne postaje, sistema.

Obe toplotni postaji sta priklopljeni na nadzorni sistem. Izvajalci in uporabnik lahko dostopajo do obeh toplotnih postaj daljinsko (tudi iz Slovenije), do osnovnih parametrov preko nadzornega sistema, do vseh uporabniških in tudi servisnih parametrov pa tudi direktno na krmilnik Samson 6611-2.

Trovis 6600, regulator, uporabljen na Finskem, je krmilno-regulacijski sistem za avtomatizacijo zgradb. Avtomatizacijski sistem, ki ga je certificiral BACnet, se načrtuje in programira preko grafičnega programskega orodja Trovis 6690. Program, ki deluje v okolju Windows, ima integrirano obsežno podatkovno knjižnico s predizdelanimi postrojenji, regulacijskimi sklopi, funkcijami in parametri, zato so načrtovanje, dokumentiranje in izvedba projektov regulacije za izdelovalca in implementatorja preprosti in časovno učinkoviti. Za namembni projekt izdelan program se naloži na glavno enoto CPU sistema 6600. Ta obdeluje informacije iz priključenih razširitvenih enot, senzorjev, tipal in ustrezno glede na zastavljene zahteve, krmili na sistem priključene periferne naprave, aktuatorje, stikala, svetila, ipd. Uporabniki sistema imajo možnost vplivati na regulacijo, parametre, časovne programe in imajo tudi dostop v podatke, ki jih sistem zapisuje v interni spomin. Možnost spreminjanja, opazovanja ali upravljanja podatkov je urejena z nivoji pravic, kar zagotavlja visoko stopnjo varnosti sistema. Oskrbovanje je mogoče preko zaslona na dotik, ki je integriran ali ločen od krmilnika. Upravljanje je mogoče tudi preko standardnega spletnega brskalnika



Slika 4 : Krmilno-nadzorni sistem



Slika 5 : Krmilnik Samson Trovis 6611-2 in Samson Trovis 6610

na osebni računalnik, če je sistem priključen v računalniško omrežje LAN ali internet. Dostop, vizualizacija, upravljanje in spremljanje avtomatiziranega objekta s trenutnimi podatki so mogoči preko osebnega računalnika, pametnega telefona ali tablice preko interneta. Zaradi kompatibilnosti BACnet je v sistem mogoče integrirati obstoječe naprave ali obratno.

7 Zaključek

Sistem za avtomatizacijo, vizualizacijo in nadzor je mogoče uporabiti pri:

- ▶ poslovnih in stanovanjskih zgradbah,
- ▶ hotelih,
- ▶ bolnišnicah,
- ▶ šolah, muzejih,
- ▶ kopališčih, bazenih,
- ▶ industrijskih skladiščih,
- ▶ kotlarnah, energetskih centralah itd.

Poleg ogrevanja nogometnega igrišča na Finskem je regulacijski sistem TROVIS 6600 že večkrat uporabljen tudi v Sloveniji, predvsem zaradi svoje robustnosti in zmožnosti oddaljene (»remote«) nadgradnje strojne in programske opreme, kar zagotavlja nam, kot naročniku, cenejše vzdrževanje.

- ▶ Pekarna Grosuplje (Don Don), Krmiljenje kotlovnice in posebnega sistema za pripravo STV, krmiljenje kotla, pošiljanje obvestil o napakah sistema preko e-pošte.
- ▶ TILA Cerknica, Kogeneracijsko postrojenje 350 kW za proizvodnjo el. energije, kotel na lesno biomaso 1MW, tehnološko ogrevanje, sušilnica in ogrevanje.
- ▶ DOLB Kozje, Sistem daljinskega ogrevanja kraja Kozje s kotlarno in toplotnimi postajami in programsko opremo HeatingNetwork.

Vir:

GIA-S Industrijska oprema d. o. o., Industrijska cesta 1K, SLO - 1290 Grosuplje, tel.: +386 1 7865 300, E-mail: info@gia.si | www.giaflex.com

SPLAČA SE BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 številke)
- 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



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

Revija v
hrvaškem
jeziku

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



MotoMINI

majhen samo po velikosti



reddot award 2019
winner

YASKAWA Slovenija • www.yaskawa.si

YASKAWA

MOČ HIBRIDA – CENOVNO UGODNI LEŽAJNI VLOŽKI IZ VISOKOZMOGLJIVE PLASTIKE ZA KOVINSKA OHIŠJA LEŽAJEV

Klemen Šobak

Podjetje igus® GmbH iz Kölna je razvilo plastične vložke za sferične ležaje iz visokozmogljivih polimerov. V nekaj sekundah jih je mogoče vstaviti v standardna kovinska ohišja in s tem ustvariti stroškovno učinkovit in visoko zmogljiv hibrid. Kovinske ležajne enote pa postajajo zaradi sferičnih ležajev, narejenih iz visoko zmogljivih polimerov iglidur®, bolj ekonomične.

Pokončne ležajne enote in ležaji s prirobnico so danes nepogrešljivi elementi v strojogradnji. Takšni ležaji se uporabljajo povsod, kjer je potrebno zagotoviti rotacijsko gibanje okoli osi (na primer pri transportnih trakovih). V okoljih z veliko prisotnostjo umazanije pa se običajno pojavijo težave. Prah in druge nečistoče so velika obremenitev za ležaje, zato jih je treba redno mazati, da se sploh lahko premikajo. To zahteva veliko časa in denarja, kljub temu je odpoved ležajev pogost pojav že po enem letu.

Obstaja alternativa: drsni ležaji, narejeni iz visokozmogljivih polimerov, ki omogočajo suho delovanje brez maziv, so se v zahtevnih okoljih izkazali za odlično rešitev.

Sami polimerni ležaji niso novost na trgu (*slika 1*). Kljub temu se mnogi uporabniki menjavi izogibajo zaradi zmotnega prepričanja, da bo v stroje potrebno vključiti nova ohišja različnih dimenzij, kar bi bilo časovno in finančno potratno. V večini primerov to ni potrebno, saj se lahko sferični ležajni vložek JEM-SP iz visokozmogljivega polimera v nekaj sekundah vstavi v kovinsko ohišje. Tako nastane hibrid, ki popolnoma odpravi potrebo po mazanju.

Skrivnost suhega delovanja je visokozmogljiv polimer iglidur®. Sestavljen je iz termoplastičnega osnovnega materiala, obogatenga s trdnim suhim mazivom, ki se med gibanjem sprosti. Dodatno mazanje plastičnega drsnega ležaja tako ni potrebno, kar predstavlja velik prihranek – strošek maziv in menjava obrabljenih ležajev namreč uporabnika stanejo približno 60 evrov letno.

Sferični vložki polimernih ležajev so brizgani, stanejo približno 3 evre in delujejo brez zunanjih maziv. Tako je hibridna rešitev 20-krat ugodnejša in običajno bolj vzdržljiva, saj bo sferični ležajni vložek serije JEM-SP večinoma brez težav deloval več kot eno leto. Zaradi vlaken in polnil, ki so dodana v matriko materiala, je sferični ležajni vložek namreč izjemno robusten in odporen proti obrabi.

Mnogi uporabniki se kljub očitnim prednostim drsne plastike izogibajo prehodu s klasičnih kovinskih ležajev na polimerne drsne ležaje, vendar imajo le-ti kar nekaj prednosti.



Slika 1 : Sferični ležajni vložki iz visokozmogljivega polimera iglidur®, primerni za kovinska ohišja omogočajo velike prihranke

Klemen Šobak, Hennlich d. o. o., Kranj

Uporabniki ne prihranijo le finančno, ampak tudi časovno, kajti ročno mazanje kovinskega ležaja traja približno tri minute. V velikih obratih s 1.000 ležaji, ki jih je treba mazati vsakih štirinajst dni, nanese to kar 1.200 ur letno. Poleg tega uporaba polimernih ležajev zmanjša stroške nadomestnih delov, saj se gredi manj obrabijo. Navsezadnje so vložki polimernih sferičnih ležajev 80 % lažji od kovinskih, kar razbremeni pogonske sklope in tako prihrani energijo. Povečajo tudi zanesljivost strojev in drugih sistemov. Uporabniki morajo sferične ležaje zamenjati le ob koncu njihove življenjske dobe, ki traja dve, tri ali več let - odvisno od uporabe.

Namestitev sferičnih ležajnih vložkov je enostavna. V kovinska pokončna in prirobnična ohišja jih je mogoče vstaviti v nekaj sekundah brez dragih in zamudnih predelav.

Sferični ležajni vložki serije igubal® so trenutno na voljo v petih dimenzijah za cenejša ohišja iz jeklene pločevine, v osmih dimenzijah pa so na voljo za ohišja iz litega železa (UC203-210).

Zaradi enotnih velikosti je mogoče sferične vložne ležaje iz visokozmogljivega polimera namestiti ne glede na proizvajalca. Tako jih lahko uporabimo v fiksnih prirobničnih ležajih z dvema in štirimi luknjami kot tudi v ležajih s pokončnimi ohišji. Sferični ležajni vložki iz visokozmogljivega polimera se med drugim uporabljajo v transportnih sistemih, polnilnih sistemih, kmetijskih in gradbenih strojih.

Vzdržljivost, odpornost proti obrabi in kemična odpornost standardnih materialov iglidur® J in J4 so le nekatere od koristi za uporabnike. Material iglidur® praktično ne absorbira vlage, zato uporaba na prostem ne predstavlja nobenih težav. Dodatna prednost sferičnih ležajnih vložkov je tudi odpornost proti koroziji. Za posebne zahteve, ki presega standardno uporabo, igus® nudi dodatne vrste iglidurja®: od visoko temperaturno odporne različice iglidur® X do alternativnega A350, ki je skladen s FDA standardom za občutljiv živilski sektor.

Uporaba hibridnih ležajev bo z zmanjšanjem porabe maziv izboljšala tudi ekološko učinkovitost podjetja.

S polimernimi različicami pa ni mogoče zamenjati le kovinskih krogličnih ležajev v kovinskih ležajnih ohišjih, ampak tudi druge vrste ležajev, na primer klasične kovinske kompozitne drsne ležaje. Ti so sestavljeni iz kovinske lupine in tanke prevleke iz politetrafluoroetilena (PTFE). Plast PTFE ima območje obrabe okoli 0,05 milimetra. Ko se ta sloj izrabi, kovinsko ohišje pride v stik z gibljivo gredjo in jo poškoduje, odprava okvare pa uporabnika stane novega ležaja in nove gredi.

Pri polimernih ležajih delovanje ni omejeno zgolj na 0,05 milimetrov obrabne plasti, saj homogena



Slika 2 : Sferični ležajni vložki JEM-SP iz visokozmogljivega polimera iglidur® se lahko v nekaj sekundah vgradijo v kovinska ohišja.

struktura brez posebne drsne plasti zagotavlja skoraj konstanten koeficient trenja in stopnjo obrabe v celotnem življenjskem ciklu izdelka. Teoretično je tako celotna debelina stene na voljo kot obrabno območje ležaja.

Uporaba v praksi kaže, da je v mnogih (ne vseh!) primerih ekonomično zamenjati klasične kovinske ležaje z ležaji iz visokozmogljivih polimerov iglidur®. Prehod iz običajnih kovinskih na drsne plastične ležaje je danes povsem varen in brez tveganja, saj je primernost in ekonomičnost menjave mogoče preveriti z igusovimi® spletnimi aplikacijami oz. kalkulatorji. Pri tem pomagajo tudi prodajni inženirji iz podjetja HENNLICH. Sporočiti je treba le dinamične in statične obremenitve ležaja v aplikaciji. Kalkulator nato glede na vnesene podatke izračuna življenjsko dobo v številu ciklov in delovnih urah.

Izračun življenjske dobe temelji na rezultatih realnih testov, pridobljenih v podjetju igus® in njihovem lastnem laboratoriju, ki je največji v tovrstni industriji. Letno v igusovem® laboratoriju izvedejo več tisoč različnih testov z več milijardami premikov, kar pomeni, da bo uporabnik imel pred odločitvijo o zamenjavi vse podatke za pravilno izbiro materiala iglidur® in podatek o življenjski dobi ležaja v svoji aplikaciji.

Vir:

www.kem.de in gradivo podjetja igus® GmbH

INDUSTRIJSKI HLADILNIKI V ŽIVILSKI IN KEMIČNI INDUSTRIJI

Industrijski hladilniki so v živilski industriji, pivovarstvu, vinarstvu, kemični in farmacevtski industriji pomembni za zagotavljanje kakovostnih in neoporečnih končnih izdelkov. Za pravilno izbiro je vsekakor pomembno poznavanje tehnologije predelave in pridelave izdelkov. Pogosto so potrebna empirična znanja, dobljena z dolgoletnimi izkušnjami.

1 Živilska industrija

Namen hlajenja v industriji živil je zniževanje temperature živil ali vzdrževanje živil na zahtevani temperaturi. Posamezni prehranski izdelki imajo svoje optimalne pogoje tako za proizvodnjo kot za shranjevanje. V postopku priprave hrane je temperatura eden najpomembnejših parametrov za zagotavljanje varne hrane. Cilj hlajenja je vsekakor zmanjšanje hitrosti biokemičnih in mikrobioloških procesov v živilih in s tem zagotavljanje kakovostnih izdelkov, hkrati pa podaljšanje roka uporabe.

V industriji hrane in pijač je mogoče uporabiti več različnih hladilnih sistemov. Če je med obdelavo potrebno hlajenje, je eden najpogostejše uporabljen načinov nižanja temperature z ohlajeno vodo. Če za proces hlajenja potrebujemo temperaturo medija pod 5 °C, moramo uporabiti glikol. Zelo pomembno je, da se uporabi tip oziroma vrsta glikola, ki je neoporečen pri prehranskih procesih in ni škodljiv živim bitjem.

1.1 Hlajenje v vinarstvu

Pridelovanja vina sega stoletja nazaj. Z leti je tehnologija pridelave vina napredovala, kakovost vina se je s številnimi eksperimenti in izkušnjami zelo izboljšala. Pri tem je poznano, da je pravilno vzdrževana temperatura v procesu pridelave kakovostnega vina odločilna. Med celotnim procesom od grozd-

ja do vina je več korakov, pri katerih je potrebno hlajenje. Zato je bistveno poznavanje vloge hlajenja ter poznavanje delovanja hladilnih sistemov. Hlajenje v vinarstvu se uporablja tudi za spodbujanje spremembe stanja, v tem primeru kristalizacije. Cilj hladne stabilizacije je oboriti tartarično kislino v vinu in s tem izločiti vinski kamen. Na podoben način se lahko tudi v žganjekuhi obarja maščobne kisline pred stekleničenjem.

1.2 Pivovarstvo

Ustvariti popolno pivo zahteva veliko priprave in truda. Pri pripravi je treba uporabiti sveže sestavine, ustrezne metode in posebno opremo. Bistveni del procesa je natančen nadzor temperature med varjenjem piva, ki močno vpliva na končni izdelek. V vseh fazah proizvodnje je uravnavanje in nadziranje temperature enostavno s pravilno izbrano, kakovostno in zanesljivo hladilno ali grelno napravo.

2 Kemična in farmacevtska industrija

V farmacevtski industriji mnogo postopkov, ki vključujejo biološke ali biokemijske reakcije, poteka le ob strogih pogojih. Pri tem je temperatura najbolj pomembna. Poleg tega se surovine in produkti, shranjujejo v zelo nadzorovanih pogojih, navadno pri nizkih temperaturah. Tako se v farmacevtski industriji uporabljajo dovršeni in precizni hladilni sistemi.

Čeprav reakcije pri kemični industriji niso tako strogo nadzorovane, kot na področju farmacije, je nadzor temperature pomemben dejavnik pri doseganju visoke učinkovitosti reakcij. Zato je vzdrževanje temperature tudi v kemični industriji pomembno. Destilacija, kristalizacija in kondenzacija so le nekateri od postopkov, ob katerih je potrebno hlajenje, zato so hladilni sistemi v teh procesih nujno potrebni.

3 Izbira ustreznega hladilnika

Podjetje **OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana** nudi širok nabor opreme za hlajenje vode, pri čemer ima posamezna vrsta hladilne naprave specifično delovanje, prednosti in temperaturne pogoje, v katerih deluje optimalno.



Slika 1 : Posode s hladilnimi plašči v vinski kleti

OMEGA AIR

Air and Gas



Slika 2 : Hladilnik vode v prerezu



Slika 3 : Hladilnika vode (15 kW in 130 kW)

V živilski in kemični industriji se pogosto uporabljajo hladilniki vode iz serij, ki so bile načrtovane in izdelane prav za zahtevne namene te industrijske panoge. Naprave omogočajo natančno kontrolo temperature hladilne vode, izpostavljene dolгим procesom in različnim temperaturnim obremenitvam. Serije so poleg tega že v standardni izvedbi opremljene z vsemi komponentami, ki so potrebne za nemoteno delovanje. Poleg standardnih izvedb je na voljo dovolj opsijske opreme, da se enoto prilagodi potrebam posameznika. Mešanico vode in glikola lahko ohladi do 0 °C, kar zadostuje večini porabnikov. Nekateri modeli pa omogočajo ohlajevanje medija tudi do -25°C. Za posebne primere temperaturnih režimov obstaja tudi opcija odklopnega vodnega kroga s primarno in sekundarno črpalko, kar omogoča nemoteno delovanje ob večjih temperaturnih razlikah med vstopno in izstopno vodo.

Pri izbiri optimalnega sistema hlajenja so pomembni naslednji kriteriji:

- ▶ želena temperatura vode na vstopu in izstopu,
- ▶ pretok medija ali zahtevana hladilna kapaciteta,
- ▶ lokacija postavitve hladilne enote (zunaj / znotraj), letne temperaturne razmere,
- ▶ zahtevani tlak sistema / naprave, rezervoar pod tlakom ali atmosferski rezervoar,
- ▶ aplikacija, za katero se bo uporabil hladilnik vode.

www.omega-air.si



BREZOLJNI VIJAČNI KOMPRESORJI



O₂ IN N₂ GENERATORJI



ADSORPCIJSKI SUŠILNIKI



HLADILNIŠKI SUŠILNIKI



OMEGA

AIR

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00

info@omega-air.si

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

EVROPSKA UNIJA IN UPORABA SILE

Avtorica začne svoje razmišljanje o uporabi sile s pomenljivim naslovom: »EU kot prebujajoča se mednarodna vojaška igralka«. V bistvu gre za izvirno delo oziroma prispevek in analizo pogojev, pod katerimi je EU vključena v upravljanje z vojaškimi krizami tako s stališča EU kot tudi javnega mednarodnega prava s posebnim ozirom na Organizacijo združenih narodov.

Prvo poglavje govori o temeljih CSDP (Skupna varnostna in obrambna politika). Drugo poglavje govori o vojaških operacijah, podprtih z možnostmi članic EU. Sile, ki bi jo uporabila EU, ni mogoče razumeti le z upoštevanjem njenega pravnega reda. Zato se mora ravnati po pravu OZN. Tretje poglavje predstavlja pogoje za zakonito uporabo sile v okviru vzdrževanja in uveljavljanja miru.

Zato četrto poglavje oriše odnos med EU in OZN v praksi. Peto poglavje analizira odnos med EU in Varnostnim svetom OZN s stališča prava EU. Šesto poglavje v bistvu testira vsa prejšnja poglavja ter prouči vse tiste primere, pri katerih je EU molčala in se ni odzvala glede na



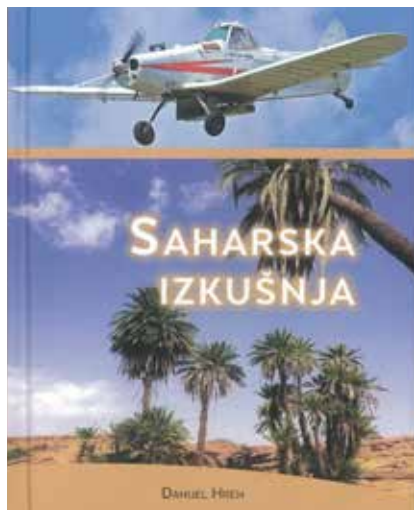
kontekst uporabe sile. Sedmo poglavje se opredeli do tega, ali je EU lahko odgovorna za kršitve človekovih pravic in mednarodnega humanitarnega prava, ki so bile storjene v okviru operacij CSPD.

Ko se nekateri sprašujejo o učinkovitosti mednarodnih organizacij glede mirnega reševanja sporov, je treba temeljito poznati veljavne mehanizme za ohranjanje miru in varnosti. Obilica mednarodnih organizacij

včasih zamegli pravo podobo uveljavljanja mednarodnega prava ali kot se temu reče zdaj, vladavine prava. Na drugi strani tudi množica mednarodnih konferenc, predsedovanj in podobnih dogodkov prinaša samo 'rešilne' poteze, učinka pa ni. J. Schmidt prinaša nekaj več svetlobe v labirint varovanja miru in varnosti, pri čemer pa veliko breme ostaja še vedno na ramenih držav, ki uresničujejo sklepe, ki jih sprejemajo mednarodne organizacije. Avtorica se žal ne dotakne uporabe sile v mednarodnem letalskem pravu (sestrelitev civilnega letala med letom), čeprav ima dobro podlago v 3. členu Konvencije o mednarodnem civilnem letalstvu, ki prepoveduje uporabo orožja. V praksi držav bi našla tudi nekaj primerov (Ruska federacija, Poljska), ko so države uporabo orožja proti civilnemu letalu med letom uzakonile v nacionalni zakonodaji. Podrobno o tem morda kdaj drugič.

Julia Schmidt, *The European Union and the Use of Force*, Marc Maresceau (ur.), BRILL NIJHOFF, 2020, ISBN 978-90-04-35606-1 (hardbeck).

DANIJEL HREN: SAHARSKA IZKUŠNJA



Saharska izkušnja je pripoved o tem, kako te kobilice pripeljejo v Afriko. Avtor se je vključil v delo Mednarodne organizacije za prehrano (ang. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations), ki je hotela zaščititi rodovitni zeleni pas

sredozemskega dela Alžirije. Ta del so ogrožale požrešne kobilice, ki so na svoji poti uničevale vse, kar jim je prišlo pred usta. Pri tem so izkoriščale tople tropske zrake, s katerimi so brez težav potovale preko Sahare. Države, ki so sodelovale v borbi proti kobilicam, so s svojimi letali zagotavljale obrambno črto in s škropljenjem insekticidov zaustavljale napredovanje kobilic. Avtor je letel na letalu Piper Pawee PA-25. Najprej je bil pilot jadralnih letal, pozneje je postal poklicni pilot, ki je v zraku preživel 8500 ur, leta 2010 se je upokojil, sedaj pa kot inštruktor letenja nadaljuje z letenjem v letalski šoli. Gre torej za izpoved 'profesionalca', ki mu kaže verjeti!

Akcijo uničevanja kobilic je koordinirala letalska družba Air Algérie, ki je zagotavljala namestitve, prehrano in tehnično spremstvo posadkam. Letala naših posadk so v Alžirijo prepeljali z alžirskimi vojaškimi letali. Tu se naša zgodba pravzaprav začne. Avtor opiše pot iz Zagreba v Mar-

seille, nato s trajektom v Alžirijo. Potovanje so spremljali nepričakovani dogodki, ki bodo bralca gotovo pritegnili v napeto branje. Še posebej so zanimivi opisi poletov nad Saharo, druženje z domačini, pristajanja v pesku, oskrba z gorivom. Kobilic ni bilo. Zato pa veliko letenja in doživetij. Med drugim so piloti izvedeli tudi to, da so strupi, s katerimi so zatirali roje kobilic, tako strupeni, da so hkrati uničili tudi vse domače živali, ki jih domačini niso odpeljali na varno! Avtorja je prevzela divja lepota Sahare. Strinjam se z njim, saj sem tudi sam podoživel saharski pesek – vroč, da z golo nogo nisi mogel stopiti nanj, in mrzel, ko je sonce zašlo. Prav gotovo pa obiskovalca teh krajev pritegne igra barv puščavskega peska in neskončnih sipin, ki te spomnijo na valovanje morja. Zanimivo branje, ki nas vsaj malo potegne 'stran' od naše dnevne resničnosti. Ljubljana, samozaložba, februar 2021, ISBN 978-961-07-0388-4, COBISS. SI-ID 50886403

OGLAŠEVALCI

▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana	334
▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje	333
▶ DOMEL, d. d., Železniki	342
▶ ELESAGANTER GmbH, Brunn am Gebirge, Austria	323
▶ FESTO, d. o. o., Trzin	289, 356
▶ GIA-S. d. o. o., Grosuplje	343
▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj	337
▶ HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija	306, 307
▶ ICM, d. o. o., Vojnik	355
▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi	339
▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	333
▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje	289
▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana	336
▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana	289, 351
▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	289, 353
▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto	289
▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri	289, 290
▶ PODKRIŽNIK, d. o. o., Ljubno ob Savinji	289
▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	289, 292
▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica	309, 347
▶ SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIO, Ljubljana	353
▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana	337
▶ TECOS, Razvojni center orodjarstva Slovenije, Celje	309
▶ UL, Fakulteta za strojništvo	335, 340
▶ YASKAWA, d. o. o., Ribnica	347

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIO

SLOTRIB 2022



**POSVETOVANJE o TRIBOLOGII, MAZIVIH in
TEHNIČNI DIAGNOSTIKI,**

**bo potekalo junija 2022 v sklopu
forumu IRT**

Se vidimo v Portorožu!

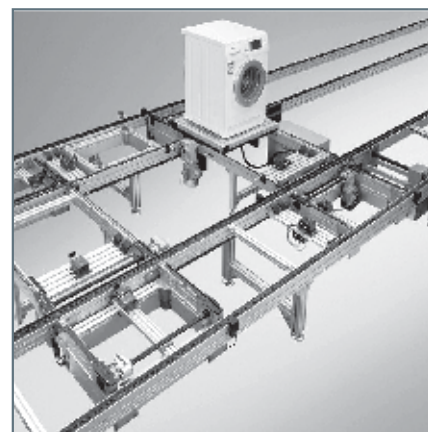
Rexroth

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

© Ventil 27(2021)5. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
 © Ventil 27(2021)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 27
 Year Letnica 2021
 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: mag. Anton Stušek
 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 KOLBČAR, 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
- ▶ prof. dr. Riko ŠAFARIČ, FERI Maribor
- ▶ Janez ŠKRLEC, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Poljska
- ▶ 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: Schwarz Print, d. o. o., Ljubljana
 Marketing in distribucija: Roman Putrih

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

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

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.

15.-17.2.2022

GR, Ljubljana , Slovenija

powered by **iCm** www.icm.si



Robotics



FESTO



**Konfigurirajte
in naročite
zdaj!**

**Vi želite pospešiti svoj inženiring.
Vi iščete avtomatizirane procesne ventile.
Mi smo vaš partner pri procesni avtomatizaciji.**

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

Hitro, enostavno, intuitivno! Ne glede na to, kakšne procesne ventile potrebujete, novi Festo konfigurator sestavi popolno pogonsko enoto KDFP za vašo aplikacijo, jo primerno dimenzionira in namesto vas poskrbi za naročilo. Vključuje tudi sistemski ID za hitro in natančno ponovno naročanje in pravilno konfigurirane CAD podatke. Vstopite v novo dobo konfiguriranja še danes!

→ www.festo.com/kdfp



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