

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 25 / 2019 / 3 / Junij

Srednji čas do
okvare hidravličnih
ventilov

Uporaba sodelujočega
robota

Vzdrževanje
hidravličnih naprav

Hidravlika
skozi čas

PPTcommerce d.o.o.

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si

FISHER

ELMaticTM

Dantorque

HYTORK

Shafer

BETTIS

Field

EMERSONTM
Process Management



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OPL

S3C
pnevmatika | hidravlika

Parker

IMI
Precision Engineering

MIEL **OMRON**
www.miel.si



ppt commerce

E L E K T R O N S K E R E Š I T V E

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

KRMILNA PALICA



ARMATURNÁ PLOŠČA

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

KRMILNIK
SD Premier



PROTIZDRSNI VENTIL

ZAVORNI VENTIL
- zaznavalo tlaka



MOTOR



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

ZAZNAVALO
HITROSTI

SPREMINJANJE
HITROSTI

PROTIZDRSNI
VENTIL



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

KONČNO IZJAVA V BRAN SLOVENSKEMU JEZIKU!



Končno, bi lahko zapisal, se je prebudil nekdo oziroma več ljudi, ki so stopili v bran uporabi slovenskega jezika v vsakdanji rabi. Redni, izredni in dopisni člani in članice V. razreda za umetnost ter II. razreda za filološke in literarne vede Slovenske akademije znanosti in umetnosti, skupaj 28 podpisnikov, izražajo osuplost spriču zanemarjanja skrbi za ohranitev in razvoj slovenščine v Republiki Sloveniji. Napisali so odprto pismo in ga poslali vladi RS, našemu državnemu zboru in ustavnemu sodišču ter slovenski javnosti. Pisci odprtega pisma med drugim opozarjajo, da je osamosvojitve slovenskega naroda temeljila tudi na nevarnosti, da izgubimo svoj materni jezik. Z osamosvojitvijo smo bili prepričani, da je slovenski jezik »rešen«, saj smo rabo in uporabo slovenskega jezika zapisali v ustavo in v zakone. Ustanovili smo državne organe, kot je Komisija za slovenski jezik v javnosti pri Slovenski akademiji znanosti in umetnosti, in druge organe. Kljub temu danes ugotavljamo, da vse to ne pomaga in da se spet pojavljajo prva znamenja nevarnosti za zaton našega maternega jezika.

Avtorji odprtega pisma navajajo nekaj praktičnih primerov kršitve osnovnih pravic našega naroda do uporabe maternega jezika.

Med drugim navajajo, da operacijska sistema multinacionalke Apple, ki sta se uveljavila v Sloveniji, ne podpirata slovenščine. Sprašujejo se, kako je mogoče, da se ob protestih kulturnih in znanstvenih ustanov državni uradniki cinično sprenevedajo, da zakon ne ščiti slovenščine pri osebnih računalnikih in osebnih mobilnih telefonih, češ da gre za osebno in ne za javno rabo.

Drugi očitek piscev odprtega pisma se nanaša na pisanje znanstvenih člankov in publikacij ter uvažanje predavanj na fakultetah v tujem jeziku. Predvsem poudarjajo, da je to nesprejemljivo za slovenske študente in za slovenske uporabnike strokovnih publikacij.

Avtorji javnega pisma omenjajo tudi zanemarjanje slovenščine pri imenovanju novih podjetij, lokalov in podobno. Konkretnih primerov pa ne navajajo. Naj tu zapišemo dva od množice šokantnih prime-

rov nerazumljive uporabe tujih jezikov, predvsem angleškega, in celo popačenk iz angleščine in slovenščine. Kako je mogoče, da v glavnem mestu naše domovine vidiš na gostinskem lokalu napis za ime lokala »Long bridge pub« ali pa na sejmu v Sloveniji, kjer razstavlja slovensko podjetje industrijske in druge pline, napis »Gases for life« itd.

Naša sredstva obveščanja so sicer povzela bistvo odprtega pisma in dokaj široko poročala, vendar nekih posebno obsežnih komentarjev, ocen, stališč in mnenj v teh sredstvih nismo zasledili. To se mi zdi zelo velika nevarnost. Če ne bodo tisti, ki obveščajo, informirajo in seznanjajo ljudi, in če ne bodo tisti, ki vplivajo na javno mnenje ljudi, o takih problemih več pisali, potem smo lahko zaskrbljeni.

Kaj pri vsem tem lahko naredi peščica še tako razgledanih, izobraženih ljudi, kot so ti, ki so napisali javno odprto pismo?

Kaj bo pri tem storil nekdo, ki je trenutno najvplivnejši mož v tej državi, če je imel v srednji šole popravne izpite, verjetno tudi iz slovenščine. Prav gotovo ne veliko ali celo nič!

Pri vsem tem se ne bo zgodilo nič, če ne bodo angažirane širše množice ljudi, predvsem mladih. Če ne bo več domovinske zavesti, potem smo lahko prepričani, da tudi braniteljev maternega jezika ne bo.

Rešitev bi bila preprosta, če bi imeli trdnejši odnos do jezika in njegove uporabe mi navadni ljudje in širše množice. Sam sem opozoril podjetje, ki je na sejmu uporabilo prej navedeni zapis. Če bo pomagalo, ne vem. Če bi nas bilo več takih, bi se to spremenilo. Ali pa: če ljudje ne bi obiskovali gostilne z zgoraj navedenim imenom, bi si verjetno lastnik hitro premislil in spremenil ime.

V zadnjih dveh letih smo imeli pri nas četvero volitev. Niti na enem soočenju kandidatov ni bilo odprto vprašanje rabe in uporabe slovenskega jezika v javnem življenju.

Prav gotovo smo izgubili boj pri uporabi slovenskega jezika za znanstvene članke in znanstvene publikacije in tudi verjetno za znanstvene monografije. To je do neke mere razumljivo. Na primer: revija *Strojniški vestnik*, ki jo izdaja Fakulteta za strojništvo v Ljubljani, zaradi zelo majhnega trga ne more izhajati v slovenskem jeziku. To je povsem razumljivo, vendar bi morali naši znanstveniki pisati in objavljati tudi v revijah s slovenskim jezikom. To bi moralo biti zapisano v merilih za habilitacijo v znanstvene in pedagoške nazive na univerzah in raziskovalnih institucijah.

Revija *Ventil* skoraj izključno objavlja v slovenskem jeziku. Tu pa tam je kakšna izjema. In prav v tej reviji bi morali objavljati mladi znanstveniki s področja strojništva, tehnike ter naravoslovja in takšna objava bi morala biti tudi merilo za napredovanje v nazive, pri ovrednotenju kakovosti dela in pri oceni o napredovanju v plačilne razrede.

Janez Tušek

29. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

VZDRŽEVANJE

2019



DRUŠTVO
VZDRŽEVALCEV
SLOVENIJE

DVS

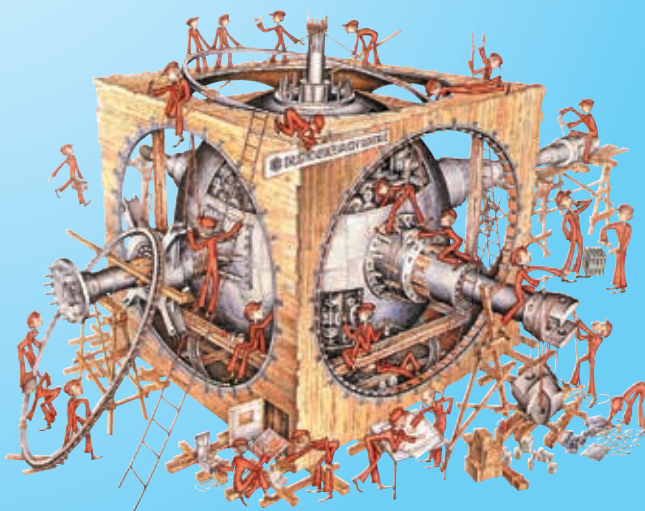
Otočec, 9. in 10. oktober 2019

9. oktober 2019: delavnice, ni razstave

10. oktober 2019: razstava, brezplačna predavanja

www.tpvs.si

www.drustvo-dvs.si



e-mail: tajnik@drustvo.si

tel: 041 387 432

DOGODKI • POROČILA • VESTI	186
NOVICE • ZANIMIVOSTI	200
HIDRAVLICNI VENTILI	
Nejc Novak, Franc Majdič	
Srednji čas do okvare hidravličnih ventilov	214
ROBOTIKA	
Simon Erjavec, Matjaž Mihelj, Sebastjan Šlajpah, Marko Munih	
Uporaba sodelujočega robota in obogatene resničnosti na primeru aplikacije sestavljanja	220
VZDRŽEVANJE HIDRAVLIKE	
Franc Majdič	
Vzdrževanje hidravličnih naprav – 4. del	224
HIDRAVLIKA SKOZI ČAS	
Darko Lovrec	
Razvoj hidravlične pogonske tehnike skozi čas – 3. del: Bramahove stiskalnice in naprave	228
BIONIKA	
Jan Harb, Maja Harb	
Učimo se od mravelj in postanimo učinkovitejši	238
LETALSTVO	
Filip Plešnik, Emil Zubalič, Viktor Govže, Viktor Šajn	
Ekipa Edvarda Rusjana Fakultete za strojništvo v Ljubljani osvojila prvo mesto na mednarodnem univerzitetnem tekmovanju DBF (Design-Build-Fly)	244
Aleksander Čičerov	
Velik premik – BÜYÜK GÖÇ	248
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Natančen, dinamičen, prilagodljiv električni cilinder EPCC (FESTO)	250
Večji potencial za Mini PLC (AKYTEC)	251
NOVOSTI NA TRGU	
Tlačni prenosniki CANopen® / CAN J1939 (INOTEH)	252
Polimeri za ležaje in za neposreden stik z živili (HENNLICH)	253
Vodilo valjev HIWIN s pokrivnim trakom LMX (HIWIN)	254
Parker QAC zračni hladilnik olja z najnižjim nivojem hrupa na trgu (PARKER)	255
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Generatorji dušika in kisika (OMEGA AIR)	256
PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI	
Zanimivosti na spletnih straneh	262

VARILSKO POSVETOVANJE »DAN VARILNE TEHNIKE« V OKVIRU CELJSKEGA MEDNARODNEGA INDUSTRIJSKEGA SEJMA

Janez Tušek

Letošnji industrijski sejem v Celju, ki je bil od 9. do 12. aprila, lahko štejemo med najpomembnejše industrijske dogodke v jugovzhodni Evropi v tem letu. Vsebina sejma je bila razdeljena v štiri tematske sklope. Najpomembnejši sklop je bil orodjarstvo in strojogradnja, za njim varjenje in rezanje, nato pa še materiali in komponente ter napredne tehnologije.



Polna dvorana udeležencev med posvetovanjem

Organizatorji sejma so resnično zadovoljni v vseh pogledih. Število razstavljalcev se je povečalo za 20 odstotkov, število obiskovalcev pa kar za 25 odstotkov. Na sejmu se je predstavilo 350 razstavljalcev in 900 blagovnih znamk iz 32 držav s celega sveta. Z razstavljalci so bile zasedene vse njihove površine. V štirih dneh je bilo skoraj 16.000 obiskovalcev.

Na sejmu so bile podeljene nagrade za najbolj inovativno podjetje – kot proizvajalca in kot zastopnika neke druge tuje firme. V kategoriji proizvajalcev je zasedlo prvo mesto Gorenje Orodjarna, d. o. o., iz

Velenja, v kategoriji zastopnikov pa je prvo mesto pripadlo podjetju KMS, d. o. o., iz Šenčurja na Gorenjskem.

Razstavljalci z varilskega področja

Na varilskem sejmu so razstavljali vsi, ki v slovenskem prostoru na varilskem področju kaj pomenijo. Manjkala je le Elektroda Jesenice, ki je največji proizvajalec dodatnih materialov za oblačna varjenja v tem delu Evrope. Za razlog izostanka ne vem, domnevam pa lahko, da je zanje slovenski trg izjemno majhen in da tudi takšen sejem ne prispeva veliko k povečanju števila strank.

Na sejmu so bili predstavljeni številni novi varilski stroji za oblačna in uporovna varjenja, ki so opremljeni z roboti ali z drugimi pomožnimi napravami ter z najrazličnejšimi senzorji in zaznavali za spremljanje in krmiljenje procesov. Razstavljene so bile tudi naprave za toplotno rezanje kovinskih in nekovinskih materialov ter številna druga oprema in pripomočki, ki jih uporabljamo na področju varjenja in spajanja materialov v trajno zvezo.

Na sejmu so bili tudi proizvajalci zaščitnih in drugih plinov, ki jih uporabljamo za varjenje, spajkanje in toplotno rezanje.

Obiskovalci so pokazali največje zanimanje za avtomatsko in računalniško krmiljeno napravo za laserski razrez kovinskih materialov, ki je izjemno učinkovita in natančna glede dimenzij rezanja in ravnosti reza.

Strokovno varilsko posvetovanje

V okviru Celjskega industrijskega sejma vsaki dve leti poteka tudi Dan varilne tehnike, ki ga je v za-

Prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., TKG, d. o. o., Ljubljana

dnjem obdobju vedno organiziralo Krško društvo za varilno tehniko ob pomoči Društva za varilno tehniko Maribor ter številnih podjetij in posameznikov.

Dan varilne tehnike lahko razdelimo v štiri sklope. Prvi je strokovno posvetovanje, drugi je tekmovanje varilcev, tretji je podelitev priznanja za življenjsko delo na varilskem področju v Sloveniji ter četrti druženje in razglasitev rezultatov tekmovanja varilcev. Na letošnjem posvetovanju je bilo predstavljenih 14 referatov, ki po svoji vsebini in tematiki segajo v sam svetovni vrh.

Poleg strokovnega posvetovanja je bil Dan varilne tehnike namenjen tudi tekmovanju varilcev po postopku MAG in TIG.

Najbolj svečan dogodek Dneva varilne tehnike pa je bila slavnostna podelitev nagrade in priznanja za življenjsko delo na področju varilstva. Letos je bil nagrajenec dr. Janez Begeš iz Lesc na Gorenjskem.

Predstavljeni referati so bili razdeljeni v tri ločene sklope, ki so bili smiselno povezani v celoto. V prvem so bili obravnavani materiali in njihova varivost. Prvi referat z naslovom: Vpliv toplotne obdelave na lastnosti maraging jekla, navarjenega po postopku MIG – WAAM (Metal Inert Gas – Wire and Arc Additive Manufacture), je predstavila Maja Lindič s Fakultete za strojništvo iz Ljubljane. Pokazala je, kako je možno z varjenjem izdelati določene polizdelke in jih z naknadno obdelavo dodelati. Pri tem je uporabila varilno žico iz maraging jekla. Težava, ki pri tem nastopi, je staranje maraging jekla z izdelavo vsakega naslednjega varka. Zato je treba med varjenjem zelo natančno upoštevati količino vnesene energije v vsak predhodno izdelan var.

Primerjava dveh metod za merjenje zaostalih napetosti na zvarih je bil drugi predstavljeni referat Marjane Milković s Fakultete za strojništvo mariborske univerze. Uporabila je metodo energijske rentgenske difrakcije in metodo vrtanja izvrtine ter merjenje z merilnimi lističi.

Tretji prispevek je nosil naslov Kontrola kakovosti pri varjenju sistemov pitne vode iz nerjavnih cevovodov, ki ga je predstavil Iztok Palčič iz QTehe iz Krškega. Opisal je faktorje, ki vplivajo na degradacijo materiala, to je na razpad avstenitnega nerjavnega jekla.

Četrti prispevek z naslovom Možnost uporabe simulatorja toplotnega cikla varjenja pri optimizaciji spojev, narejenih z uporabo različnih materialov, je prišel s Fakultete za strojništvo iz Maribora. Avtorjev je bilo več, članek je predstavil Edvard Bjelajac. Avtorji so opravili raziskave na simulatorju toplotnega cikla varjenja.

Zadnji prispevek v prvem sklopu z naslovom Ukrepi pri varjenju visokotrnostnih obrabnoodpornih jekel je predstavil Andrej Skumavc iz Acronija z Je-



Utrinek iz praktičnega dela tekmovanja varilcev

senic. Tudi tu je bilo avtorjev več. Vsebina članka govori predvsem o varivostnih preskusih, ki so jih opravili s preskusom Y-Tekken. Osnovna ugotovitev avtorjev je bila, da je za varjenje obrabno obstojnih jekel treba uporabiti po kemični sestavi nekoliko manj legiran dodajni material, kot je osnovni.

Drugi sklop referatov je nosil naslov Postopki varjenja, avtomatizacija in robotizacija. Predstavljenih je bilo pet referatov. Prvi bi moral biti predstavljen prispevek z naslovom Robotski sistemi za varjenje, ki ga je napisal Andrej Kreft iz Daihena Varstroja iz Lendave, a se avtor iz neznanih razlogov posvetovanja ni udeležil.

Drugi prispevek z naslovom Modulni mobilni laser je predstavil Primož Repnik iz podjetja TKC iz Ljubljane. Predstavljen je bil nov koncept izdelave mobilnih laserjev, ki omogočajo delo na terenu ali pa v podjetju na različnih delovnih mestih. Na novo razvita laserska naprava omogoča prenos naprave tudi na težje dostopna mesta, ker jo je možno razstaviti po modulih, katerih masa ne preseže 40 kg. Naprava bo opremljena z vlakenskim laserjem, ki omogoča kakovostno reparaturno varjenje orodij najrazličnejših oblik in najrazličnejših materialov.

Domen Zorko iz Numipa iz Krškega je predstavil članek z naslovom Zanesljivost vodotopnega papirja pri ščitenju zvarnega korena. Vodotopni papir se lahko uporabi za tesnitev plina za zaščito korena v cevi, ki jo moramo variti. Prednost uporabe vodotopnega papirja je, da ga po varjenju ni treba odstraniti, ker v stiku z vodo razpade in ga je mogoče s pretokom vode odstraniti.

Tadej Muhič iz Lth-castinga iz Škofje Loke je predstavil referat Postopek večdimenzionalnega hladnega spajanja ulitkov. Avtor članka na varjenju z gnetenjem aluminijastih ulitkov deluje že skoraj deset let, zato zelo dobro pozna postopek, vso po-

trebno opremo in možnosti uporabe varjenja z gnetenjem v praksi.

Zadnji prispevek v tem sklopu je prispevalo podjetje Kočever in sinovi iz Ločice ob Savinji. Podjetje se ukvarja z izdelavo strojev in opreme za uporovno varjenje. Predstavilo je uporovno varjenje z invertnim virom toka in z enosmernim tokom ter varilne klešče izjemnih dimenzij, ki jih izdelujejo predvsem za tuji trg.

Zadnji, *tretji sklop* štirih predavanj smo poimenovali Vzdrževalna dela in specialne industrijske aplikacije.

Simon Kvas iz podjetja TKC iz Ljubljane je predstavil Prednosti plazemske metalizacije pred navarjanjem s TIG-postopkom. Avtor je opisal plazemsko navarjanje z neprenesnim oblikom in z dodatnim materialom v obliki prahu. Podjetje uporablja postopek predvsem za navarjanje elementov iz nerjavnega martenzitnega jekla s prahom iz stelita 6. Ti navarjeni elementi se uporabljajo v steklarstvu.

Drugi prispevek Obraba zvarov ter navarov na komponentah orodij strojev v gradbeni in rudarski industriji je predstavil Niko Bajec iz podjetja Balavto iz Ajdovščine. Podjetje se ukvarja z izdelavo opreme za gradbeništvo in rudarstvo. Tudi vsebina članka je zajemala to področje.

Klemen Pompe iz podjetja TKC iz Ljubljane je predstavil Lasersko varjenje nerjavne pločevine in zglašjevanje varov z laserjem. Prikazal je, kako je možno z laserjem izdelati zware na nerjavni jekleni pločevini in z laserskim žarkom zglati teme zvarov. Na takšnih zvarih ni potrebna nobena naknadna obdelava ali naknadno poliranje temena zvara.

Zadnji prispevek z naslovom Izzivi spajanja avtomobilske karoserije v fleksibilni serijski proizvodnji je podal Tomaž Blatnik iz Revoza iz Novega me-

sta. Opisal je trenutne trende na področju spajanja materialov v avtomobilski industriji. Poleg varilnih postopkov, ki jih uporabljajo v vsakdanji praksi, je predstavil tudi lepljenje in mehansko spajanje pločevin in elementov v avtomobilski industriji.

Po zaključku predavanj je bila organizirana okrogla miza z naslovom Varjenje kot tehnologija za vzdrževanje in različne industrijske aplikacije. Na okrogli mizi, ki jo je vodil dr. Andrej Lešnjak iz QTechne iz Krškega, so sodelovali še Tomaž Blatnik iz Revoza iz Novega mesta, Tadej Muhič iz Lth-castinga iz Škofje Loke, Peter Veselič iz Varesija iz Ljubljane in dr. Janez Tušek iz TKC-ja iz Ljubljane.

Pogovor je tekel predvsem o novostih varjenja, o različnih praktičnih aplikacijah varjenja v industriji in o uporabi različnih varilnih postopkov v novih produktih. Bili smo si enotni, da se uporabnost tehnik varjenja pri novih proizvodih povečuje in praktično ni uporabnega izdelka, pri katerem pri izdelavi ne bi uporabili varjenja materialov ali nekega drugega postopka spajanja materialov v trajno neločljivo zvezo.

Podelitev nagrade za življenjsko delo na področju spajanja materialov

Na Dnevu varilne tehnike že tradicionalno podelimo nagrado za življenjsko delo. Tokratni nagrajenec je bil dr. Janez Begeš iz Lesc na Gorenjskem. Dr. Begeš je velik strokovnjak in poznavalec varilske stroke, ki je deloval in sodeloval na različnih varilskih področjih in v različnih delih sveta. Po osnovni izobrazbi je inženir kemijske tehnologije. Vse svoje življenje je posvetil varilstvu.

Zanj lahko zapišemo, da je bil oziroma da je še vedno raziskovalec, pedagog, vodja in podjetnik. Po zaključku osnovnega in srednješolskega izobraževanja na Gorenjskem se je vpisal na študij kemijske tehnologije, ki jo je uspešno zaključil in se zaposlil v Železarni Jesenice kot tehnolog. Po nekaj letih so ga nemirni duh, svetovljanstvo in želja po raziskovanju vodili v Južno Afriko, kjer se je zaposlil v podjetju Örlikon. Odgovoren je bil za proizvodnjo elektrod, izobraževanje in prodajo. Tudi tu je ostal le nekaj let. V začetku sedemdesetih let je odšel na doktorski študij v Hannover v Nemčijo, kjer je na Institutu für Metalkunde pri prof. Erdmannu Jesnitzerju opravil doktorski študij in uspešno obranil doktorsko disertacijo. Po zaključku študija se je v Nemčiji zaposlil in v tem času ustvaril družino. V začetku osemdesetih let se je vrnil v domovino in se zaposlil na Institutu za varilstvo v Ljubljani kot vodja izobraževalnega oddelka. Leta 1984 se je vrnil na svojo rodno Gorenjsko. Do upokojitve je delal v Elektrodi Jesenice kot vodja enote dodajnih materialov.

Tudi po uradni upokojitvi ni miroval. Bil je soustanovitelj podjetja Metalweld na Poljskem in ustanovitelj podjetja Eurosol. Obe podjetji z velikim uspehom delujeta še danes.



Podelitev priznanja dr. Janezu Begešu za življenjsko delo na področju varilstva



Pogled na teoretični del tekmovanja varilcev v Celju

Nagrada za življenjsko delo v letu 2019 je prav gotovo prišla v prave roke. To so potrdili številni udeleženci letošnje prireditve, ki se dr. Begeša spominjajo kot odličnega pedagoga, raziskovalca in vodja oddelkov v podjetjih.

Tekmovanje varilcev

Tekmovanje varilcev je že tradicionalen dogodek na industrijskem sejmu v Celju. Tokrat je bilo še šesto po vrsti. Tekmovanje je potekalo v obločnem varjenju po postopku MAG in postopku TIG.

Varilci so tekmovali v teoretičnem in praktičnem delu. Vseh udeležencev letošnjega tekmovanja je bilo 33, od tega 20 za postopek MAG in 20 za postopek TIG. Za varjenje MAG je dosegel prvo mesto Hazam Hodžić iz podjetja Altaj, za varjenje TIG pa je prvo mesto pripadlo Mateju Kožuhu iz podjetja Preis.

Zaključek

Kot sem zapisal na začetku, da so celjski organizatorji sejma lahko v celoti zadovoljni s potekom sejma, lahko zapišem, da smo varilci v celoti zadovoljni z organizacijo sejma in z organizacijo strokovnega posvetovanja, z izvedbo varilskega tekmovanja in drugim potekom dogodka.

Vsem organizatorjem iz Celjskega sejma, iz Krškega društva za varilno tehniko, iz Mariborskega društva za varilno tehniko, vsem avtorjem prispevkov, recenzentom in vsem drugim, ki so na tak ali drugačen način pripomogli k tako uspešni izvedbi sejma, iskreno čestitam in se zahvaljujem za obsežno in kakovostno opravljeno delo.

POSVET AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2019 - ASM '19

4. decembra 2019
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

ODPRILI SMO PRVO DEMONSTRACIJSKO PAMETNO TOVARNO V SLOVENIJI

Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani smo 4. 6. v Laboratoriju za strego, montažo in pnevmatiko – LASIM – odprli demonstracijski center Pametna tovarna, ki je edini in edinstven primer v Sloveniji. Nastal je vzporedno s programom GOSTOP, največjim programom Pametne specializacije S4 na področju pametnih tovarn v Sloveniji. Ideja demonstracijskega centra je skladna z osnovno idejo Pametne specializacije S4, to je prikazati inovativno uporabo in vpeljavo tehnologij industrije 4.0 in koncepta pametne tovarne v realno industrijsko okolje.



Slovensko gospodarstvo potrebuje za doseg večje konkurenčnosti na trgu digitalizacijo vseh procesov v podjetjih. V laboratoriju LASIM na Fakulteti za strojništvo UL smo pod vodstvom prof. dr. Nika Herakoviča razvili lasten arhitekturni model tovarne prihodnosti LASFA ter ga tudi uspešno prenesli v realno laboratorijsko okolje, delno pa tudi v realno industrijsko okolje. Pri tem se osredotočamo izključno na učinkovitost proizvodnega procesa. Pametne tovarne so v primerjavi s klasičnimi bolj učinkovite, inteligentne, fleksibilne, agilne ter predvsem avtonomne.

Demonstracijski center Pametna tovarna je zgrajen na konceptu distribuiranih sistemov in vključuje vse pomembnejše ključne tehnologije, ki so nujno potrebne za delovanje pametne tovarne. Pri tem predstavljata hrbtenico pametne tovarne globalni digitalni dvojček in globalni digitalni agent oz. umetna inteligenca, podprta s strojnim vidom. Ob tem ima vsak proces in sistem svojega digitalnega dvojčka in

enega ali več digitalnih agentov, ki ob podpori umetne inteligence krmilijo procese in rešujejo probleme samodejno na lokalni ravni, vsi procesi in aktivnosti pa so vizualizirani in transparentni. RFID-tehnologija omogoča sledljivost vsakega procesa in skrbi za komunikacijo med objekti in subjekti pametne tovarne. Poleg robotiziranih procesov je v demo center vključeno tudi pametno ročno delovno mesto, na katerem je možno demonstrirati različne tehnologije pametne tovarne, kot so virtualna in razširjena realnost, digitalizacija in transparentnost navodil za montažne operacije, prilagodljivost montažnih mest in zalogovnikov, ergonomijo delovnega mesta itd. Pametna tovarna v demonstracijskem okolju na ta način omogoča popolnoma fleksibilno in agilno ter popolnoma samodejno planiranje in optimiranje delovnega plana ter proizvodnega procesa.

»Zavedati se moramo, da bodo organizirani proizvodni procesi v prihodnje temeljili na kibernetski



povezljivosti, digitalnih dvojčih in digitalnih agentih, podprtih z umetno inteligenco ter na drugih ključnih tehnologijah industrije 4.0. Z razvojem ter vzpostavitvijo centra je postavljen inovativen znanstvenoraziskovalni model kot prikaz sodobnega in v praksi delujočega primera digitalizacije proizvodnih procesov. S tem smo industriji odprli vrata, da si lahko predstavniki podjetij ogledajo, kako posamezni procesi dejansko delujejo, in nato skupaj najdemo rešitev, kako bi lahko digitalizacijo prenesli v njihovo okolje in jo prilagodili njihovim potrebam,« je pojasnil profesor Herakovič.

Mag. Valter Leban iz koncerna Kolektor je dodal: »Pametna tovarna je le tista, ki se zna tudi učiti, ne zgolj izvajati vnaprej programirane naloge. Zgolj avtomatizirana tovarna torej ni pametna, saj ne dela po načelu sense-think-act oz. zaznavaj-razmišljaj-deluj.«

Dr. Marjan Rihar, direktor Zbornice elektronske in elektroindustrije na Gospodarski zbornici Slovenije, je izpostavil pomen demonstracijskega centra za gospodarstvo: »Naša podjetja se morajo poslovno spremeniti, digitalno transformirati, dvigniti dodano vrednost svojega dela in naloga zbornice je predvsem manjša podjetja spodbuditi, da sledijo temu trendu. To bo novi demonstracijski center tudi omogočal. S skupnimi močmi lahko dosežemo napredek, da naša podjetja postanejo ne le sledilci, ampak tudi vodilna na svojih področjih.«

Rudi Pajntar, direktor SRIP-a Tovarne prihodnosti, pa je povedal več o prebojnem področju in vplivu teh aktivnosti za razvoj Slovenije. Pametna tovarna je povezava ljudi, strojev, poslovanja in prebojnih tehnologij, kar je zelo kompleksno. »Pametna tovarna zmanjšuje stroške na dolgi rok, zato je to velika spodbuda, da se podjetja tega lotijo dolgoročno. Če uspemo še naprej sodelovati tako kot doslej,

bomo zgradili še marsikaj. V prihodnje bomo skušali priključiti še nove tehnologije,« je dodal Pajntar.

Katere korake pametne specializacije je Slovenija že opravila in kakšni so načrti za prihodnost, pa je pojasnil dr. Peter Wostner, vodja Sektorja za koordinacijo pametne specializacije, SVRK. Dejal je, da je digitalna transformacija za Slovenijo trenutno ena najpomembnejših tem, in izpostavil izjemen pomen in doprinos demonstracijskega centra kot primera dobre prakse.



V program slavnostne otvoritve demonstracijskega centra Pametna tovarna sta bili vključeni tudi predavanji – prvo predavanje z naslovom Namen, koncept in tehnologije pametne tovarne v demo centru so predstavili člani Laboratorija za strego, montažo in pnevmatiko, v drugem predavanju pa se je dr. Marko Thaler iz podjetja Kolektor Digital dotaknil prihodnosti pametnih tovarn.

www.fs.uni-lj.si
Foto: Željko Stevanič, IFP

SLOVENSKA INDUSTRIJA »MELJE« NAPREJ

Že 11. osrednji strokovni dogodek slovenske industrije Industrijski forum IRT je dokazal, da slovenska industrija napreduje iz leta v leto. Dvodnevna konferenca je v Portorož privabila rekordno število udeležencev in odkrila tudi mednarodne ambicije.



Številčna udeležba na prireditvi

»Največji strokovnjaki, ne le slovenske industrije, temveč tudi širše družbe, vedno bolj izpostavljajo pomen industrije, inženirstva in inovacij za razvoj sleherne države. Brez ustvarjanja bi namreč stagnirali, zato moramo še toliko bolj ceniti ljudi, ki skrbijo za tehnični napredek, saj se ta odseva na družbeni ravni,« je v uvodnem nagovoru pozdravil in pozval Darko Švetak, vodja organizacijskega odbora Industrijski forum IRT. Seveda ni skrival zadovoljstva nad rekordnim številom udeležencev, dvodnevna konferenca je v Portorož privabila kar 624 vsebin iz industrije željnih obiskovalcev.

Prvo polovico prvega dne 11. industrijskega foruma IRT so sicer zaznamovale bolj poslovne teme, tiste, o katerih bi morali vse pogostejše razmišljati tudi inženirji in direktorji podjetij. Tudi marketing ima denimo v sebi besedo »ing«, ki označuje inženirje. T. i. trženjski inženiring je še kako pomemben za uspeh podjetij, saj je treba končni izdelek ustrezno predstaviti potencialnim strankam, če želi podjetje iz njih narediti končne (in zveste) kupce. Martina Gajšek, vodja marketinga v podjetju RLS merilna tehnika, d. o. o., je udeležencem

konferenca predstavila načine, kako inženirske izdelke narediti svetovno zanimive. Spomnila je tudi na pomembnost spletne predstavitve izdelkov in rešitev, saj danes v razvitih gospodarstvih že večina prodaje med podjetji (B2B) poteka elektronsko. 74 odstotkov podjetij namreč svoje nakupne raziskave opravi preko spleta, spletna prodaja pa dosega celo 93-odstotno realizacijo, ko partnerji natančno vedo, kaj želijo kupiti. Podjetja morajo zato pospešeno uvajati elektronsko poslovanje in digitalno komunikacijo s kupci, skrbeti pa morajo tudi za čim bolj kakovostne vsebine in jasne predstavitve izdelkov.

V nadaljevanju je Igor Verstovšek iz podjetja Cosylab, d. d., prejemnik priznanja Mladi manager 2018, predstavil pomen vodenja podjetja in upravljanja kadrov in idej. Tudi inženirji morajo marsikaj vedeti o vodenju, če želijo učinkovito delovati znotraj svojih oddelkov in celotnega podjetja. Vodenja se lahko inženirji lotijo podobno kot reševanja tehničnih problemov – najprej ugotovijo, s čim imajo opravka, poiščejo razlog težav in ga odpravijo – sami ali s pomočjo dobrih praks drugih.

Dora Domajnko, prejemnica priznanja Inženirka leta 2018, je udeležence spomnila na to, da mladi potrebujejo dobre zgled. In to čim prej. Že v šolskih klopih je treba mlade navdušiti za znanost, sicer pozneje ne bo inženirjev. In prav tu je po njenem mnenju največ prostora za napredek, saj večina otrok, dijakov in študentov preprosto nima stika z inženirskim okoljem. Več pa bi morala tako šolstvo kot industrija narediti za promocijo tehničnih poklicev.

Edita Krajnovič, direktorica podjetja Mediade, soorganizatorica projekta Inženirka leta ter projekta Inženirke in inženirji bomo, pa je poudarila, da so pri otrocih najboljši motivatorji starši, ki so mladim tudi prvi (in najmočnejši) zgled. »Starši s(m)o premalo izkoriščen potencial – morali bi biti boljši motivatorji. Predvsem pa tisto, kar delamo, delati z žarom v očeh,« je dejala. Velik potencial domače industrije vidi prav v inženirskih. Če so te včasih predstavljale le dva odstotka inženirjev, njihove vrste danes zastopajo okoli desetino vseh inženirjev v državi. »To je samo dobro, saj inženirke v razvojne ekipe prinašajo drugačen pogled na svet.«

Okrogla miza o vzponu inženirjev

Dopoldanski program prvega dne foruma je sicer minil v razmisleku o industriji, v kateri poteka preboj inženirjev in inženirk. Na okrogli mizi so strokovnjaki ponudili različna razmišljanja o vzponu inženirjev, ter kdo, kdaj, kako in zakaj se bo odvil. Igor Verstovšek meni, da mora postati dolgoročna strategija našega okolja, kako ustrezno obrazložiti poklic inženirja mladim, zakaj je zanimiv in pomemben: »Danes je veliko potreb po inženirjih in programerjih, kar samo po sebi ni slabo, vendar je treba na situacijo pogledati realno. Vedno težje je dobiti nove ljudi, pomanjkanje inženirjev čutimo bolj kot kadarkoli prej. Kot podjetje rastemo 20 odstotkov letno, če bi še vedno iskali kadre samo v slovenskem bazenu, bi hitro prišli do omejitev.«

Jože Torkar, direktor energetskih rešitev v Petrolu, po izobrazbi tudi sam strojnik, verjame, da prihaja čas vzpona inženirstva. »Pravo dodano vrednost lahko ustvarjajo samo inženirji z novimi izumi. Oni so vedno tisti, ki naredijo premik. Vedno bolj pa je pomembno, da se povezujejo z drugimi vejami, kot

so na primer industrijsko oblikovanje in arhitektura. Velikokrat se ne prodaja samo funkcionalnost produkta, ampak mora uporabnik začutiti, da je dobil celovito rešitev.« Janez Tušek, nekdanji profesor na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani in direktor podjetja TKC, sicer do pravega inženirskega vzpona vidi še nekaj preprek. »Slovenski narod je tehnični narod, tu se je talilo železo že pred tisoč leti. Izzivi pa so še vedno v politiki in šolstvu. V tujini se namreč vseh projektov v akademskem okolju lotevajo s ciljem, da iz tega ustanovijo spin-off podjetje in patentirajo izum, pri tem pa je osnovno merilo uspeha projekta še vedno objava znanstvenega članka v tuji reviji,« kar Tušek vidi kot velik primanjkljaj, ki bi v tej smeri stimuliral mlade.

Nagrado TARAS prejel projekt umetnega želodca

Najprestižnejše priznanje v domači industriji za projekte, ki so jih podjetja ustvarila v sodelovanju z domačim znanstvenoraziskovalnim partnerjem, priznanje TARAS, so letos prejeli podjetje Lek in njegova razvojna partnerja Fakulteta za strojništvo ter Fakulteta za farmacijo Univerze za projekt umetnega želodca. Razvoj umetnega želodca za analizo in usmerjanje razvoja kompleksnih trdnih farmacevtskih oblik je tako botroval razvoju namenske naprave – simulatorja želodca. Strokovna žirija je izpostavila multidisciplinarnost zahtevanih znanj, saj je bilo treba združiti znanja tako s področja strojništva, elektrotehnike in računalništva kot tudi s področja farmacije. Želodčni simulator je za podjetje Lek strateškega pomena, saj omogoča pohitritev razvoja z zmanjšanjem in povečanjem uspešnosti raziskav »in vivo« ter hitrejšim začetkom trženja zdravil, kar poleg velikih finančnih učinkov pomeni manj testiranj na prostovoljcih, torej ljudeh. Inovativna naprava je namenjena tudi raziskovalnemu delu na Fakulteti za farmacijo, saj omogoča kontinuirano nadgrajevanje aktualnega znanja na tem področju farmacije in posledično nenehne izboljšave same naprave.

Za priznanje Taras so se sicer potegovali trije finalisti, poleg že omenjenih zmagovalcev še Iskra ISD Plast in Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani za projekt Razvoj polimerne izvedbe avtomobilske



Okrogla miza



Utrinek s podelitve nagrade TARAS

komponente oljnega separatorja ter Plastika Skaza in Fakulteta za strojništvo Univerze v Mariboru za Razvoj naprednega sistema za ločevanje odpadne sekundarne surovine transparentnega polikarbonata.

Razstava, ki je pokala po šivih

Razstavniki v hotelu Mind Hotel Slovenija so zadnja leta premajhni za vsa podjetja, ki bi rada razstavljala na Industrijskem forumu IRT. Več kot 50 razstavljalcev je s svojimi novostmi in inovacijami dokazovalo, da slovenska industrija še kako napreduje, pri tem pa potrebuje in uporablja tudi najnovejša tehnična rešitve.

A večina udeležencev dvodnevno konferenco obišče zaradi kakovostnih vsebin. V dveh dneh se je zvrstilo 45 strokovnih predavanj, o njihovih kakovosti pa najbolje pričata dober obisk in zbornik dogodka.

Udeležence 11. industrijskega foruma IRT je že v preddverju čakalo prvovrstno presenečenje. Korporacija ABB, ki je glavni pokrovitelj tako tekmovanja Formula E v okviru mednarodne avtomobilske zveze FIA kot tudi letošnjega Industrijskega foruma IRT, je prav na konferenci udeležencem premierno predstavila vrhunski simulator vožnje. Neverjetno pristni ABB Formula E simulator je poskrbel za izjemno realistično podajanje občutkov dirkanja – vklapljen sedež simulatorja je nameščen podobno kot v električnem dirkalniku, volan in pedali prav tako.



Razstava je bila zelo zanimiva

Za piko na i pa so poskrbela očala za navidezno resničnost Oculus Rift, ki so uporabnika preslikala v dirkalnik.

»Skupina ABB je vodilni dobavitelj rešitev za polnjenje električnih vozil z največjo instalirano bazo hitrih polnilnih postaj na svetu. Sodelovanje s prvenstvom FIA Formula E je ključnega pomena, saj rabi kot platforma za testiranje in razvoj najsodobnejših tehnologij za področje e-mobilnosti. Inženirske dosežke in dirkaški adrenalin smo preslikali na simulator ABB Formula E, ki je prvič v Sloveniji predstavljen ravno na letošnjem Industrijskem forumu IRT,« je povedal Robert Logar, prokurist in vodja oddelka robotike v podjetju ABB, d. o. o.

Bogate izkušnje in velike ambicije organizatorja dogodka Industrijski forum IRT je jasno sklenil Svetak z besedami: »Prišel je čas za mednarodno širitev dogodka. Partnerji so že večkrat izrazili željo, da bi tak dogodek organizirali tudi na Hrvaškem ali v Srbiji. Prepričan sem, da ga v prihodnje tudi bomo.«

Miran Varga, IRT3000





SPLAČA SE BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

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

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

WWW.IRT3000.COM



**UGODNOSTI ZA
NAROČNIKE REVIE**

Vsak novi naročnik prejme
majico in ovratni trak

Na voljo tudi digitalna različica revije

PREDSEDNIK REPUBLIKE SLOVENIJE BORUT PAHOR VROČIL »JABOLKO NAVDIHA« EKIPI ŠTUDENTOV STROJNIŠTVA

Ob državnem prazniku, dnevu Primoža Trubarja, je predsednik Republike Slovenije Borut Pahor na posebni slovesnosti vročil »Jabolko navdiha« ekipi študentov Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, absolutnim zmagovalcem tekmovanja »Design/Build/Fly« v Združenih državah Amerike. Na praznični dan je potekal tudi dan odprtih vrat Urada predsednika.



Sprejem pri predsedniku republike Slovenije, Borutu Pahorju

Več kot 350 obiskovalcev je nagovoril predsednik republike Borut Pahor in ob tej priložnosti vsem Slovencem doma in po svetu ob državnem prazniku izrazil najbolj pristržne čestitke. Dejal je, da je Primož Trubar, čigar praznik praznujemo danes, na nek način ubesedil slovenski jezik in položil temelje ne le kulturnega razvoja jezika, temveč tudi znanstvenega.

Vodja, študent Timotej Hofbauer, je na slovesnosti v imenu celotne ekipe Edvard Rusjan Team prevzel jabolko navdiha. Ekipa je predstavila tudi zmagovito letalo, ki so ga sami zasnovali, konstruirali in se z njim pomerili na tekmovanju v Združenih državah Amerike. V zahvalnem govoru so študenti dejali, da jim prejeta nagrada daje vzpodbudo in dodatno motivacijo za prihodnja tekmovanja, hkrati pa so v zahvalo predsedniku Pahorju podelili majico letošnje zmagovalne ekipe.

Utemeljitev:

»Edvard Rusjan Team«, ekipa študentov Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani je razvila najboljšo brezpilotno letalo z vorteksi na svetu. Z letalom, ki so ga poimenovali »Pretty boy«, so premagali vso svetovno univerzitetno elito na tekmovanju Design/Build/Fly v Združenih državah Amerike. Tekmovanja, ki poteka pod okriljem Ameriške zveze aeronavtičnih in vesoljskih inženirjev, se vsako leto udeleži več

kot 100 svetovno priznanih in uveljavljenih univerz. Njihova naloga je zasnovati radijsko vodeno letalo, ki je sposobno opraviti simulacijo operacij letal na letalonosilki. Naši študenti so postali absolutni zmagovalci na vseh segmentih tekmovanja – pri snovanju, konstruiranju, izdelavi, testiranju in letenju. Vedno so bili korak pred konkurenco in tako so v Slovenijo prinesli že drugo zmago. Prvič so zmagali leta 2015, letos pa so potrdili, da jim nihče ni enak.

Ekipa Edvarda Rusjana je »lepega dečka« gradila več kot pol leta. Vanj so vložili več kot 2000 ur dela, opravili več kot 40 testnih letov, ure pred računalniki in 3D tiskalniki so skorajda brez števila. Naši študentje so izdelali izjemno sposobno letalo, ki samostojno vzleta in dosega hitrosti čez 100 kilometrov na uro.

Izjemen in navdihujoč dosežek slovenske ekipe je rezultat večletnega dela ter odličnega teoretskega znanja ekipe na področju modeliranja, simulacij, gradnje v letalstvu in mehatronike. Neprecenljivi ob tem so bili nasveti izkušenih modelarjev in pilotov.

Z zmago so študenti Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani potrdili, da smo Slovenci pravi letalci, z znanjem in natančnostjo pa pustimo za seboj vsakogar.«

www.fs.uni-lj.si

MEDNARODNI SISTEM ENOT – FUNDAMENTALNO BOLJŠI

15. maja smo v Kongresnem centru Brdo v nabito polni dvorani obeležili svetovni dan meroslovja 2019. Letošnje praznovanje je bilo za Slovenijo, kot tudi za druge države, še posebej pomembno, saj z 20. majem stopi v veljavo redefinicija mednarodnega sistema merskih enot SI, ki smo jo vse članice Meterske konvencije svečano potrdile 16. novembra 2018 v Parizu.

To pomeni, da bo mogoč univerzalni dostop do merskih enot kjerkoli na Zemlji in tudi daleč stran od nje. Prav zato je bila krovna tema letošnjega dneva meroslovja »Mednarodni sistem enot – fundamentalno boljši« in o tem je 15. maja tekla beseda na Brdu: kakšna so bila merjenja na posameznih področjih včasih in kakšna so danes, kaj je prispeval razvoj, kako pomembne so meritve in kako se vsa ta znanja prenašajo v izobraževalni sistem, kako profesorji v šolah predajajo znanja s tega področja učencem in dijakom ter kakšne so na tem področju še možnosti za izboljšave in izzivi za naprej.



Slika 1 : Direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač in državna sekretarka na ministrstvu za gospodarski razvoj in tehnologijo go. Eva Štravs Podlogar, ki je na dogodku v imenu ministra pozdravila tudi vse udeležence

Kot so povedali naši predavatelji, je meroslovje veda o merjenju. Z merjenji in mednarodnim sistemom merskih enot (SI) se v življenju srečujemo vsak dan, na vsakem koraku, čeprav se tega niti ne zavedamo. V Sloveniji to področje pokriva in ureja Urad RS za meroslovje z dobro organiziranim nacionalnim meroslovnim sistemom, ki se ukvarja tudi s točnostjo merjenj in uporabo pravih merskih enot.

Povzetek predavanj:

- ▶ V predavanju »Vpliv redefinicije SI enot na merjenja in razvoj družbe« je dr. Rado Lapuh z Urada RS za meroslovje predstavil, kakšen vpliv ima redefinicija SI enot na merjenja in razvoj družbe ter kaj lahko v prihodnje pričakujemo na področju razvoja, varstva in izobraževanja v meroslovju.
- ▶ Mag. Matej Grum, vodja sektorja za fizikalna merjenja na Uradu RS za meroslovje, se je osredotočil na maso in enoto kilogram, ki je bila osnova za sprejetje redefinicije v predstavitvi »Merjenje mase NEKOČ – DANES – JUTRI«. Pojasnil je, kakšno je bilo merjenje mase nekoč in kakšno je danes ter kaj lahko na področju merjenja mase pričakujemo v bodoče.
- ▶ Predsednik uprave Elektra Maribor, d. d., mag. Boris Sovič, ki je na svoji poklicni poti opravljal najrazličnejše naloge, ves čas pa je bil tako ali drugače povezan z razvojem in napredkom družbe na področju energetike, kjer imajo merjenja in tovrstna znanja zelo pomembno vlogo, je zelo nazorno predstavil »Merjenja v elektrodistribucijski infrastrukturi v luči trajnostnega razvoja«.

Pravijo, da vse novosti in znanja dosežejo svoj cilj, če koristijo razvoju gospodarstva, okolja, zdravstva in varnosti ljudi. Naslednja tri predavanja so govorila prav o tem. Zadnje pa je zaokrožilo celoto in pokazalo, kako ta znanja profesorji v šolah prenašajo na učence in dijake na nekoliko bolj zanimiv oziroma inovativen ter njim sprejemljiv način.

- ▶ Dr. Tadeja Primožič Merkač, direktorica laboratorijev, SIJ Ravne Systems, d. o. o., ki je hkrati tudi aktivna predavateljica, je predstavila meroslovne zahteve in merjenja ter potrebe po znanju s tega področja v predavanju »100 + 1 meritev v slovenski industriji jekla«.
- ▶ Točna merjenja in merilni instrumenti igrajo zelo pomembno vlogo na področju zdravstva in medicine, kjer je lahko že zelo majhna napaka usodna za naše življenje oziroma zdravje. O tem in še marsičem drugem zanimivem je govorila asist. mag. Barbara Možina, vodja Oddelka za



Slika 2 : Udeleženci Dneva meroslovja 2019 so v Kongresnem centru Brdo lahko slišali številna strokovna predavanja in sodelovali v zanimivih diskusijah

laboratorijske dejavnosti na Onkološkem inštitutu v Ljubljani. Predavanje je nosilo naslov »Harmonizacija v laboratorijski medicini«.

- ▶ Dekan Fakultete za organizacijske vede na Univerzi v Mariboru profesor dr. Iztok Podbregar je vse udeležence dogodka navdušil s predavanjem »Nadzvočno letenje – ter konflikti med človeško zaznavo, mehanskim merjenjem in digitalizacijo«. Profesor dr. Iztok Podbregar je namreč po osnovnem poklicu pilot nadzvočnih vojaških letal, za sabo ima več kot tisoč ur nadzvočnega letenja, zato se izredno dobro zaveda pomena točnosti merjenj.
- ▶ Kot zadnja predavateljica pa je profesorica fizike na Gimnaziji in srednji šoli Rudolfa Maistra v Kamniku ter strokovna sodelavka na Pedagoški fakulteti. Suzana Perhavec predstavila metodologijo in ideje poučevanja in predajanja znanja iz

merjenj in meroslovja dijakom ter tudi širši javnosti. S predavanjem »Merjenja v naravoslovju od A do Ž« je z različnimi inovativnimi pristopi porušila meje in dejansko pokazala, zakaj se je potrebno o merjenjih, merskih enotah in meroslovju pogovarjati za prihodnost naše družbe in razvoja.

Redefinicija je stopila v veljavo letos 20. maja, kar bo omogočilo spremembo ustrezne zakonodaje. Sama redefinicija vključuje tudi drugačne določitve naravnih konstant, zato bodo nekatere postale točne številske vrednosti in bodo določile osnovo za vse ostale konstante in posledično enote SI.

Meroslovje bo tako v življenju ljudi še naprej igralo pomembno vlogo, saj bo zagotavljalo kakovost izdelkov in storitev, skrbelo za naše zdravje in varnost ter omogočalo gospodarski in družbeni razvoj. Z vrtenjem Zemlje, življenja in razvoja se vrtil tudi mavrični krog merskih enot, ki sledi vedno bolj točnim in stabilnim definicijam.

Naj zaključimo z besedami državne sekretarke Eve Štravs Podlogar in direktorja Urada RS za meroslovje dr. Sama Kopača, ki sta povedala, da se moramo vsi, ki delujemo na področju meroslovja, med seboj čim bolj povezovati in izmenjavati svoja znanja, kajti le tako bomo lahko močnejši pri dvigu konkurenčnosti gospodarstva, varovanju potrošnikov, bolnikov in okolja ter omogočanju hitrega razvoja družbe.

Mag. Dominika Rozoničnik,
Urad RS za meroslovje

Foto: Lara Furman in Živa Sivka,
dijakinji 2. letnika Srednje šole
za strojništvo, mehatroniko in medije Celje



Slika 3 : Mavrični krog merskih enot

LETOŠNJE SREČANJE SENIORJEV S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE

V četrtek, 25. aprila, smo se po enem letu ponovno srečali nekateri starejši strokovnjaki, ki smo precejšen del svojega »delovnega življenja« posvetili fluidni tehniki (FT) – hidravliki in pnevmatiki. Delavci s področja FT se pogosto imenujemo kar »fluidičarji«. Pred več kot desetletjem je skupina »fluidičarjev« ustanovila združenje FORUM, zato se člani tega združenja imenujemo »forumaši«. Večina nas je upokojencev, le nekaj je še delovno aktivnih.



Slika 1 : Rotunda Sv. Janeza Krstnika

Gre za tradicionalno vsakoletno srečanje forumašev v tednu po veliki noči. Letošnje ima oznako FORUM 35. V skladu s tradicijo smo srečanje realizirali prvi četrtek po veliki noči. Od 37 vabljenih se je srečanja udeležilo 22 članov; všteta sta tudi oba na novo sprejeta člana. Na vsakoletno srečanje so vabljeni tudi zakonski partnerji članov, a je njihova udeležba običajno skromna. Letos so bile prisotne žene petih članov. Udeležba je bila skoraj enaka lanski, skupno 27, lani 28.

Letošnje srečanje smo izvedli na Koroškem na Muti, torej ponovno izven osrednje Slovenije. Prevoz je praviloma »individualni problem«, izjema je le iz smeri Žiri. Žirovski Kladivar je bil nekdaj glavni izdelovalec *fluidne tehnike* v Sloveniji. Dolga leta je Kladivar, ki je zdaj v lasti francoskega podjetja Poclairn, zaposloval 200 do 300 delavcev, zato je razumljivo, da je v Žireh doma veliko »forumašev«. Tako

kot vsako leto je bil tudi letos od tam organiziran prevoz z malim avtobusom: Žiri–Škofja Loka–Ljubljana–Muta. Skoraj vsi udeleženci so uporabili ta organizirani prevoz.

Ob 10. uri smo se zbrali na Muti v gostilni Pri lipi. To je pač srečanje znancev, ki smo se v preteklih desetletjih srečevali službeno, zdaj pa smo, med ostalim, obujali spomine ter izkoristili priložnost, da si ogledamo lepe kraje na severnem obrobju Slovenije in nekaj tamkajšnjih znamenitosti. Znamenitosti je veliko, a smo imeli omejen čas (dolga vožnja) in glede na našo starost tudi omejeno »mobilnost«.

Od sedmih cerkva v občini Muta smo si ogledali le Rotundo sv. Janeza Krstnika. S *slika 1* je razviden krožni tloris cerkve. Romarsko rotundo ob izlivu reke Bistrice v Dravo je leta 1052 posvetil papež Leon IX., rimski nagrobnik, vzidan na zunanji steni, pa dokazuje več kot tisočletno zgodovino. Kustosinja nam je podala veliko zgodovinskih znamenitosti (*slika 2*).

Ob skodelicah kave (in še česa) smo si ogledali Mitnico Muta. Objekt ob reki Dravi je nova turistična zgodba v Dravski dolini – otvoritev v letu 2011. Mitnica na reki Dravi oz. ob njej je bila postavljena v



Slika 2 : Predstavitev zanimivosti Mute ob rotundi Sv. Janeza Krstnika



Slika 3: Predstavitel podjetja v prostorih DORNINGER HYTRONICS d.o.o. (prej HYPOS Muta d.d.)

srednjem veku na strateško pomembno prometno (vodno) točko med nastajajočo štajersko-koroško deželno mejo. Mitnica je lastnikom in s tem deželnim vladam predstavljala pomemben vir dohodkov, saj so pobirali plačilo (blago in denar) za prestop

deželne meje, uporabo ceste in prevoz po reki Dravi. Zaščito mitnice je zagotavljal grad Muttentberg zgoraj na hribu. V 16. stoletju je bila mitninska postaja zaradi varnosti prestavljena, leta 1830 pa ukinjena.

Strokovni del srečanja je predstavljal ogled podjetja DORNINGER HYTRONICS, d. o. o. (prej HYPOS Muta d. d.), ki je zdaj v lasti nekega avstrijskega koncerna. Hidravlične valje izdelujejo že več desetletij. Trenutno so v fazi gradnje novih dodatnih proizvodnih in skladiščnih hal. Pripravili so nam predstavitev podjetja (slika 3) in vodeni ogled že obstoječih skladiščnih in proizvodnih prostorov.

V imenu forumašev, udeležencev letošnjega srečanja, in v svojem imenu se zahvaljujem našemu članu g. Danilu Helblu, univ. dipl. inž., Ulbrich Hidroavtomatika, d. o. o., Sv. Vid, Vuzenica, za neoporečno organizacijo srečanja na Muti. Zahvaljujemo se mu seveda tudi za kosilo in prigrizke na naših ekskurzijskih postajališčih.

Jožef Pezdinik
Uredništvo revije Ventil



Univerza v Mariboru
Fakulteta za Strojništvo
Laboratorij za Oljno Hidravliko



MARIBOR, 19. in 20. SEPTEMBER 2019

mednarodna konferenca

Fluidna Tehnika 2019

Vabilo

Mednarodne konference "Fluidna Tehnika" so že od leta 1995 dalje osrednji bienalni dogodek s področja tehnologij, ki jih pokrivata hidravlika in pnevmatika.

Vabimo vas, da kot avtor prispevka, kot razstavljalet ali kot pokrovitelj mednarodne konference Fluidna Tehnika 2019, predstavite nova spoznanja, nove proizvode, dosežke in storitve.

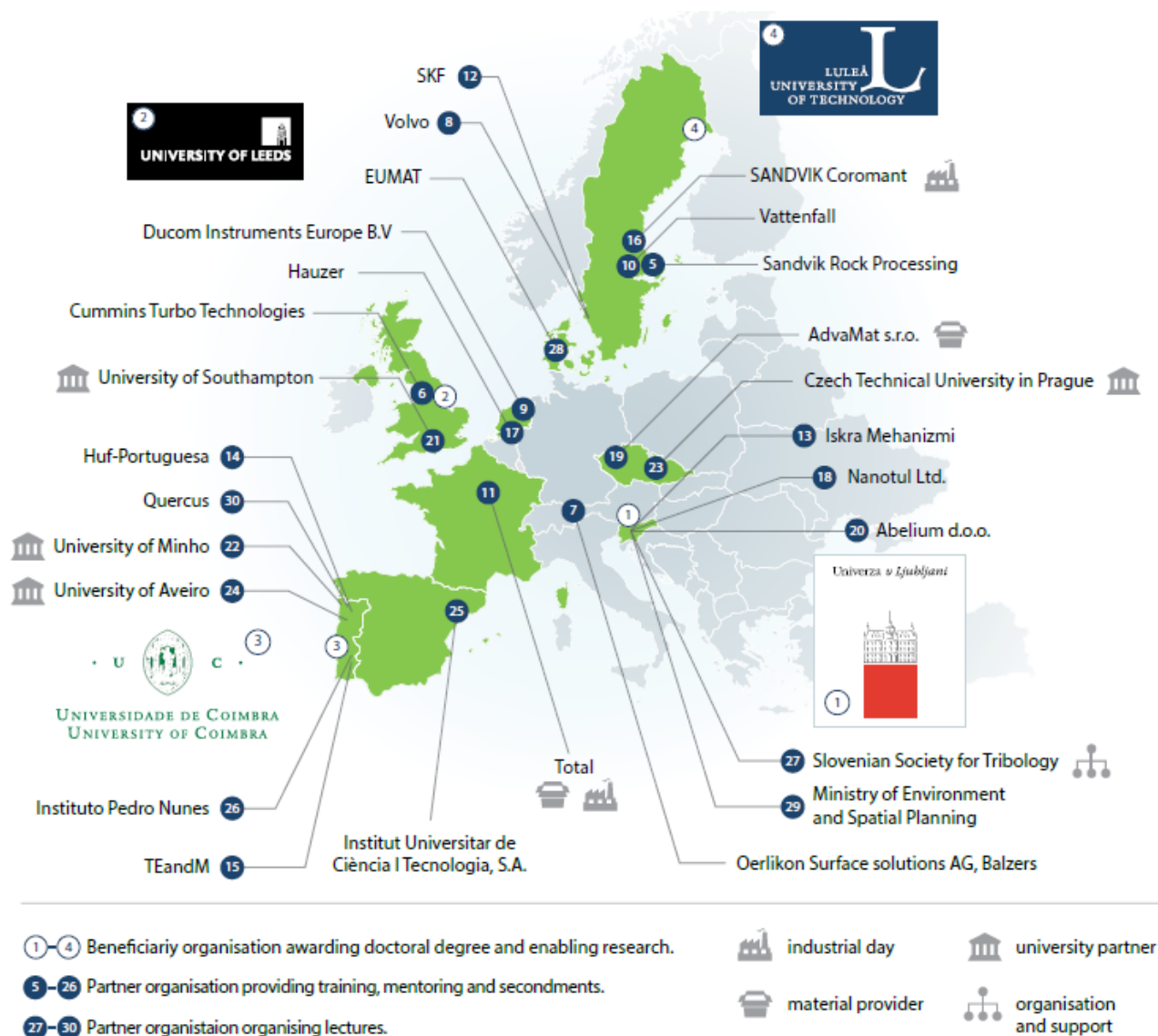
Podrobnejše informacije o konferenci, tematskih področjih, programu, pomembnih datumih, ... najdete na domači spletni strani konference.

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

KONGRESNI CENTER HABAKUK

NA FAKULTETI ZA STROJNIŠTVO USPELI KOT KOORDINATORJI S PROJEKTOM GREENTRIBOS SKUPNEGA DOKTORSKEGA ŠTUDIJA ITN EJD V OKVIRU PROGRAMA H2020 MARIE SKŁODOWSKA - CURIE

Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo (TINT) na Fakulteti za strojništvo je v sodelovanju s partnerji, Univerzo v Leedsu (Združeno kraljestvo), Univerzo v Coimabri (Portugalska) in Tehnično univerzo v Lulei (Švedska), uspel pridobiti evropski projekt skupnega doktorskega študija GreenTRIBOS v skupni vrednosti 3,2 MEvro. Pri projektu sodeluje 26 partnerjev, kjer so poleg inštitutov, univerz, nevladnih in vladnih organizacij, tudi svetovno priznana multinacionalna podjetja, kot na primer TOTAL, Volvo, SKF, Vattenfall, Oerlikon, Sandvik, Cummins idr.



GreenTRIBOS konzorcij z glavnimi in podpornimi partnerji

Prof. dr. Mitjan Kalin je koordinator celotnega projekta, s čimer Fakulteta za strojništvo utrjuje pomembno vlogo v evropskem prostoru na področju zelenih in trajnostno orientiranih površinskih tehnologij in nadgrajuje, prav tako vodenje in koordiniranje, skupnega evropskega magistrskega študija TRIBOS, ki poteka že od leta 2013, in evropskega projekta v okviru ERA-Net sheme GreenCOAT.

Svet je podvržen segrevanju in vremenske razmere postajajo vedno bolj nestabilne in ekstremne in pri tem, če hočemo ali ne, je znanost soglasna, da je uporaba fosilnih goriv ključna komponenta pri klimatskih spremembah. Trenje, za katerega se porabi kar 30 % vse proizvedene energije, obraba in prekratke dobe trajanja materialnih dobrin so glavni dejavniki pri porabi energije, zato je zmanjšanje trenja in obrabe z uporabo zelenega mazanja najbolj neposredna pot k zmanjševanju porabe energije in onesnaževanja, ki prispeva boljše okolje za nas vse. GreenTRIBOS sprejema ta izziv. V okviru projekta bo 12 doktorskih študentov raziskovalo na znanstveno-orientiranih delovnih sklopih z namenom razvoja integrativnih zelenih konceptov kontaktov in funkcionalnih površinskih mehanizmov z analizo življenjskega cikla.



Ovrednotili bodo tudi učinkovitost tribološkega delovanja teh rešitev pri zmanjševanju porabe energije, izčrpavanja materialnih virov in emisij. V skupnem delovnem sklopu bodo raziskovalci združili rezultate v celovit sklop splošnih konceptov zelene tribologije in pravil konstruiranja mehanskih sistemov – ti bodo prosto na voljo vsem – z merljivim učinkom preko celotnega življenjskega cikla sistema. Vseh 12 doktorskih študentov bo ob podpori njihovih mentorjev, raziskovalnih skupin in ne-akademijskih mentorjev uporabljalo komplementarne raziskovalne tehnike, analitska orodja, modele in pristope. Preko izobraževanj v znanstvenih, tehničnih in mehkih veščinah se bodo doktorski študenti izobrazili v novo generacijo znanstvenikov in inženirjev z visokim aplikativnim potencialom, ki bodo spodbudili spremembe, potrebne za trajnostni razvoj, ki bo služil inženirskim potrebam v Evropi 21. stoletja.

www.fs.uni-lj.si

INDUSTRIJSKA MAZIVA OKS ZA STROKOVNJAKE

Tokrat vam predstavljamo izdelke s področja industrijskih maziv, in sicer kakovostna in vzdržljiva maziva OKS. Naročite jih lahko ne glede na količino. Dostavljena vam bodo hitro in zanesljivo.



Na podlagi 35 let izkušenj in znanja OKS vam bodo naša maziva zagotovo ustrezala ne glede na aplikacijo ali področje uporabe! Poleg novosti, kot sta OKS 480 vodoodporna visokotlačna mast z odo-

bitvijo FDA za prehrabno industrijo ali OKS 404 visoko zmogljiva mast za visoko temperaturno območje, boste v široki izbiri izdelkov OKS našli tudi proti zmrzali odporno razpršilo za odkrivanje puščanja – OKS 2811.

Pobrsajte po ponudbi izdelkov OKS (olja, masti, čistila, izdelki za vzdrževanje, suha maziva, paste).

Za vsakodnevne izzive v vaših delavnicah si pomagajte s priljubljenimi izdelki OKS ToolbOKS, in sicer izbirajte med večnamenskimi olji, čistilci zavor, odstranjevalci rje itd. Oglejte si našo spletno stran www.s3c.si in poiščite idealno rešitev!



Vir:

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

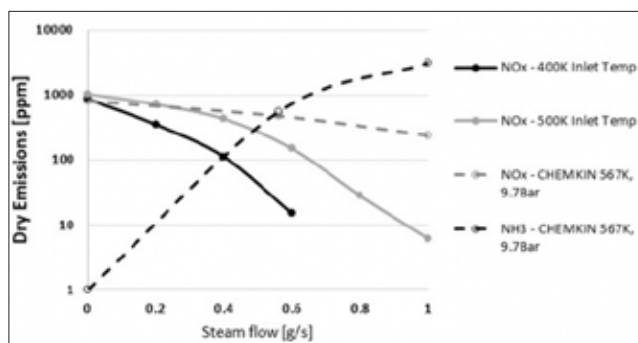
AMONIJAK – INOVATIVEN ENERGIJSKI VEKTOR ZA TURBINSKE MOTORJE

Raziskovalec Laboratorija za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost Fakultete za strojništvo doc. dr. Tine Seljak in raziskovalci Univerze Educons, Univerze v Firencah, Univerze v Veracruzu in Univerze v Cardiffu so potrdili uspešnost koncepta uporabe inovativnih energijskih vektorjev v naprednih procesih notranjega zgorevanja ter izsledke objavili v priznani reviji Applied Energy s faktorjem vpliva 7.9.



Slika 1 : Amonijak kot energijski vektor

V raziskavi so se osredotočili na implementacijo amonijaka (slika 1) kot goriva za turbinske motorje, ki ga je mogoče uporabiti kot medij za shranjevanje presežnih količin obnovljive energije iz virov z visoko variabilnostjo dobave. Čeprav je potencial takšnega pristopa široko prepoznani, številne prepreke na področju stabilizacije plamena ter doseganja visoke gostote moči in doseganja nizkih izpustov onesnažil še vedno predstavljajo večje izzive. Na te so raziskovalci odgovorili s prvo celovito analizo implementacije zgorevanja amonijaka v pogojih, ki so značilni za turbinske motorje ob hkratnem vbrizgavanju pare. S tem so potrdili hipotezo, da je z vbrizgavanjem pare v širokem spektru izstopnih moči turbinskih motorjev možno doseči nizke izpuste dušikovih oksidov in visoke gostote moči tudi ob uporabi amonijaka, ki izkazuje izrazito



Slika 2 : Izpusti onesnažil v odvisnosti od masnega toka pare

drugačno kinetiko zgorevanja kot ogljikovodiki. Proces zgorevanja so opisali s prilagojenim termodinamskim modelom in izvirnim reakcijskim mehanizmom ter rezultate podprli tudi z eksperimentalno analizo (slika 2).

Poleg uporabe v stacionarnih sistemih za konverzijo energije predstavljeni rezultati odpirajo pot za nadaljnje raziskave na področju nizkoogljivega transporta in mobilnosti, saj se procesi kontinuiranega zgorevanja v širokem spektru moči odvijajo tudi v teh segmentih.

Raziskave sta podprli: Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Welsh European Funding Office (WEFO).

www.fs.uni-lj.si

Ljubljana, GR, Slovenija

11.-13.02.2020

Robotics

www.icm.si

LABORATORIJ LAKOS Z ORGANIZACIJO MEDNARODNE ZNANSTVENE KONFERENCE O PROIZVODNEM INŽENIRSTVU UTRDIL SODELOVANJE Z MEDNARODNO AKADEMIJO CIRP

Laboratorij za tehnično kibernnetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo LAKOS s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani je imel letos privilegij in čast, da je organiziral 52. Mednarodno znanstveno konferenco o proizvodnem inženirstvu, ki je potekala v Grand hotelu Union, v Ljubljani, med 12. in 14. junijem 2019.

Organizacija konference je potekala pod okriljem prestižne Mednarodne akademije za proizvodno inženirstvo – CIRP (International Academy for Production Engineering). Edina redna slovenska člana v akademiji sta upokojeni prof. dr. Peter Butala (predsednik organizacijskega komiteja) in prof. dr. Edvard Govekar, vodja Laboratorija za sinergetiko (podpredsednik organizacijskega komiteja), od 2018 dalje pa je pridružen član postal tudi doc. dr. Rok Vrabič, vodja laboratorija LAKOS (podpredsednik in sekretar OK).

Osrednja tema letošnje konference je bila Proizvodni sistemi za družbo prihodnosti (Manufac-



Utrinek iz otvoritve konference

CIRP, ki s sedežem v Parizu deluje že od 1951 leta dalje, je na področju proizvodnega inženirstva vodilna svetovna organizacija, saj v ospredje svojega raziskovalnega področja vključuje širok spekter področij: od oblikovanja, optimizacije, nadzora, do upravljanja procesov, strojev in sistemov. Akademija ima omejeno članstvo, ki temelji na dokazani znanstveni odličnosti in danes vključuje okoli 600 akademskih in industrijskih članov iz 50 držav. Več o akademiji si lahko preberete na spletni strani: <https://www.cirp.net/>.

turing Systems for Future Societies) s poudarkom na izzivih in problematiki, ki jo odpirajo tako nove tehnologije kot sam družben razvoj. Osrednja predavanja konference s poudarkom na prihodnosti družbe so izvedli profesor Mitchell M. Tseng iz Kitajske, profesor Gideon N. Levy s Švice, profesor Goran D. Putnik s Portugalske in dr. Damir Husejnagić s podjetja LPKF iz Slovenije. V program konference je bilo vključenih kar 249 prispevkov, ki so bili predstavljeni v 8 paralelnih sekcijah. Mednarodna konferenca je

v Ljubljano tako privabila kar 260 udeležence iz 31 držav sveta. Ob strokovnem delu je potekal tudi bogat družabni program z ogledom Postojnske jame in gala večerjo v Jamskem dvorcu.

Predsednik organizacijskega komiteja, prof. dr. Peter Butala je pojasnil: »Konferenca ima velik pomen tako za fakulteto kot za širši slovenski prostor, saj gre za največjo konferenco o proizvodnem inženirstvu takega tipa pri nas«.

www.fs.uni-lj.si
Foto: Janez Kotar

PODELITEV NAGRAD TEHNOLOŠKE MREŽE

TEHNOLOGIJA VODENJA PROCESOV ZA NAJBOLJŠE DIPLOMSKO IN MAGISTRSKO DELO ZA LETO 2019

Tehnološka mreža Tehnologija vodenja procesov (TVP) je letos že sedmo leto zapored podelila nagradi za najboljše magistrsko delo ter najboljše visokošolsko strokovno/univerzitetno diplomsko delo na področju tehnologije vodenja. Podelitev nagrad je potekala na konferenci AIG'2019 v Mariboru.



Nagrajenec Žan Kolarič in mentor doc. dr. Martin Petrun (Foto: Domen Ulbl)



Nagrajenec Žiga Stržinar in somentor prof. dr. Igor Škrjanc (Foto: Domen Ulbl)

Tehnološka mreža Tehnologija vodenja procesov (TVP) je konzorcij, ki od leta 2003 povezuje javne raziskovalne institucije in podjetja na področju avtomatizacije, informatizacije in kibernetizacije sistemov v Sloveniji. Aktivnosti mreže so usmerjene v spodbujanje prenosa znanja in tehnologij v industrijsko prakso ter razvoj produktov in storitev za prodajo na trgu.

S podeljevanjem nagrad Tehnološka mreža TVP spodbuja kvalitetno delo in odličnost mladih, ki začnajo s svojim raziskovalnim in strokovnim delom. Nagrade razpisuje na širših področjih delovanja mreže, in sicer:

- ▶ avtomatizacija strojev in naprav,
- ▶ vodenje kompleksnih sistemov in tehnoloških procesov,
- ▶ inteligentni sistemi in procesi v pametnih tovarnah,
- ▶ diagnostika, prognostika in samovzdrževanje strojev in naprav,
- ▶ avtonomna vozila,
- ▶ podpora logističnim procesom v podjetjih,
- ▶ tehnologije vodenja za pametno upravljanje z energijo, večjo kakovost bivanja in manjše onesnaževanje okolja,
- ▶ sodobne IKT-tehnologije v sistemih vodenja,

npr. IoT, umetna inteligenca, oblačne tehnologije, masivni podatki (big data),

- ▶ tehnologije in znanja za razvoj novih orodij in gradnikov za sisteme vodenja,
- ▶ druga področja, povezana s problematiko vodenja sistemov in procesov.

Letošnjo nagrado za najboljše diplomsko delo je Tehnološka mreža TVP podelila Žanu Kolariču za diplomsko delo »Eksperimentalna analiza dvojno napajanega asinhronskega generatorja«, ki ga je izdelal na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru pod mentorstvom doc. dr. Martina Petruna in somentorstvom izr. prof. dr. Boštjana Polajžerja. Nagrajenec je v delu izvedel obsežno teoretično, simulacijsko in eksperimentalno analizo dvojno napajanega asinhronskega stroja, ki se najpogosteje uporablja za generacijo moči v vetrnih elektrarnah. Predstavil je postopek določitve tokovnih regulatorjev in regulatorjev delovne in jalove moči. Izpostavil je problematiko določanja pravilne orientacije statorskega magnetnega sklepa in ostale težave, ki nastopijo pri realizaciji vodenja v praksi.

Nagrado za najboljše magistrsko delo je prejel Žiga Stržinar za magistrsko delo z naslovom »Modeliranje in zaznavanje napak v klimatskih sistemih«. Delo je opravil na Fakulteti za elektrotehniko Univerze

v Ljubljani pod mentorstvom doc. dr. Dejana Dovžana in somentorstvom prof. dr. Igorja Škrjanca. V delu je predstavil obsežno zbirko matematičnih modelov za posamezne elemente klimatskih sistemov, jih natančno uglasil na realni sistem ter razvil metodologijo za določanje parametrov skupnega zaprtozančnega sistema. Simuliral je tudi delovanje klimatskega sistema ob pojavu različnih napak ter

metodo glavnih komponent (PCA) uporabil za zaznavanje in klasifikacijo napak.

Podelitev nagrad in predstavitev nagrajenih del je potekala 9. aprila 2019 na konferenci Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu v Mariboru.

Dr. Nadja Hvala, Institut »Jožef Stefan«

<https://svet-el.si> • prodaja04@svet-el.si • 01 528 56 88



svet ELEKTRONIKE

Naročnine:

N1 - PRAVNE OSEBE (1 leto) Cena naročnine je 44,96 EUR
 N2 - FIZIČNE OSEBE (1 leto) Cena naročnine je 39,97 EUR
 N5 - INTERNET NAROČNINA (1 leto) Cena naročnine je 20,33 EUR

Vsak naročnik prejme tudi
 brezplačni letnik na DVD-ju, DVD je lahko katerikoli.
 Darilo: vsi letniki na DVD-ju do leta 2003'

MOTOMAN HC10

6-osni-kolaborativni robot

YASKAWA



Motoman HC10 je 6-osni kolaborativni robot z nosilnostjo 10kg in polmer dosega R=1200mm. HC10 predstavlja novo generacijo robotov, ki so zmogljivi, cenovno dostopni, vsestransko uporabni, preprosti za uporabo in izdelani za integracijo v industrijske procese. Roboti so namenjeni uporabnikom, ki iščejo preprosto in hitro avtomatizacijo nalog, ki jih industrijski roboti opravljajo v bližini ljudi v sodelujočem načinu delovanja.

Varno sobivanje z uporabniki
Varnostni krmilnik FSU: Functional Safety Unit
Tehnologija PFL Power and Force Limiting
Aplikacija EasyTeach – natančno ročno vodeno učenje in programiranje robota

Brez varnostne ograje

- Vgrajena funkcija kontrole sile ob dotiku na vseh šestih robotskih oseh
- Gibljivi deli robota so oblikovani tako, da preprečujejo možnost poškodb
- Varnostni standard – aplikacija za industrijske robote: ISO 10218-1 (5.10.5 Power and Force limiting)
- Varnostne funkcije za krmilnike industrijskih robotov: ISO 13849-1, PLd, CAT3
- Tehnična specifikacija za delovanje kolaborativnih robotov: TS15066

Enostavno programiranje

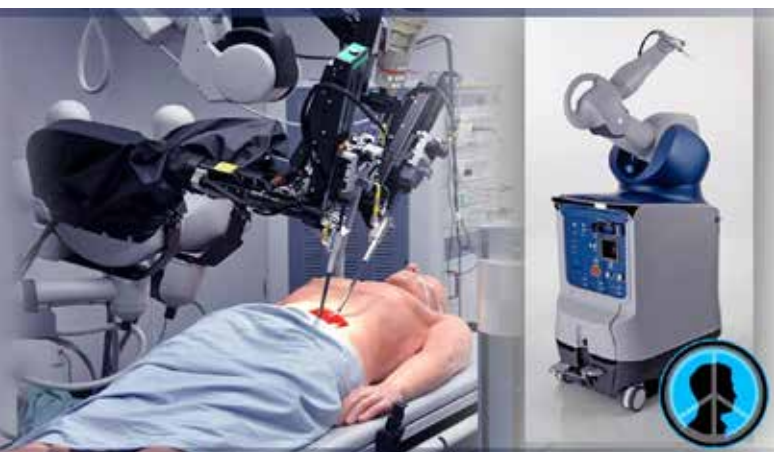
- Neposredno premikanje robotske roke s pomočjo ročnega vođenja
- Pametni vmesnik (Smart HUB) za programiranje po principu »enostavnega učenja«

AAA
 Boniteta odličnosti 2017
 A Bionode Solution

Krmiljen z YRC1000

NOVE TEHNOLOGIJE IN ROBOTSKI SISTEMI

Začenja se nova era tehnologij, ki bodo robotom omogočile pravilno interakcijo z dejanskim okoljem. Za razliko od nadzorovanih okolij, v katerih se je robotika doslej izkazala za najuspešnejšo, predstavljajo realna okolja precej večjo variabilnost in občutno večjo nepredvidljivost.



V klinično uporabo prihajajo novi medicinski roboti iz programa »da vinci«

Skupina Rewired se danes intenzivno osredotoča na tehnologije, ki bodo naslednji generaciji pametnih robotov pomagale zbirati in interpretirati podatke o teh okoljih, da bodo lahko učinkoviteje navigirali in komunicirali z njimi. V podporo razvoju senzorskih zmožnosti robotov in razumevanju sveta, ki jih obdaja, ima danes Rewired pomembno in proaktivno vlogo pri omogočanju varne in učinkovite integracije robotike v naše vsakdanje življenje. Intenzivno se iščejo rešitve od izvajanja kompleksnih kirurških postopkov do reševanja podnebnih sprememb z uporabo robotike in za humanitarne in življenjsko pomembne cilje. Da bi dosegli te cilje, pa je še vedno treba obravnavati več ovir, vključno s sposobnostjo robotov, da se premikajo skozi nepredvidljiva okolja in varno komunicirajo z ljudmi. Vse več pobud se danes išče pri integraciji – od razvoja samoregulativnih robotov do eksperimentalnega projekta, katerega cilj je matematično izdelati vedenjski in etični okvir za robote. Večja vključitev bionike v razvojne procese bi po mnenju strokovnjakov lahko zagotovila uspešen razvoj senzoričnih in kognitivnih sposobnosti za zaznavanje ter interakcijo s kompleksnim svetom okoli nas, in sicer z zaznavanjem vseh petih čutil: vida, dotika, zvoka, vonja in okusa.

Medicinski roboti naslednje generacije

Roboti, ki bodo korenito posegli na področje medicinskih operacij, so v neverjetnem vzponu, čeprav

se v klinični praksi še ne uporabljajo veliko. Hitro razvijajoče se področje operacij s pomočjo robotov obljublja, da bo to revolucionarno vplivalo tudi na zdravnike. Izrael je eden od vodilnih v svetu na področju medicinskih robotov, robotska kirurgija pa lahko zdravnikom omogoči večjo natančnost, odličen video nadzor procesov, fleksibilnost in nadzor pri izvajanju kompleksnih minimalno invazivnih postopkov.

V prihodnosti bodo kirurgi uporabljali tudi posebna robotska orodja za delovanje preko interneta, s čimer bodo sodobne medicinske tehnike ponudili v oddaljene dele sveta. Na primer: robotski sistem Flex robot MedRobotics, ki temelji na robotskem sistemu kače, lahko doseže telesne votline onkraj kirurške neposredno vidne linije. Zanimivo je, da se v tujini neverjetno povezujejo med seboj in s pridom uporabljajo svetovne razvojne dosežke na področju medicinskih robotov, implantabilnih naprav in vrhunske protetike. V letu 2013 si je Izrael zastavil cilj izdelati najbolj dovršene medicinske robote in hkrati sprejel zavezo, da bo za delo z njimi izobrazil dovolj vrhunskega kadra.

Medicinski roboti so v visoko razvitih državah v središču zdravstvene industrije. Velik interes je tudi za uporabo umetne inteligence v zdravstvu in medicini ter za vključitev virtualne resničnosti, množične uporabe pametnih senzorjev in inteligentnih vsadkov. Vse to pa že danes korenito



Vse pomembnejši postaja tudi medicinski internet stvari

spreminja zdravstveno varstvo, večajo se koristi bolnišničnega informacijskega sistema, laboratorijskih informacijskih sistemov in medicinskega interneta stvari (Internet of Medical Things – IoMT). Medicinski roboti so povečali tudi učinkovitost in hitrost zdravstvenih storitev. Danes se roboti uporabljajo predvsem na treh področjih: roboti za neposredno nego pacientov, kirurški roboti (za izvajanje kliničnih postopkov) ter domači zdravstveni roboti, ki s pomočjo daljinskega spremljanja bolnika ali telemedicinske tehnologije pomagajo bolnikom. S kombinacijo tehnologij in robotskih sistemov nastajajo nove rešitve (robotic telepresence solutions). Razvijajo se tudi indirektni roboti za nego pacientov. Za to vrsto oskrbe se uporabljajo različni tipi robotov: za dostavo medicinskih izdel-

kov po bolnišnicah, lekarniški roboti (robotizirani avtomatizacijski roboti za inventar), roboti za dezinfekcijo (interakcija s tistimi, ki trpijo zaradi nalezljivih bolezni, kot so HAI) itd. Medicinski roboti pa se seveda uporabljajo predvsem za vrhunsko delo v medicini.

IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics (T-MRB) je danes zanimiva multidisciplinarna revija, ki pokriva najpomembnejše dosežke v biorobotiki in bioniki ter objavlja članke, ki poročajo o visokokakovostnih raziskavah na področju robotike in bionike v zdravstvu in medicini.

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

ŠTUDENTSKA TEHNIŠKA KONFERENCA



Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani bo 12. 09. 2019 ob 9. uri Študentska tehniška konferenca »ŠTeKam«, na kateri bodo študentje prve in druge stopnje ter mladi raziskovalci tehnike in drugih študijskih smeri predstavili rezultate svojega raziskovalnega dela.

Gre za že tradicionalno, tj. peto, študentsko tehniško konferenco. Lani je bilo predstavljenih in v zborniku izdanih 24 prispevkov, ki so pokrivali tehnična (strojništvo, arhitektura, biotehnologija) in netehnična področja (ekonomija, družbene vede). Tematike prispevkov so bile zelo raznolike, kar je dalo konferenci poseben pridih, saj so študentje in raziskovalci videli možnosti interdisciplinarnega povezovanja različnih tem in področij.

Tudi v letu 2019 bodo vsi sprejeti prispevki objavljeni v zborniku, ki bo zaveden v COBISS-u.

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

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



Organizacijski odbor:

doc. dr. Tomaž Berlec, univ. dipl. inž. str.

doc. dr. Miha Brojan, univ. dipl. inž. str.

doc. dr. Boštjan Drobnič, univ. dipl. inž. str.



POCLAIN HYDRAULICS ŽE DESETLETJE USPEŠNO SODELUJE Z LJUBLJANSKO FAKULTETO ZA STROJNIŠTVO

Podjetje Poclain Hydraulics iz Žirov skladno s svojimi razvojnimi načrti in kadrovsko politiko nenehno širi ter krepi sodelovanje s slovenskimi izobraževalnimi ustanovami, šolami in centri znanja. Med njimi je tudi Ljubljanska Fakulteta za strojništvo, ki s svojimi projekti za potrebe industrije tesno sodeluje s številnimi podjetji doma in v tujini.

Žirovski Poclain Hydraulics, ki je v letu 2007 prevzel ime po svoji matični diviziji v okviru mednarodne skupine Poclain, že desetletje sledi zgledu svojih francoskih lastnikov, ki se v okviru svoje ambiciozne politike izobraževanja redno povezuje z zunanjimi institucijami in izobraževalnimi ustanovami, kot so tehnične fakultete v različnih državah, kjer skupina posluje. Visok nivo znanja in strokovna usposobljenost zaposlenih v žirovski tovarni sta bila že v letu 2009 ključna za odločitev skupine Poclain, da v Sloveniji ustanovi kompetenčni center za hidravlične ventile in v Žiri prenese proizvodnjo vseh hidravličnih ventilov iz drugih tovarn v skupini. Tako kot v Poclain Hydraulicsu sledijo smernicam povezovanja zaposlenih znotraj skupine, se na podoben način z raziskovalnimi in aplikativnimi projekti povezujejo tudi s Fakulteto za strojništvo.

Fakulteta za strojništvo je ena izmed 23 fakultet v okviru Univerze v Ljubljani in najmočnejša fakulteta za strojništvo v Sloveniji, ki jo obiskuje okoli dva tisoč študentov, v prvi letnik pa se jih vsako leto vpiše okoli tristo. V njenem okviru deluje 30 laboratorijev, med katerimi je znotraj Katedre za tribologijo in sisteme vzdrževanja tudi laboratorij za fluidno tehniko. Tega že deveto leto vodi doc. dr. Franc Majdič, ki pojasnjuje: »Ker smo specializirani za fluidno tehniko, hidravliko in pnevmatiko, je naš laboratorij dobro poznan v Evropi in širše. Z raziskavami nenehno sledimo trendom, saj se ukvarjamo z razvojem novih sestavin, testiranjem komponent, trajnostnimi testi in vzdrževanjem, na tem področju pa tesno sodelujemo tudi s podjetjem Poclain Hydraulics. Obseg smo v zadnjem desetletju pomembno razširili, za kar gredo zasluge prav vodstvu njihovega razvojnega oddelka in upravi žirovske tovarne.«

Na fakulteti redno posluša predmet fluidna tehnika, hidravlika in pnevmatika 200 študentov tretjega letnika, ki se z razvojnoraziskovalnimi programi seznanjajo s področjem, s katerim se ukvarja družba Poclain Hydraulics, v aplikativnem programu pa te vsebine spremlja še 30 študentov na prvi stopnji visokošolskega strokovnega štu-



Preskuševališče za zavorne ventile

dijskega programa. »Področja, kjer sodelujemo z žirovskim podjetjem, so predvsem razvojni projekti, diplomske naloge, seminarji in opravljanje prakse v podjetju,« dodaja doc. dr. Majdič. »Pri razvojnoraziskovalnih projektih, kjer se sicer tedensko obveščamo o napredovanju našega dela, potrebujemo tudi mnenja njihovih ekspertov. Poclain Hydraulics nam pri vsakem projektu nudi dva skrbnika, ki zagotavljata takojšnjo komunikacijsko podporo, torej dobimo potrebne informacije najkasneje v roku 24 ur, kar sicer ni praksa pri drugih podjetjih.«

»Osnovni namen sodelovanja Poclain Hydraulics z institucijami, kot je tudi Fakulteta za strojništvo, je predvsem izmenjava znanj, izkušenj in dobrih praks,« poudarja mag. Primož Pangeršič, vodja enote Razvoj in trženje, ki z ekipo 30 zaposlenih pokriva področja marketinga, razvoja, testiranja, numeričnih simulacij in priprave naprednih študij za razvoj novih produktov. »V preteklosti je bilo sodelovanje s fakulteto le občasno, v zadnjem desetletju pa se z njimi lotevamo tudi namenskih projektov, s katerimi smo ustvarili dobre temelje za medsebojno dolgoročno sodelovanje. Ob razpisanih seminarjih, dodiplomskih ter diplomskih nalogah, štipendijah in eno- ali večmesečnem



Doc. dr. Franc Majdič s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in mag. Primož Pangeršič, vodja razvoja v Poclain Hydraulics

opravljanju prakse študentov v našem podjetju, ko jih lahko dodatno usmerjamo v različne programe in uvajamo v delo, smo razširili sodelovanje še na nekatere razvojne projekte, ki sovpadajo z našimi načrti za izboljšavo določenih izdelkov ali procesov, pri katerih nam pri pridobivanju rezultatov študij veliko odtehtajo prav časovni okviri in razpoložljivost mentorjev in študentov raziskovalcev na fakulteti.«

Teme za razpisane diplomske naloge v Poclain Hydraulicsu prehodno uskladijo z mentorji na fakulteti. Poleg njihovih štipendistov, ki se po opravljeni diplomii zaposlijo v Žireh, jih izvajajo tudi tisti študenti, ki so zainteresirani za nadaljnje sodelovanje s podjetjem. »Namen takih diplomskih nalog je omogočiti študentom delo na konkretnih primerih, seveda z našo celovito podporo v opreми, testiranjih, materialih in strokovnem svetovanju, kar vključuje tudi angažma naših ekspertov. S takim načinom sodelovanja aktivno spodbujamo diplomante, da čim prej in čim lažje pridejo do rezultatov, najbolj prizadevnim pa za nagrado zagotovimo možnost spoznavanja mednarodnega okolja v naši dejavnosti. Pravkar tudi z optimizmom čakamo, kakšen bo na fakulteti odziv na naš aktualni razpis za nove štipendije. Prepoznavnost našega podjetja med študenti večamo tudi na način, da fakulteti za aplikativne programe zagotavljamo naše hidravlične komponente, ki jim

pomagajo pri študijskem in praktičnem laboratorijskem delu. Študente zato redno vključujemo v seminarje s temami s področja hidravlike. Takih seminarskih nalog je približno od 8 do 10 letno, vsako temo pa obdelujeta dva študenta,« dodaja mag. Pangeršič.

Permanentno sodelovanje gospodarstva z izobraževalnimi institucijami, kot je Fakulteta za strojništvo, je tako pri nas kot v svetu izjemno pomembno, meni doc. dr. Majdič, ki je goreč pristaš povezovanja in intenziviranja sodelovanja s podjetji, kot je Poclain Hydraulics. »V tujini se namreč nekateri inštituti z uporabnimi in aplikativnimi projekti posvečajo izključno razvoju hidravličnih in pnevmatičnih vezij ter komponent, ki jih potrebuje industrija. Tudi k nam prihajajo nekatera podjetja po sistemski, na trgu še ne razvite rešitve. Za nas to seveda pomeni izziv, naš namen pa je predvsem, da čim več študentov v praksi spozna delovanje posameznih izdelkov ali hidravličnih komponent, da v času študija pod našim mentorstvom sodelujejo tudi pri konstruiranju preizkuševališč in naprav za trajnostne teste, da spoznajo vse karakteristike izdelkov, pripravijo potrebne izračune in izvajajo testiranja. Tu jim lahko pokažemo, kaj je prava hidravlika, zato so nad praktičnim delom v laboratoriju naši študentje izredno navdušeni. Večina bodočih strojnih inženirjev ima že zagotovljene štipendije in z njimi tudi delovna mesta, saj so v industriji s svojim znanjem zelo iskan kader.«

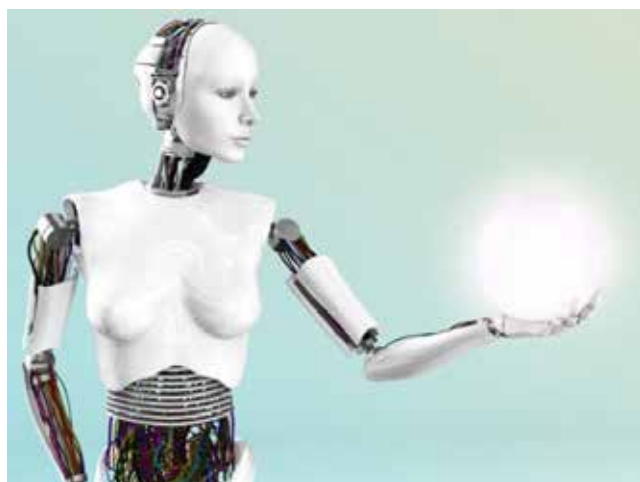
V Poclain Hydraulicsu si s tovrstnim sodelovanjem s fakulteto tako obetajo zapolniti potrebe po usposobljenih kadrih z ustreznimi znanji s področja strojništva in mehatronike, pa tudi strokovnjakov raziskovalcev s področja fluidne tehnike in hidravlike, ki jih potrebujejo za svoj razvoj. Uspešno povezovanje s fakulteto je tako za žirovsko podjetje ključnega pomena, saj s praktičnim usposabljanjem v času študija potencialnim kandidatom nudijo specifična znanja in omogočajo pridobivanje dragocenih izkušenj, bodočim zaposlenim pa učinkovito integracijo v razvoj, upravljanje in obvladovanje delovnih procesov.

Miša Hrovat, agencija Maga
Foto: Anže Petkovšek



STIČIŠČE ZNANOSTI IN GOSPODARSTVA TUDI NA 52. MOS V CELJU

Na 52. Mednarodnem sejmu obrti in podjetnosti, ki bo v Celju od 10. do 15. septembra, se bodo skupno, že četrtoč, v Stičišču znanosti in gospodarstva, projektu Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport, predstavile glavne raziskovalne inštitucije v Sloveniji. Na ogled bodo vrhunske tehnologije z različnih področij, kot so mehatronika, avtomatika, robotika, profesionalna elektronika, energetika, IT, bionika, nanotehnologija, vesoljske tehnologije in druge.



Letos bo poudarek na predstavitvi novih tehnologij, novih tehnoloških procesov, visokotehnoloških inovacij, novodobnih poklicih in sodobnih izobraževalnih programih. Letošnje stičišče bo usmerjeno predvsem na področje mikro-, bio- in nanotehnologij ter vesoljskih tehnologij. Stičišče bo tako predstavljalo priložnost za promocijo slovenske znanosti, predvsem pa tudi za intenzivnejše sodelovanje med znanstveno in gospodarsko sfero.

V hali L Celjskega sejmišča bodo predstavljeni tudi primeri dobre prakse sodelovanja med razvojno-raziskovalnimi inštitucijami in podjetji oz. gospodarstvom. Vodja projekta je Janez Škrlec, nekdanji član Sveta za znanost in tehnologijo RS.

Na MOS bodo svoje delo in znanstvena dognanja predstavili: Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo v Ljubljani, Univerza v Mariboru, Univerza v Ljubljani, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani (oddelek OTGO), Center odličnosti Nanocenter in Center odličnosti NAMASTE, Slovensko inovacijsko stičišče Evropsko gospodarsko interesno združenje (SIS EGIZ), Viso-

ka šola za bioniko na Ptuj, Višja strokovna šola ŠC Ptuj, Fakulteta za informacijske študije Novo mesto, Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru, Fakulteta za energetiko Univerze v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta Univerze v Mariboru, Fakulteta za strojništvo Univerze v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Center za prenos tehnologij in inovacij na IJS (CTT IJS), GZS ter visokotehnološka podjetja: Skylabs, d. o. o., Cosylabs, d. d., EKOSSEN, d. o. o., RLS, d. o. o., Pipistrel, d. o. o., EUREL, d. o. o., Dobre rešitve, d. o. o., PS, d. o. o., iz Logatca, Miel Elektronika, d. o. o., DUOL, d. o. o., Makro Team d. o. o., MyCol, d. o. o., Bucik, d. o. o., Nanotul, d. o. o., ROTO, d. o. o., INTRI, d. o. o., Saving, d. o. o., INEA, d. o. o., Fotona, d. o. o., Inštitut za okoljevarstvo in senzorje, d. o. o., TECES in mnogi drugi.

Lani so v okviru Stičišča znanosti in gospodarstva največ inovacij predstavili FERi Univerze v Mariboru, Kemijski inštitut iz Ljubljane, Institut Jožef Stefan, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in drugi. V treh letih je Stičišče znanosti in gospodarstva prejelo vrsto priznanj strokovne komisije Celjskega sejma.

[Ministrstvo RS za izobraževanje, znanost in šport](#)

52. MOS

TEHNIKA

OPREMA IN ORODJA ZA
PODJETJA IN DOMAČE MOJSTRE

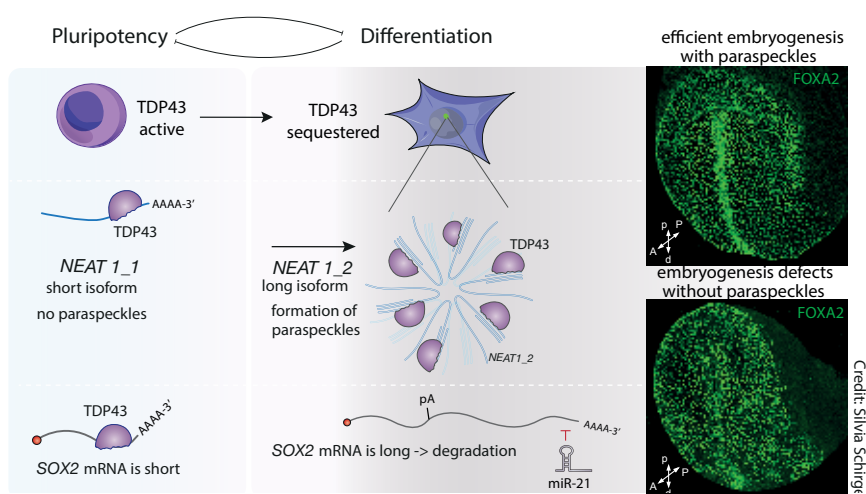


10.-15. september 2019
CELJSKI SEJEM


www.ce-sejem.si CELJSKI SEJEM

USPEH SLOVENSKIH RAZISKOVALCEV NA PODROČJU CELIČNE BIOLOGIJE – POMEMBNA SPOZNANJA O PREHODU MATIČNIH V DIFERENCIRANE CELICE

Dr. Boris Rogelj z Instituta »Jožef Stefan« je s skupino mednarodnih raziskovalcev pod koordinacijo slovenskih raziskovalcev v tujini dr. Miha Modica (London) in prof. Jerneja Uleta (London) skupaj z dr. Michom Drukkerjem (München) v eni izmed vodilnih znanstvenih revij *Molecular Cell* opisal celično regulatorno mrežo, ki razloži prve razvojne dogodke, ki vodijo v učinkovito diferenciacijo matičnih celic in razvoja zarodka. Njihova študija predstavlja preboj v razumevanju procesov diferenciacije.



Paraspekli – grafični prikaz

Pluripotentne matične celice imajo edinstveno sposobnost diferenciacije v prav vse celice našega telesa. Inducirane pluripotentne matične celice pa imajo potencial revolucije personalizirane regenerativne medicine, saj lahko katerokoli celico posameznika reprogramiramo v inducirane matične celice, ki jih lahko nato diferenciramo v vse celične tipe, tudi npr. v bolnikove lastne beta celice, ki proizvajajo insulin. Prav zato je ključno razumeti molekularne mehanizme nadzora učinkovite diferenciacije matičnih celic.

Raziskovalca dr. Miha Modic in dr. Jernej Ule, ki delujeta v Londonu, sta pri tem dosežku sodelovala s skupino slovenskih znanstvenikov, z dr. Gregorjem Rotom z Univerze v Zürichu,

z dr. Tjašo Lepko s Helmholtz Centra v Münchnu in z dr. Borisom Rogljem z Instituta »Jožef Stefan«. Opazili so, da v pluripotentnih matičnih celicah ne obstajajo znotrajjedrni organeli, imenovani paraspekli, se pa hitro oblikujejo, ko se celice začnejo diferencirati. Domnevali so, da je ta pojav povezan z zmožnostjo celic za učinkovito diferenciacijo. S kompleksno serijo študij so znanstveniki odkrili mehanizem nastajanja paraspeklov med diferenciacijo matičnih celic in povezanih omrežij RNA ter vezavne beljakovine RNA. S tem njihova študija zagotavlja preboj v razumevanju procesov diferenciacije in zgodnjega razvoja.

Paraspekli so rastoče »zvezde« na področju celične biologije, ki so potencialno povezane z na-

raščajočim seznamom človeških procesov in bolezni, v razvojnem kontekstu pa so slabo raziskane. Tako nova študija zagotavlja pomembne ugotovitve z odkrivanjem, kako integrirajo regulacijo izbir, ki jih pluripotentne matične celice dajejo, ko se razlikujejo v specializirane celične vrste, ki jih znanstveniki zdaj uporabljajo kot nova regenerativna zdravila.

Poleg tega bi lahko bilo temeljno odkritje regulativnih mrež pomembno za razumevanje in modeliranje različnih bolezni, vključno z rakom in nevrodegenerativnimi boleznimi, kjer je nenormalno izražanje TDP-43 in paraspeklov skupna značilnost. Vloga TDP-43 in paraspeklov je še posebej očitna pri amiotrofični lateralni sklerozi (ALS): pokazalo se je, da jedrska redukcija TDP-43 v motornih nevronih, ki jih je prizadel ALS, korelira z nastankom paraspeklov. Povečanje NEAT1 in s tem okrepljeno nastajanje paraspeklov je ena od prvih značilnosti motornih nevronov pri bolnikih z ALS, mutacije v več beljakovinah parasnih krogov pa lahko povzročijo ALS. Zato novo razumevanje uravnotežene navzkrižne regulacije med TDP-43 in paraspekli ustvarja nov konceptualni okvir za preučevanje, kako so lahko motnje tega ravnovesja del ALS in drugih bolezni.

Polona Strnad, IJS
polona.strnad@ijs.si

VARNI, FLEKSIBILNI, ENOSTAVNI

SODELUJOČI ROBOTI V PROIZVODNJI: KAJ? ZAKAJ? KAKO?

26. SEPTEMBER 2019, od 8.30 do 16.00
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO
TRŽAŠKA CESTA 25, LJUBLJANA

Delavnica bo odgovorila na najpogostejše dileme uporabe sodelujočih robotov v proizvodnji.

Vabljeni predavatelji iz:

- ABB Group (CH)
- Joanneum Research Forschungsgesellschaft (AT)
- Centro Ricerche Fiat (IT)
- PILZ (DE)
- Yaskawa Slovenija (SLO)
- Institut "Jožef Stefan" (SLO)
- Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani (SLO)

Predavanja bo dopolnilo praktično delo na sodelujočih robotih (potrebna je dodatna prijava).

Cena delavnice za prvega udeleženca je **150 €** (drugi udeleženec 100 €, vsi nadaljnji udeleženci 50 €, člani **SRIP ToP brezplačno**, člani ostalih SRIP-ov 50 €). Prijave zbiramo na crc@robo.fe.uni-lj.si do 30. 8. 2019. Dodatne informacije na www.cobotic.si.



Medijska partnerja dogodka



SREDNJI ČAS DO OKVARE HIDRAVLIČNIH VENTILOV

Nejc Novak, Franc Majdič

Izvleček:

V današnjem času se daje velik poudarek na varnost in zanesljivost naprav. Eden izmed novejših standardov glede varnosti strojev in naprav je SIST EN ISO 13849-1. Pomembnejša tema v omenjenem standardu je določitev srednjega časa do okvare sestavine oziroma celotne naprave. Cilj naloge je določitev srednjega časa do okvare (MTTF) hidravličnega zavornega ventila. Ta je namenjen zaviranju delovnih strojev in je zato ključni člen zavornega sistema. Ker je ventil hkrati tudi varnostni del krmilnega sistema, je pri njegovi morebitni okvari ogrožena varnost ljudi, zato je potrebno analitično in eksperimentalno dokazati uporabno dobo zavornega ventila. Izvedli smo trajnostni test petih zavornih ventilov. Po 1000-ih urah testiranja smo test ustavili in izračunali srednji čas do okvare ventila. Noben od ventilov se ni okvaril med testiranjem.

Ključne besede:

hidravlični zavorni ventil, srednji čas do okvare (MTTF), zanesljivost, varnostna funkcija, stopalka, preizkuševališče, izstopni delovni tlak

1 Uvod

Zavorni hidravlični ventil je tlačno reducirni ventil in spada med skupino krmilnih hidravličnih sestavin. Funkcija tega ventila je proporcionalno krmiljenje hidravličnih valjev za zaviranje delovnih strojev. Krmiljen je z nogo preko stopalke v kabini vozila. Zavorni ventil je del zavornega sistema, ki velja za enega najpomembnejših sistemov pri katerikoli vrsti vozil. Ti sistemi morajo zagotavljati funkcijo zaviranja, zato so po navadi načrtovani tako, da delujejo tudi v primeru okvare ene od sestavin. Pravimo, da je v takem sistemu vzporedno vezanih več sestavin, ki izvajajo isto funkcijo. Pri zavornem ventilu je pomembno, da opravlja funkcijo zaviranja, ki je t. i. varnostna funkcija. Če ta funkcija odpove, je ogrožena varnost ljudi. Da bi znali preprečiti oziroma povečati varnost, smo poskušali določiti srednji čas do okvare zavornega ventila. Eden izmed novejših standardov glede varnosti strojev in naprav je SIST EN ISO 13849-1. V njem sta predstavljena metoda določanja srednjega časa do okvare varnostnega dela sistema in izračun zanesljivosti tega dela. Da se določi ta čas, je potrebno določiti kriterije oziroma funkcijske značilnosti ventila, pri katerih lahko trdimo, da je ventil okvarjen. Hkrati moramo določiti posamezne elemente, ki so povzročitelji te okvare. Za določanje srednjega časa do okvare bomo trajnostno testirali zavorni ventil. Za ta ventil moramo zasnovati trajnostno preizkuševališče. Pri ventilu sta bila pomembna izstopna delovna tlaka (F_1 in F_2).

Nejc Novak, dipl. inž. (UN); Doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

2 Povzetek standarda

Standard SIST EN ISO 13849-1 določa varnostne zahteve in smernice o principih za snovanje in vgradnjo z varnostjo povezanih delov krmilnih sistemov (SRP/CS), vključuje tudi načrtovanje programskega dela. Za te dele standard določa kategorije in karakteristike, ki so nujne za izvajanje varnostnih funkcij. Nanaša se na z varnostjo povezane dele krmilnih sistemov (SRP/CS) za visoke zahteve in neprekinjen način obratovanja, ne glede na tip tehnologije in vrsto uporabljene energije (električna, hidravlična, pnevmatska, mehanična itd.), za vse vrste strojev.

Določitev MTTF po standardu SIST-ISO 13849-1

Standard SIST-ISO 13849-1 [1] predstavi primer izračunanega in ovrednotenega srednjega časa do nevarne okvare vrednosti $MTTF_D$ za eno komponento v hidravliki. Nevarna okvara je v standardu opredeljena kot okvara, ki povzroči izgubo varnostne funkcije.

Namesto, da se uporabi fiksna vrednost $MTTF_D$ (npr. 150 let), ki je navedena v preglednici C.1 v Aneksu C [1], se lahko izračuna po konceptu B_{10D} , ki se uporablja za pnevmatične, mehanske in elektromehanske komponente, tudi za hidravlične primere, če lahko proizvajalec zagotovi rezultate. Povprečno število ciklov, dokler 10 % komponent nevarno odpove (B_{10D}), določi proizvajalec. Nevarni način okvare komponente mora biti definiran, npr. zatik krmilnega bata v končni legi v ventilu. Če ne odpovejo vse komponente v času testiranja, potem je potrebno izvesti podrobnejšo analizo o zanesljivosti komponent. Ta analiza upošteva, da se niso okvarile vse komponente.

Z B_{10D} in povprečnim številom ciklov na leto (n_{op}) se lahko MTTFD določi kot:

$$MTTF_D = \frac{B_{10D}}{0,1 \cdot n_{op}} \quad [\text{leta}] \quad (1)$$

Metode o zanesljivosti po ISO 13849-1 predpostavljajo, da so okvare eksponentno porazdeljene s časom: $F(t) = 1 - \exp(-\lambda_D t)$. Konstanta stopnja nevarnih okvar (λ_D) se lahko izračuna ob poznavanju verjetnosti nastopa okvare ($F(t)$) pri določenem času obratovanja (t). Tako je λ_D pri času, pri katerem 10 % komponent odpove (T_{10D}), ocenjena kot:

$$F(T_{10D}) = 1 - e^{-\lambda_D \cdot T_{10D}} = 10\% \quad (2)$$

$$\lambda_D = -\frac{\ln(0,9)}{T_{10D}} = \frac{0,10536}{T_{10D}} \approx \frac{0,1}{T_{10D}}$$

Za eksponentno porazdelitev velja:

$$MTTF_D = \frac{1}{\lambda_D} \quad (3)$$

Po že predstavljeni enačbi (1) se lahko izračuna vrednost MTTFD. Ker se izračun izvaja po konceptu B_{10D} , bi potrebovali podatek o povprečnem številu ciklov, dokler 10 % komponent nevarno odpove.

Zanesljivost komponent pri testiranju brez okvar

Zanesljivost komponent je možno izračunati s kumulativno binomsko porazdelitvijo, ki upošteva število vzorcev (n), število vzorcev, ki se je okvarilo (f), in verjetnost (R_{TEST}), da se posamezni vzorec okvari. Stopnja zaupanja (SZ) nam pove, kako visoko zaupanje v test želimo doseči.

$$1 - SZ = \sum_{i=0}^f \frac{n!}{i! \cdot (n-i)!} \cdot (1 - R_{TEST})^i \cdot R_{TEST}^{(n-i)} \quad (4)$$

Za verjetnost R_{TEST} lahko privzamemo eksponentno porazdelitev okvar komponent, možnost pa je tudi privzeti Weibullovo porazdelitev. Pri eksponentni porazdelitvi bi tako upoštevali že prej opisano enačbo (2) in izrazili čas testiranja (t_{TEST}) in čas, ki ga želimo demonstrirati (t_{DEMO}), ter združili z enačbo (4), kjer bi upoštevali, da nobena komponenta ni bila okvarjena ($f = 0$).

$$t_{TEST} = t_{DEMO} \cdot \frac{1}{n_{vzorcev}} \cdot \frac{\ln(1 - SZ)}{\ln(R_{DEMO})} \quad (5)$$

Enačba (5) predstavlja čas testiranja (t_{TEST}), da zagotovimo čas delovanja komponente (t_{DEMO}) z zanesljivostjo (R_{DEMO}) in stopnjo zaupanja v test (SZ) pri n številu vzorcev. Zgornjo enačbo lahko preure-

dimo tako, da popišemo le demonstracijski faktor zanesljivosti (DFZ), ki nam predstavlja podaljšanje ali skrajšanje testa:

$$DFZ = \frac{1}{n_{vzorcev}} \cdot \frac{\ln(1 - SZ)}{\ln(R_{DEMO})} \quad (6)$$

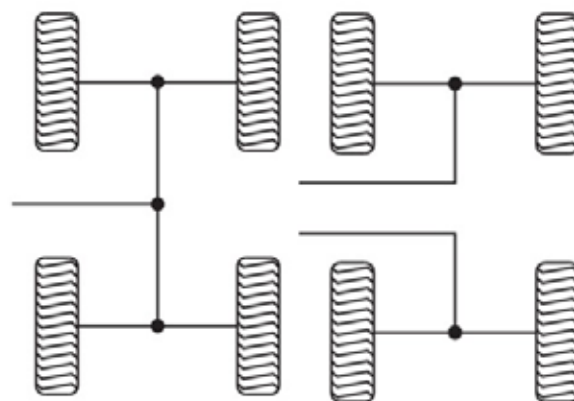
Demonstracijski faktor predstavlja koeficient, ki pove, za koliko se mora čas testa podaljšati ($DFZ > 1$) oziroma skrajšati ($DFZ < 1$), da demonstriramo realni čas obratovanja komponente. Vrednost je izrazito odvisna od števila vzorcev, ki se testirajo. Če je na razpolago veliko število vzorcev, ki se testirajo, je možno veliko hitreje opraviti teste za zagotavljanje dovolj visoke zanesljivosti komponente. Pri kumulativni binomski porazdelitvi – enačba (4) pa se lahko za verjetnost R_{TEST} privzame tudi Weibullova porazdelitev in bi dobili nekoliko drugačno enačbo, vendar bi zaradi narave zavornih ventilov (več možnih načinov okvar) na koncu dobili enako enačbo, saj je parameter, ki popisuje obliko funkcije v Weibullovi porazdelitvi, enak 1.

3 Hidravlični zavorni ventili in preizkuševališče

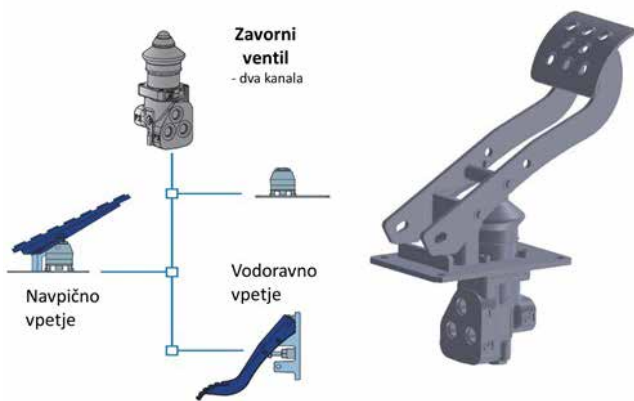
Hidravlični ventili spadajo v tretjo skupino hidravličnih sestavin, ki so namenjene predvsem krmiljenju izvršilnih hidravličnih sestavin [2]. Tlačno reducirni ventili s svojo nastavitvijo določajo velikost izstopnega tlaka neodvisno od velikosti vstopnega tlaka v ventil. V tem delu so podrobneje predstavljeni tlačno reducirni ventili, ki krmilijo/zavirajo hidravlične valje in so tako imenovani zavorni ventili. Hidravlični zavorni ventili v kombinaciji s stopalko so namenjeni zaviranju vozil, kot so gradbeni stroji, transportna vozila ter kmetijska in gozdarska mehanizacija in nenazadnje tudi posebna vozila.

Namen uporabe

Zavorni hidravlični ventili krmilijo tlak v zavornem sistemu. Tlak je sorazmeren s potisno silo na stopal-



Slika 1 : Shematični prikaz zaviranja na prednjo in zadnjo os z enim (levo) ali dvema (desno) tokokrogoma [3]



Slika 2 : Navpično in vodoravno vpetje zavornega ventila (na levi) in preizkušalec (na desni) [4]

ko. To daje vozniku občutek zaviranja. Ventili so namenjeni za uporabo v vozilih, opremljenih z drugimi hidravličnimi agregati. Tako delovanje odpravlja potrebo po ločenem sistemu hidravlične tekočine. Obstajajo ventili za zavorne sisteme z enim tokokrogom, ventili z dvema tokokrogoma in drugi [3] (slika 1).

Vgradnja zavornega ventila s stopalko je lahko vodoravna ali navpična. Na samo delovanje ventila in celotnega sklopa ne vpliva sama postavitev,

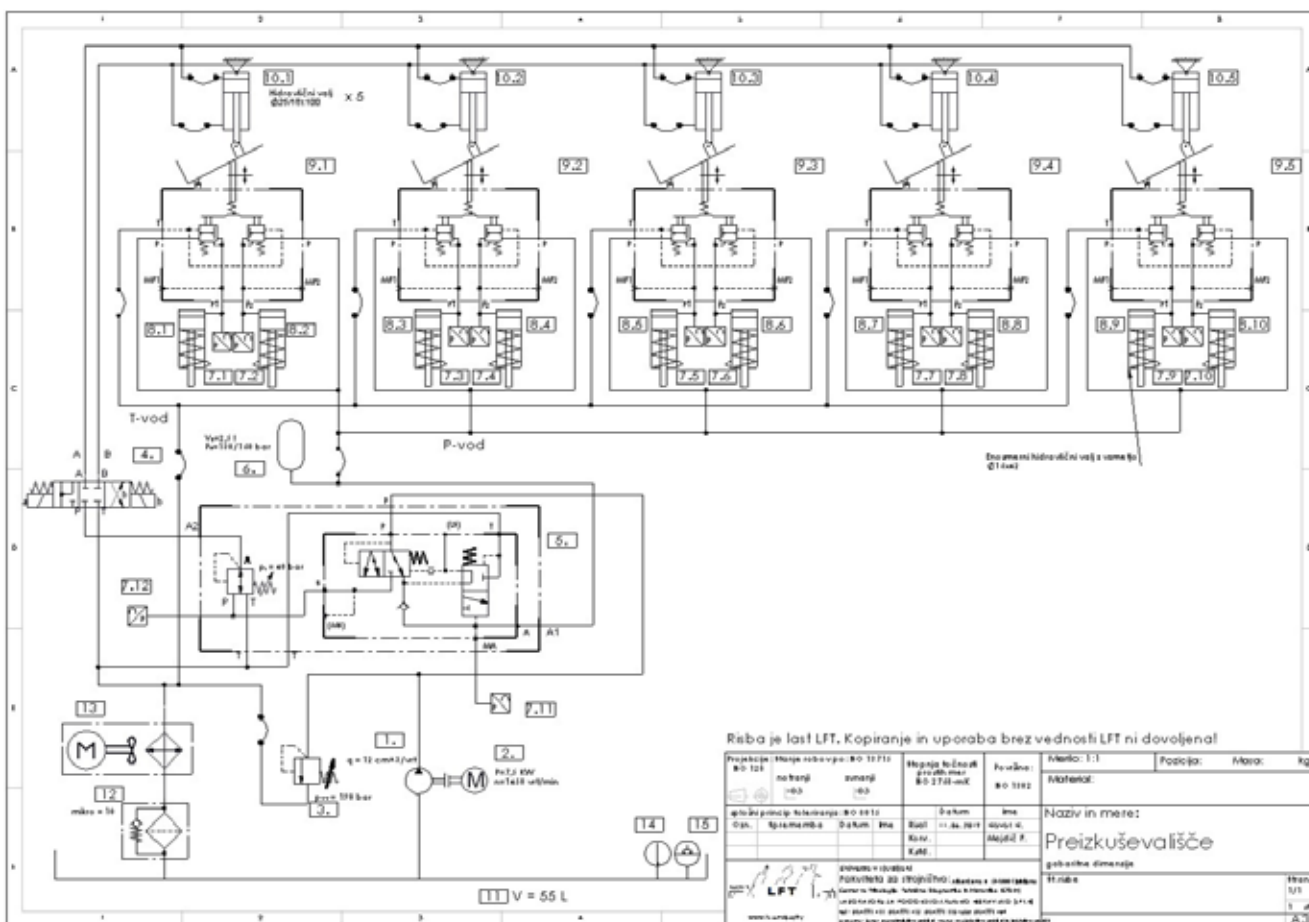
potrebno pa ga je pravilno vgraditi in pri tem upoštevati navodila proizvajalcev. Na *sliki 2* je prikazan primer vodoravnega in navpičnega vpetja ventila. Postavitev je odvisna od zahtev dobavitelja oziroma konstrukterja celotne naprave oziroma vozila, kamor je proizvod vgrajen. Glede na lego zavornega ventila je odvisno, kakšen tip stopalke se vgradi.

Načini okvare zavornega ventila

Kriteriji, ki določajo izgubo varnostne funkcije zaradi okvare na ventilu, morajo biti jasno postavljene. Določila sta jih proizvajalec Poclain Hydraulics in Laboratorij za fluidno tehniko. Vzroki za okvaro ventila in s tem izgubo varnostne funkcije so prekoračitve sledečih dopustnih območij obratovanja ventila:

- ▶ največji izhodni tlak. Dopustno odstopanje je 20 % največjega izhodnega tlaka;
- ▶ največja dovoljena razlika med delovnim tlakoma na ventilu (F1, F2) je 20 % največjega izhodnega tlaka;
- ▶ največje dovoljeno zunanje puščanje;
- ▶ največje dovoljeno notranje puščanje.

Definirani so štirje načini okvare ventilov. To je potrebno upoštevati pri preračunu zanesljivosti.



Slika 3 : Hidravlična shema preizkuševališča za zavorne ventile

Preizkuševališče

Meritve smo opravljali na hidravličnem preizkuševališču za trajnostni test zavornih ventilov. Zaradi reprezentativnega vzorca smo po knjigi *Errors in Practical Measurement* [5] izbrali 5 vzorcev zavornih ventilov. Preizkuševališče (*slika 3*) je bilo zasnovano v Laboratoriju za fluidno tehniko na Fakulteti za strojništvo. Zaradi potreb po trajnostnem testiranju je preizkuševališče avtomatizirano.

Na *sliki 4* je prikazano preizkuševališče zavornih ventilov. Testirani zavorni ventili s stopalkami so pritrjeni na osnovno ploščo. Na vrhu so točkovno vpeti delovni hidravlični valji z očesnimi zglobi. Batnice teh valjev so prav tako točkovno vpete z očesnimi zglobi na varjen polkrožni nosilec, ki se privijači na stopalko. V ozadju na desni strani je opazen agregat hidravličnega preizkuševališča.



Slika 4 : Preizkuševališče hidravličnih zavornih ventilov



Slika 5 : Merilna mesta in delovni izhodi zavornih ventilov

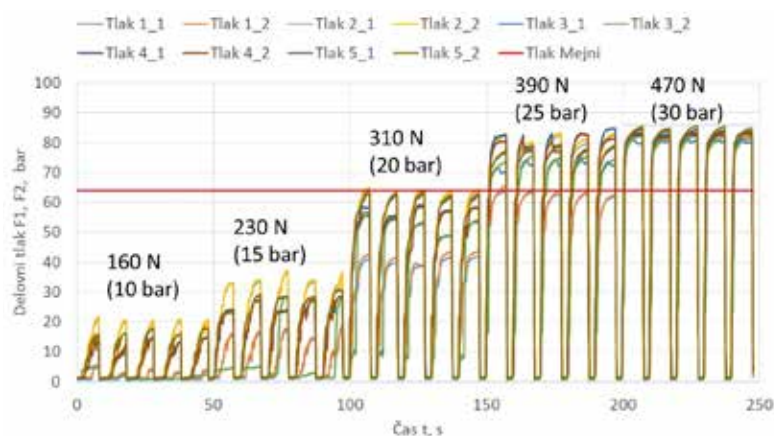
Na *sliki 5* so prikazani zavorni ventili (skrajno levo), delovni izhodi (gibke cevi, ki potekajo iz ventilov) in na koncu merilna mesta za tlačna zaznavala ter priklopi za zavorne hidravlične valje.

4 Eksperimentalna raziskava

Dolžina celotnega delovnega cikla je praviloma znašala 2,6 sekunde. Sila, s katero je delovni hidravlični valj deloval na stopalko in ponazarjal silo noge, je znašala 470 N. Preračunali smo jo glede na nastavitev tlačno reducirnega ventila, ki je bil nastavljen na 30 bar in je posredno, preko delovnega hidravličnega valja, določal silo na stopalko. Pri nižji sili se stopalka ni pomaknila do končne lege v tako kratkem času (*sl. 6*), hkrati pa stopalka in celotni skop nista smela biti preobremenjena, saj bi lahko prišlo do plastične deformacije stopalke in s tem do porušitve stopalke in posledično okvare ventila. Te vrste rezultati ne bi odražali realnih razmer obratovanja. Izmerili in zapisovali smo tlake vsake 3 cikle na 1000 ciklov. Frekvenca vzorčenja tlaka delovnega cikla pa je bila 100 Hz (podatke smo zajemali na 10 ms).

Slika 6 prikazuje razmere pri dolžini cikla 10 sekund pri petih različnih obremenitvah, od katerih je največja 470 N, in petih različnih nastavitvah tlačno reducirnega ventila od 10 bar do 30 bar.

Ključne meritve tlakov smo izvajali na delovnih vodih F1 in F2 vsakega ventila posebej. Potem smo spremljali zunanje in notranje puščanje zavornega ventila. V članku Chen Yunxia [6] je objavljen način teoretičnega izračuna povečanja reže pri drsniskem tipu ventilov. Na ta način bi bilo možno izračunati obrabo drsnih površin in teoretično določiti notranje in tudi zunanje puščanje. Izvajali smo tudi meritve čistoče ter spremljali mehansko obrabo na zunanjih mehanskih delih (stopalke in potisnega dela zavornega ventila).



Slika 6 : Optimizacija obremenitve stopalke pri dolžini cikla 10 sekund

Tlake delovnih vodov zavornih ventilov F1 in F2 smo spremljali s tlačnimi zaznavali (poz. 7.1-7.10) na hidravlični shemi (slika 3). Vsakodnevno smo izvedli analizo meritev in ugotavljali sprejemljivost delovanja zavornih ventilov. Spremljali smo mehansko obrabo na spojih med gibljivimi deli in dinamično utrujanje torzijskih vzmeti, ki so skrbele za vračanje stopalke v začetni položaj. Testirali smo štiri stopalke, ki so bile narejene iz jekla in so bile zaščitene s črno barvo, in eno aluminijasto stopalko, ki je bila prašno barvana.

5 Rezultati

Vsi vzorci so dosegli 1003 ure obratovanja in 1 404 092 ciklov. Dolžina cikla je znašala 2,6 sekunde pri polni obremenitvi na stopalko. Obremenjevali smo jih s hidravličnimi valji, ki so izvrševali potisk na posamezno stopalko.

$$B_{test} = 1\,404\,092 \text{ ciklov} \quad (7)$$

Predpostavke in izračuni vrednosti $MTTF_D$

Srednji čas do okvare ventila se močno razlikuje od predpostavljene realne obremenitve ventila, zato sta v nadaljevanju predstavljeni in izračunani dve vrednosti $MTTF_D$ pri dveh različnih predpostavkah. V praksi je realna obremenitev odvisna od končnega uporabnika, od tega je odvisna tudi uporabna doba izdelka.

a) Predpostavka 1

Če predpostavimo, da je realna obremenitev na zavorne ventile na dan enaka 10 polnim obremenitvam pri zaviranju na dan, potem sledi iz predpostavke 1 in enačbe (1), demonstracijskega faktorja zanesljivosti (DFZ), ki je predstavljen v enačbi (6), in izmerjenega števila izvedenih ciklov B_{test} en. (7), da je $MTTF_D$ teh ventilov najmanj:

$$MTTF_D = \frac{B_{test}}{0,1 \cdot n_{op}} \cdot \frac{1}{DFZ} \quad (8)$$

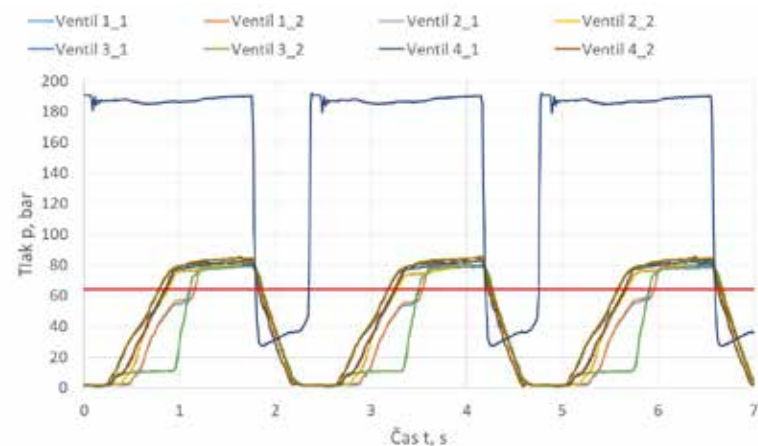
Po enačbi (8) smo izračunali, da $MTTF_D$ zavornih hidravličnih ventilov znaša 880 let.

b) Predpostavka 2

Če predpostavimo, da je realna obremenitev na zavorne ventile na dan enaka 100 polnim obremenitvam pri zaviranju na dan, potem po enakem postopku določimo $MTTF_D$ za zavorni hidravlični ventil, ki sedaj znaša najmanj 88 let. Podatki so smiselni, saj je uporabna doba ventila odvisna od pogostosti uporabe.

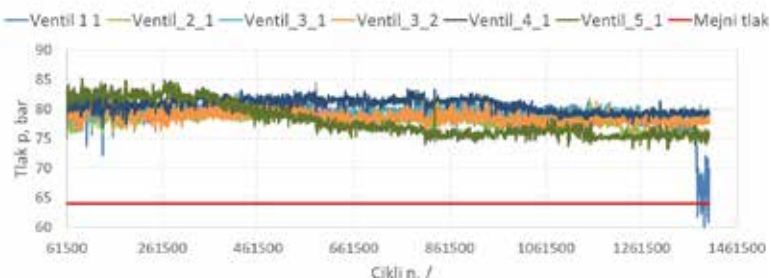
Primerjava izhodnih delovnih tlakov F1 in F2 na testiranih ventilih

S tlačnimi zaznavali smo zaznavali izhodne delovne tlake na delovnih vodih F1 in F2 na vseh ventilih hkrati. Na sliki 7 so prikazani tlaki v odvisnosti od časa za posamezni ventil za 3 delovne cikle na začetku trajnostnega testa. Poleg je prikazan tudi sistemski tlak, ki ga zagotavlja agregat, in mejni tlak, ki ga morajo dosegati zavorni ventili.



Slika 7 : Prikaz tlaka v odvisnosti od časa treh ciklov (na začetku trajnostnega testa)

Slika 8 predstavlja največje tlake v vsakem merjenem ciklu, torej vsake tri meritve na 1000 ciklov. Na spodnji sliki se pri podrobnem ogledu lahko opazi, da je ventil številka 3 skozi celoten trajnostni test deloval najbolj enakomerno. Pri ventilu številka 5 se je začel postopoma zmanjševati največji izstopni tlak nekje na tretjini testiranja ter se je ustabil na polovici testiranja, povprečna sprememba tlaka pa je znašala približno 9 %.



Slika 8 : Prikaz največjih merjenih tlakov pri posameznem ciklu skozi celoten trajnostni test

Ventil številka 1 je imel najbolj podoben potek obratovanja kot ventil številka 3. Na koncu je ventil številka 1 začel dosegati manjše tlake kot ostali, razlog za to je bil neznan. Lahko je bil vzrok trenje med

mehanskimi deli v konstrukciji. Na primer: očesna spoja na delovnem hidravličnem valju in sorniki na konstrukciji so imeli večje torne razmere kot na začetku testiranja. To ni posledica nepravilnega delovanja ventila, ampak same konstrukcije in vpetja stopalke na delovni hidravlični valj ter preizkuševališča. Na koncu trajnostnega testa so bile izvedene še meritve za daljši cikel 3,8 sekunde. Vsi ventili so dosegali največje izhodne tlake in tako opravljali svojo funkcijo.

6 Zaključki

- ▶ Zasnovali smo preizkuševališče za trajnostni test petih zavornih ventilov in stopalk.
- ▶ Pokazali smo, da je vseh pet ventilov opravilo 1003 ure testiranja in izvedlo 1 404 096 ciklov brez okvar. Po preračunu glede na standard SIST-ISO 13849-1 smo dokazali, da je najmanjši srednji čas do okvare ventilov 880 let po predpostavki, da na dan izvedejo 10 polnih zaviranj. Ker smo izvajali pospešen test, smo naredili izračune glede na opravljene cikle, ni pa bilo mogoče upoštevati staranja tesnil in ostalih morebitnih okvar zaradi staranja.
- ▶ Izmerili smo delovne tlake, ki niso bili manjši od najmanjših dovoljenih. Notranje puščanje je bilo zanemarljivo. Čistočo smo v povprečju vzdrževali na 16/13/9.
- ▶ Vsi ventili še vedno izpolnjujejo pogoje za opravljanje svoje funkcije in s tem izvajanje varnostne funkcije.

Z izvedbo pospešenega trajnostnega testa smo prikazali realne obratovalne razmere na zavornih ventilih in stopalkah. Celovit doprinos predstavljene raziskave je konservativna ocena srednjega časa do okvare sklopa zavornega ventila s stopalkami, ki izvaja funkcijo zaviranja. Zahvaljujemo se proizvajalcu hidravličnih zavornih ventilov Poclain Hydraulics za pomoč in podporo pri projektu ter sodelavcem v Laboratoriju za fluidno tehniko, še posebej Roku Jelovčanu.

Viri

- [1] SIST EN ISO 13849-1:2016: Varnost strojev – Z varnostjo povezani deli krmilnih sistemov – 1. del: Splošna načela za načrtovanje.
- [2] Pezdernik, J., Majdič, F.: Pogonsko-krmilna hidravlika, Zapiski za predavanja – RRP del hidravlika, Ljubljana 2012.
- [3] Hydraulic brake valves, V katalogu MICO. Dostopno na: <https://www.mico.com/sites/default/files/document-pdfs/84466001Hydraulic%20Brake%20Valves.pdf>.
- [4] VB brake valves, V katalogu Poclain hydraulics. Dostopno na: https://www.poclain-hydraulics.com/_upload/ressources/media/pdf/A06604D.pdf.
- [5] Austin, B. B.: Errors in Practical Measurement. A Wiley-Interscience publication, New York, 1978.
- [6] Yunxia, C.: Copuling behaviour between adhesive and abrasive wear mechanism of aero-hydraulic spool valves, Chinese Journal of Aeronautics 29 (2015), str. 1119-1131.

Mean time to failure of hydraulic brake valves

Abstract:

Nowadays, great emphasis is put on safety and reliability for machines and devices. One of the newer standards for safety of machines and devices is SIST EN ISO 13849-1. A more important topic in this standard is the determination of the mean time to failure of a component or an entire device. The objective for the task is to determine mean time to failure (MTTF) of the hydraulic brake valve. Valve is a key element in a braking system for heavy-duty machines. Since a valve is also a safety part of the control system, its potential failure will result in a hazardous situation for people. Therefore it is necessary to prove analytically and experimentally the useful time of the brake valve. A sustainable test was carried out. After 1000 hours of testing, the test was stopped and the mean time to failure of the valve was calculated. None of the valves failed during testing.

Keywords:

hydraulic brake valve, mean time to failure (MTTF), reliability, safety function, pedal, test station, outlet working pressure

UPORABA SODELUJOČEGA ROBOT- TA IN OBOGATENE RESNIČNOSTI NA PRIMERU APLIKACIJE SESTAVLJANJA

Simon Erjavec, Matjaž Mihelj, Marko Munih, Sebastjan Šlajpah

Izvleček:

Robotske sodelovalne aplikacije omogočajo združevanje prednosti robota in operaterja, kar pripomore k hitrejšemu, enostavnejšemu in hkrati bolj učinkovitemu izvajanju nalog. Razvili smo sistem, ki temelji na robotu ABB YuMi in omogoča interaktivno sodelovanje robota in operaterja za izvedbo naloge sestavljanja. Pristop je nadgrajen z uporabo robotskega vida ter obogatene resničnosti za posredovanje informacij operaterju med izvajanjem naloge. Integrirani sistem smo preizkusili na primeru sestavljanja mehanizma za linearni pomik.

Ključne besede:

sodelujoči robot, sodelovalna aplikacija, sestavljanje, robotski vid, obogatena resničnost

1 Uvod

Z željo po razvoju, optimizaciji dela in višji produktivnosti se v industriji pristop k proizvodnji hitro spreminja. Veliko je poudarka na pametnih sistemih, ki so krmiljeni s pametnimi mrežami, preko pametnih programskih orodij, vse to pa lahko opredelimo kot pametno proizvodnjo [1].

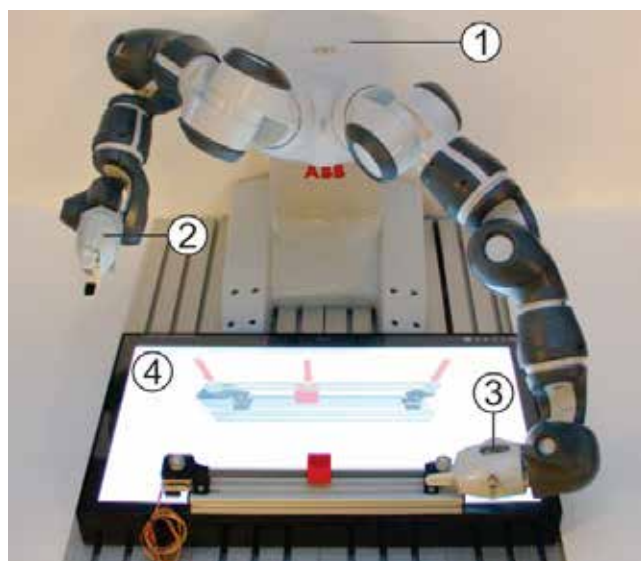
Industrija 4.0 predstavlja četrto razvojno stopnjo proizvodnje v industriji, ki se od prejšnjih razvojnih stopenj razlikuje predvsem v tem, da jo sestavljajo kibernetsko-fizični sistemi. Za razliko od avtomatizacije klasičnih industrijskih tovarn se kot ključne tehnologije napredne industrije uporabljajo strojno učenje, analiza velike količine podatkov, komunikacija z ostalimi napravami, napredna robotika, hibridno-aditivne proizvodnje, virtualne tovarne in digitalni dvojčki [1, 2]. Dva pomembna vidika industrije 4.0 sta tudi sodelovanje robota z operaterjem in obogatena resničnost.

V okviru Centra za sodelujočo robotiko (www.cobotic.si, Laboratorij za robotiko, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani) smo razvili testno sodelovalno aplikacijo za primer sestavljanja. Koncept sodelovalne aplikacije operaterju, ki sodeluje z robotom, olajša delo, saj ga vodi, zmanjša skrb za pravilno izvedbo naloge, poveča produktivnost ter izboljša sodelovalno izkušnjo. S tem namenom smo nadgradili vodenje robota, delovanje robot-

skega vida in izdelali sistem za prikaz obogatene resničnosti.

2 Robotska celica

Robotsko celico sestavlja dvoročni sodelujoči robot ABB IRB 14000 – YuMi, ki je prikazan na *sliki 1*. Vsaka roka ima 7 prostostnih stopenj, ponovljivost 0,02 mm, maksimalno hitrost vrha 1,5 m/s in nosilnost 0,5 kg. Robot ima implementirano detekcijo trka na osnovi identificiranega dinamičnega modela, za dodatno varnost pa poskrbi zasnova brez možnih točk ukleščitve prstov ter dodana penasta



Slika 1 : Prikaz uporabljenih naprav: 1 – robot ABB YuMi, 2 – prijemalo SmartGripper, 3 – kamera Cognex, 4 – računalniški zaslon

Simon Erjavec, mag. inž. el., prof. dr. Matjaž Mihelj, univ. dipl. inž. el., prof. dr. Marko Munih, univ. dipl. inž. el., dr. Sebastjan Šlajpah, univ. dipl. inž. el.; vsi Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

zaščita segmentov. Robotski roki sta opremljeni s prijemali SmartGripper (servo prijemalo in pnevmatski sesek), levo prijemalo pa ima integrirano še kamero proizvajalca Cognex. V sistem smo vključili še računalniški zaslon, ki smo ga uporabili za implementacijo obogatene resničnosti.

Robot ABB YuMi je že v osnovi opremljen s programskim okoljem RobotStudio, ki omogoča tako sprotno (ang. online) kot predhodno (ang. offline) programiranje robota. Na voljo je tudi razširitev In-Sight Vision za načrtovanje programa z uporabo robotskega vida. Kot dodatno programsko okolje, ki je služilo za nadzor robota, smo uporabili programski paket Matlab, grafiko za obogateno resničnost pa smo realizirali v programu Unity.

3 Gradniki sistema

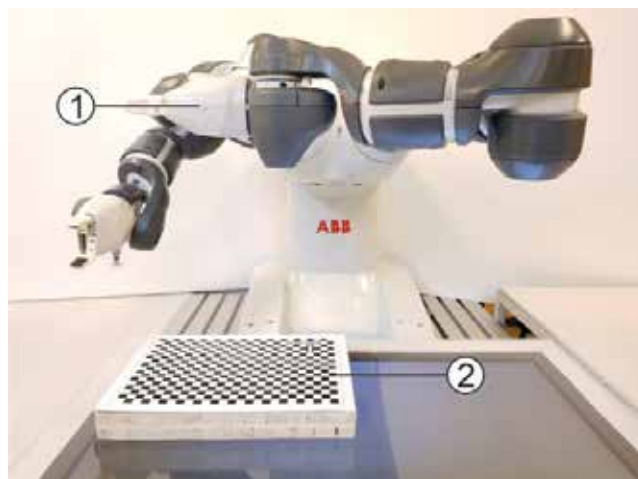
Sodelovalna aplikacija temelji na treh gradnikih sistema, ki skrbijo za vodenje robota, robotski vid in obogateno resničnost.

3.1 Vodenje robota

Uporaba ročne učne enote v kombinaciji s programskim okoljem RobotStudio omogoča uporabniku enostavno in intuitivno programiranje robota po principu od točke do točke. Osnovno možnost programiranja smo razširili z uporabo dodatnega zunanega programskega okolja Matlab, ki nam je omogočilo izgradnjo fleksibilnega sistema in kompleksnega vodenja. Okolje Matlab je bilo uporabljeno kot nadzorno okolje, znotraj katerega je glavni program oziroma logika vodenja sistema za izvedbo nalog. Povezava med okoljem Matlab in okoljem RobotStudio je potekala preko komunikacije TCP/IP. Uporabnik preko nadzornega okolja pošilja sporočila v programsko okolje RobotStudio, kjer so definirani primeri odziva robota glede na vsebino sporočila. Program, ki teče na robotu, tako predstavlja vnaprej sprogramirano fiksno programsko strukturo, ki omogoča posredno vodenje robota in ne potrebuje dodatnega urejanja in dograjevanja.

3.2 Robotski vid

Največji poudarek pri izvedbi sodelujoče aplikacije je bil na robotskem vidu. Želeli smo namreč implementirati sistem, ki bi omogočal visoko stopnjo prilagodljivosti, zanesljivost iskanja objektov skozi celotno delovno površino robota (pri različnih položajih kamere) ter enostavno definiranje objektov zanimanja. Po navodilih proizvajalca je potrebno za vsako lego kamere narediti novo kalibracijo, območje iskanja pa je pogojeno z vidnim poljem kamere. Razširitve področja iskanja objektov skozi celoten



Slika 2 : Prikaz kalibracije kamere: 1 – prijemalo SmartGripper z integrirano kamero, 2 – kalibracijska mreža na višini 3 cm

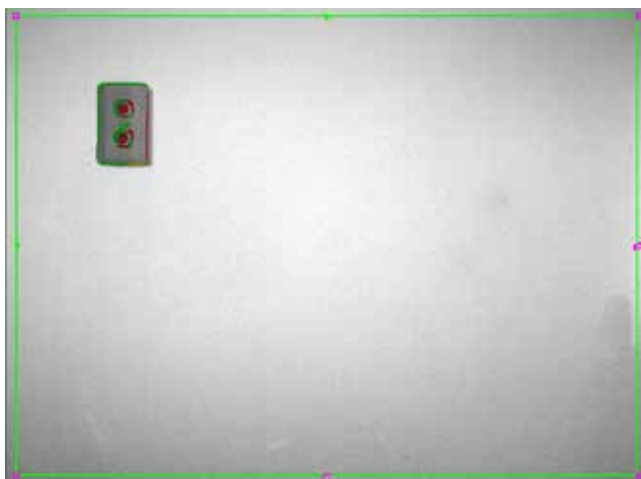
delovni prostor robota smo se lotili s transformacijo osnovnega vidnega polja kamere, znotraj katerega bi moralo v osnovi potekati iskanje. Z iskanjem objektov v razširjenem delovnem prostoru se je pojavila napaka pri prijemu objekta. Identificirali smo tri stvari, ki prispevajo k tej napaki. To so bile napake zaradi globine, pogleda s strani in odstopanja lege robotske roke.

Napaka zaradi globine

Najprej smo opazili napako zaradi napačnega določanja oddaljenosti ravnine pri kalibraciji. Kalibracijo smo namreč izvajali s kalibracijsko mrežo, ki smo jo položili na delovno mizo. S kalibracijsko mrežo smo določili vrednost pretvorbe slikovnih pik v milimetre, ki se spreminja z razdaljo med ravnino in objektivom. Ker je višina sestavnih delov okoli 3 cm, se je napaka prijema z oddaljenostjo objekta od središča spreminjala. Napako zaradi globine smo zmanjšali s ponovno kalibracijo kamere, pri čemer smo kalibracijsko mrežo dvignili za 3 cm, kot je prikazano na *sliki 2*. Na ta način smo zagotovili ustrezno pretvorbo slikovnih elementov v metrične enote. Ker pa so bili objekti različnih višin, s to metodo nismo popolnoma odstranili napake prijemanja.

Napaka zaradi pogleda s strani

Kot drugo napako smo identificirali napako zaradi pogleda s strani; opazen primer napake je prikazan na *sliki 3*. S slike je razvidno, da se ujemanje vzorca, ki smo ga določili kot naš model objekta znotraj okolja In-Sight, zmanjšuje z oddaljenostjo od središča. Zaradi pogleda s strani se namreč vzorec objekta spremeni, s tem pa se zgubijo določene značilke, na katerih temelji prepoznavna modela. V primeru, da je pogled s strani preveč spremenil vzorec, zaznava objekta odpove. S slike

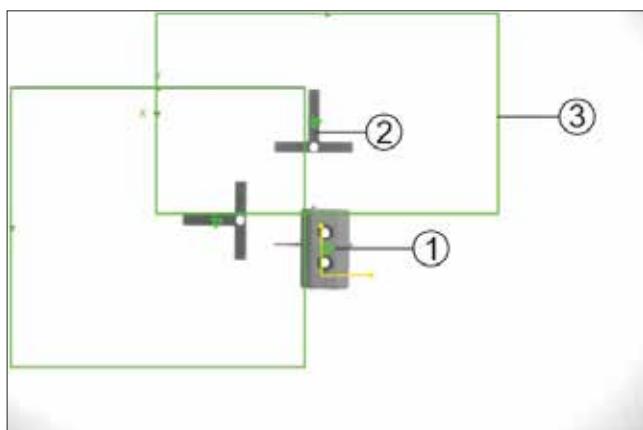


Slika 3 : Prikaz objekta, ki ga kamera zajame s strani; z rdečimi linijami so označene značilke, ki so bile določene med učenjem objekta, na iskanem objektu pa ti robovi niso jasni zaradi pogleda s strani.

je razvidna tudi sprememba vzorca zaradi višine objekta: višji objekti pri pogledu s strani postanejo širši, kot so v resnici. Napako zaradi pogleda s strani smo izničili z avtomatsko poravnavo kamere na robotski roki glede na iskani objekt. Lega prepoznanega objekta Ta je po končani poravnavi v središču zajete slike (direktno pod kamero), kot je razvidno s slike 4.

Napaka zaradi odstopanja lege robotske roke

V nekaterih konfiguracijah robotske roke smo pri zajemanju slike opazili, da prihaja do napačne prijemanja zaradi napačne orientacije kamere. Vzrok je bila napačna interpretacija direktne kinematike robota, predvsem okoli singularnih leg. Da bi to napako izničili, smo ob detekciji objekta okoli objekta na zaslonu izrisali dva kalibracijska markerja, kot je prikazano na sliki 4. Nato smo ponovno



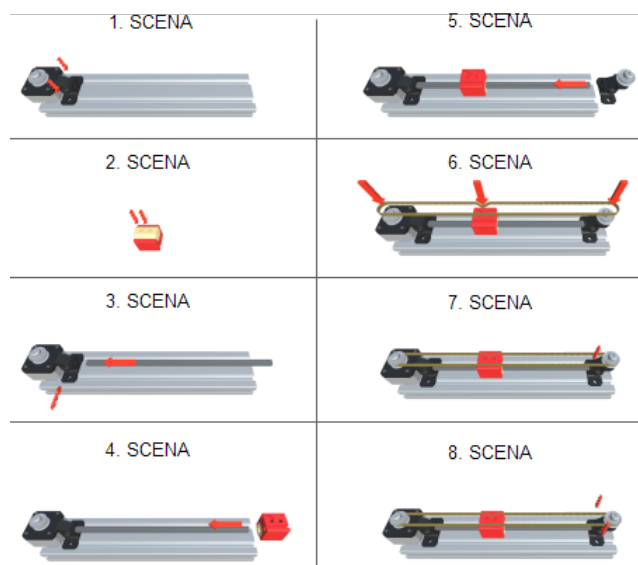
Slika 4 : Prikaz novega pristopa k zaznavi lege objekta s pomočjo markerjev: 1 - iskani objekt, 2 - kalibracijski marker, 3 - območje iskanja kalibracijskega markerja

zajeli sliko z namenom, da prepoznamo in določimo lego teh markerjev. Na podlagi primerjave dejanske lege s prepoznano lego markerjev smo določili napako lege, ki je bila vzrok napačne orientacije kamere. S kompenzacijo te napake pri prepoznavi iskanega objekta smo zmanjšali napako določevanja referenčne pozicije za prijemanje ter tako izboljšali samo izvedbo prijemanja.

3.3 Obogatena resničnost

Za zagotavljanje ustrezne sekvence sestavljanja smo operaterju med izvedbo naloge prikazovali trenutno stanje naloge. Pri fazah sestavljanja, kjer je bilo zahtevano sodelovanje operaterja, smo operaterju z obogateno resničnostjo jasno prikazali navodila na zaslonu ter ga tako vodili skozi postopek izvedbe naloge. Sodelovanje operaterja je zajemalo naloge, za katere nismo imeli namenske opreme robota (npr. vijačenje elementov), naloge vstavljanje, kjer zaradi variabilnosti sestavnih delov in visokih toleranc izdelave robot ni bil sposoben sestavljanja, ne da bi sprožil varnostne funkcije ustavitve zaradi prekoračenih obremenitev, ter manipulacijo z upogljivimi elementi (jermenica).

Vizualna navodila znotraj okolja Unity so razdeljena na več različnih scen, ki s premiki 3D objektov ponazarjajo potrebne korake za izvedbo naloge. Vizualizacijo v obogateni resničnosti sestavlja osem različnih scen, ki se posamezno prikazujejo, ko je potreba po operaterjevem sodelovanju. Na vsaki sceni je naloga operaterja jasno ponazorjena z animiranimi rdečimi puščicami. Vseh osem scen je prikazanih na sliki 5.



Slika 5 : Navodila za izvedbo naloge; naloge operaterja so jasno označene z animiranimi rdečimi puščicami.

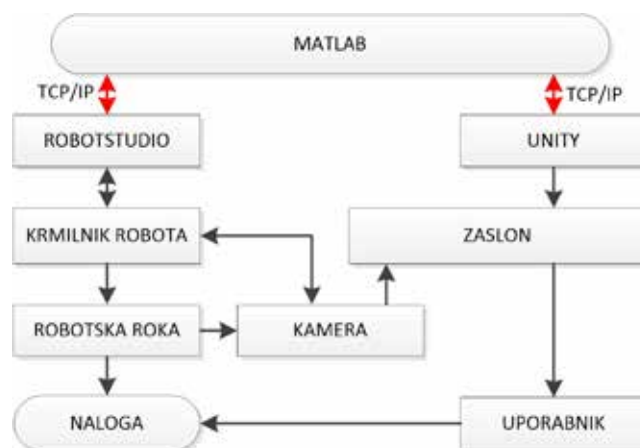
4 Integracija sistema

Princip delovanja sistema je zajet na *sliki 6*. Nadzor gibanja robota in sistema za obogateno resničnost potekata znotraj nadzornega okolja Matlab, ki preko komunikacije TCP/IP upravlja z ostalimi programskimi okolji. V sklopu robotskega programa glavna rutina skrbi za sprejem in interpretacijo ukaza, prejetega iz Matlab okolja, ter poskrbi za ustrezen odziv robotskega sistema s klicem vnaprej pripravljenih podrutin.

Nadzorno okolje Matlab poskrbi tako za ustrezno iskanje objektov kot tudi za odpravljanje napak pri iskanju in prijemanju objektov. Pri tem poteka komunikacija tudi z okoljem Unity, ki poskrbi za ustrezen izris kalibracijskih markerjev na zaslonu. Na podlagi povratne informacije iz robotskega krmilnika nadzorno okolje Matlab proži ustrezne elemente v okolju Unity za vizualno komunikacijo z uporabnikom za obveščanje o stanju izvedbe naloge ter podajanje ustreznih postopkov sestavljanja.

5 Zaključek

Industrijski robotski krmilniki so največkrat omejeni na nabor osnovnih ukazov, ki ne omogočajo optimalnega razvoja naloge, pri kateri je potrebno aktivno sodelovanje človeka. Predstavljena nadgradnja sistema je vključevala dodatno programsko opremo kot tudi ustrezne naprave za večjo fleksibilnost sistema in možnost dodatne komunikacije z operaterjem. Sistem poleg osnovnih funkcionalnosti omogoča tudi implementacijo kompleksnejših principov vodenja. Dodaten zaslon je hkrati predstavljal delovno površino in pripomoček za podajanje informacij operaterju. Uporabili smo ga tudi za



Slika 6 : Prikaz delovanja sistema

zmanjševanje napak pri zaznavi objektov, kar je še dodatno izboljšalo delovanje sistema. Predstavljene rešitve prinašajo nov pogled k reševanju problematike stika človeka in robota pri izvajanju skupne naloge, kjer se daje velik poudarek na pozitivni izkušnji uporabnika pri sodelovanju z robotom.

Viri

- [1] N. Herakovič, »Nekateri tehnološki izzivi industrije 4.0«, Fakulteta za strojništvo, LASIM, Ventil, vol. 22, no. 1, str. 10-16, 2016.
- [2] D. Bourne, »My boss the robot«, Scientific American, vol. 308, no. 5, str. 38-41, 2013.
- [3] Ž. Majdič, »Uporaba in primeri uporabe simulacijskega okolja ABB RobotStudio«, strokovni članek, Fakulteta za strojništvo, LASIM, št. 1, letn. 15, str. 76-79, 2009.

Demonstration of collaborative assembly based on collaborative robot with augmented reality

Abstract:

Collaborative application merges the best properties of the robot and the human operator. In this way tasks are performed faster, more efficiently and with less cognitive effort. A collaborative assembly task based on an ABB YuMi robot system was developed. The system was upgraded with robot vision and augmented reality to provide enhanced feedback to the operator. The overall system functionality was demonstrated by assembling a one-degree-of-freedom linear mechanism.

Keywords:

collaborative robot, collaborative application, assembly, robot vision, augmented reality

Zahvala

Raziskovalni program št. P2-0228 je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna. Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti / GOSTOP, OP20.00361, št. pogodbe C3330-16-529000, 2016-20, naložbo sofinancirata Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj in Republika Slovenija.

VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV – 4. DEL

Franc Majdič

V tretjem delu Vzdrževanja hidravličnih naprav smo predstavili temperaturno-viskozno razmerje za hidravlično kapljevino, določitev ustreznega razreda viskoznosti, kako omejimo zgornji nivo delovne temperature hidravlične kapljevine, kako preprečimo poškodbe zaradi povišanih temperatur ter omejimo vzroke visokih temperatur hidravlične kapljevine.

V članku *Vzdrževanje hidravličnih naprav – 2. del* smo predstavili priporočila za kontrolo čistoče hidravličnih kapljev (HK) in napotke, kako lahko izboljšamo njihovo čistočo ter na kaj moramo biti pri tem pozorni. Predstavljena so bila tudi praktična priporočila o izpiranju hidravličnih sistemov ter utemeljitev, zakaj je zelo priporočljivo nadzirati stanje hidravličnih kapljev. Na koncu prispevka je bil predstavljen tudi praktični primer nujnosti spremljanja stanja HK.

Povzetek

Vzdrževanje po tovarniških specifikacijah pomeni redno preverjanje delovanja in nastavitve vseh varnostnih elementov (tlačna, nivojska in temperaturna stikala ...) hidravličnega sistema. Najprej si bomo ogledali, kako napačno nastavljeni oz. nedelujoči varnostni elementi skrajšujejo uporabno dobo celotnega hidravličnega sistema. Načrtovanje menjave hidravličnih sestavin pred okvaro vključuje najprej določitev uporabne dobe posamezne sestavine in pravočasno menjavo, da ne pride do nenadnega in nepričakovanega zastoja proizvodnje. Ogledali si bomo, kakšne so posledice, če pravočasno ne zamenjamo sestavin in kako narastejo obratovalni stroški.

Posledice slabo nastavljenih hidravličnih sistemov

Neustrezno nastavljeni varnostni elementi lahko vplivajo na manjšo produktivnost stroja in povzročajo poškodbe hidravličnih sestavin zaradi tlačne preobremenitve, kavitacije in prezračevanja hidravlične kapljevine (angl. »aeration«).

Tlačna preobremenitev se pojavi, ko tlak hidravlične kapljevine kjerkoli v sistemu preseže dopustni nivo. To se običajno pojavi zaradi napačno nastavljenega



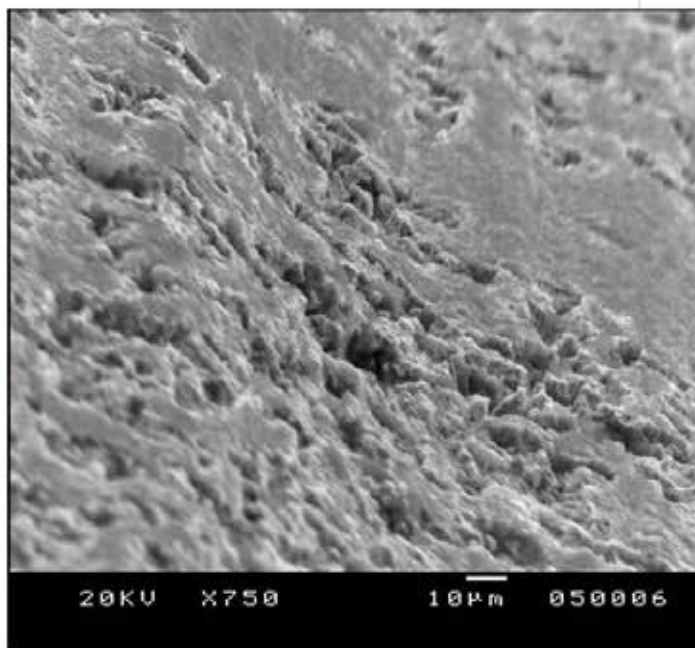
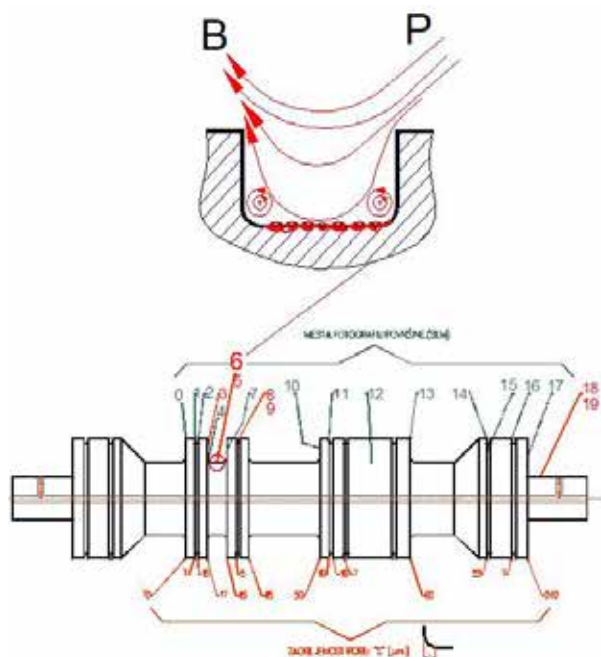
Slika 1 : Nastavitev tlačnega omejitelne ventila

tlačnega omejitelne (varnostnega) ventila (slika 1). Posledice napačne nastavitve so najpogostejše vidne v razpokah hidravličnih gibkih cevi, poškodbah tesnil in mehanskih poškodbah črpalk, motorjev, hidravličnih valjev in ventilov.

Kavitacija se pojavi, ko je potreben pretok hidravličnega olja večji, kot ga trenutno dobavljamo. To znotraj hidravličnega sistema povzroča lokalni pojav vakuumu, ki vodi v lokalno uparjanje. Kavitacija povzroča erozijo materiala s površin (slika 2), kar poškoduje hidravlične sestavine in onesnaži hidravlično kapljevino. V ekstremnih primerih kavitacija lahko povzroči poškodbo hidravličnih črpalk in motorjev. Na to vpliva več dejavnikov, najpogostejši pa so napačno nastavljeni ventili, ki preprečujejo kavitacijo, kot na primer zavorni in antikavitacijski ventili.

Prezračevanje (angl. »aeration«) povzroča zrak znotraj hidravlične kapljevine. Kot smo povedali v pretekli številki IRT3000, nezaželen zrak vstopa v hidravlično kapljevino predvsem preko sesalnega priključka črpalke in batničnih tesnil pri hidravličnih valjih. Zrak prav tako lahko vstopa v hidravlično kapljevino preko tesnilne prirobe batnice dvostransko

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

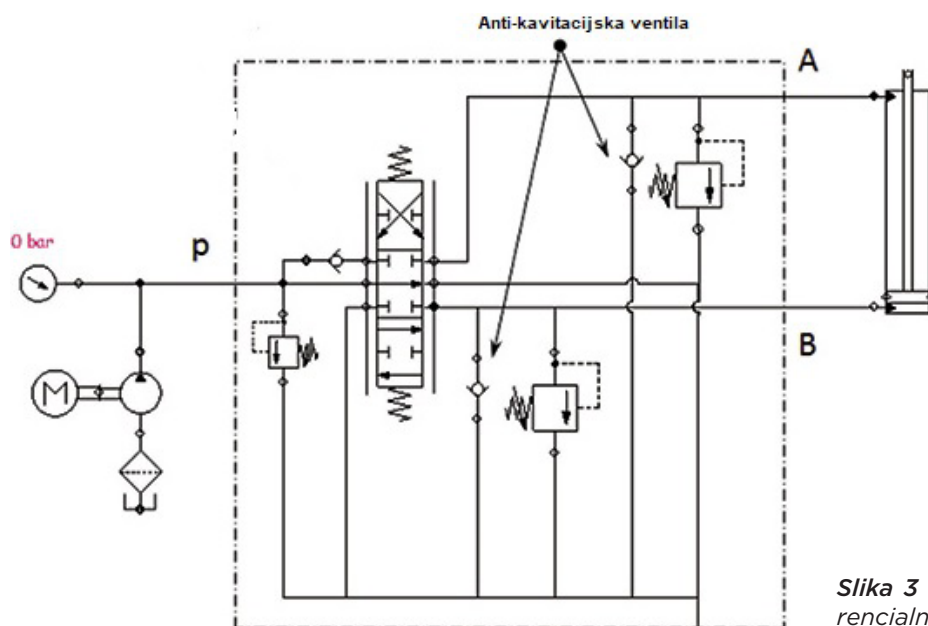


Slika 2 : Pojav kavitacijske obrabe na krmilnem batu potnega ventila

delujočega hidravličnega valja zaradi neustrezno nastavljenega zavornega ventila, povratno dušilnega ventila ali antikavitacijskega ventila (slika 3).

Ko se batnica diferencialnega dvostransko delujočega hidravličnega valja zaradi gravitacijske obremenitve pomika (uvlači) v cev, se lahko zgodi, da je potreben dotok olja na strani batnice večji, kot ga uspe ustvariti črpalka. Kot je bilo že razloženo, to posledično povzroča kavitacijo. Lokalni pojav vakuum na strani batnice lahko posledično pripomore k vdoru zraka preko batničnih tesnil. Običajna oblika batničnih tesnil preprečuje le puščanje olja pod tlakom z notranje strani navzven, niso pa oblikovana

tako, da bi preprečila vstop zraka od zunaj navznoter, če se znotraj hidravličnega valja pojavi vakuum. Posledica nezaželenega vstopa zraka v hidravlično olje je najbolj očitno vidna v kavitaciji, kar pa povzroča poškodbe hidravličnega valja. Prezračevanje olja povzroča slabo mazanje in pregrevanje hidravlične kapljevine zaradi segrevanja zračnih mehurčkov pri visokih tlakih (kompresija zračnih mehurčkov). Mešanica stisnjenega zraka in olja (mehurčki) v hidravličnih valjih lahko eksplodira, poškoduje hidravlični valj in uniči tesnila. Takemu pojavu rečemo »dizel efekt« zaradi podobnosti procesu zgorevanja goriva (mineralno hidravlično olje je tudi naftni derivat) pri dizelskih motorjih.



Slika 3 : Antikavitacijska ventila pri diferencialnem hidravličnem valju (vir H & P)

Preverjanje in nastavitve parametrov hidravličnih sistemov

Redna kontrola nastavitvev hidravličnega sistema ne pomeni zgolj zagotavljanje delovne učinkovitosti stroja, ampak tudi kontrolo delovanja vseh varnostnih sestavin, preden pride do okvare.

Proizvajalci strojev običajno napišejo natančna navodila za kontrolo in nastavitve parametrov hidravličnega sistema pri njegovi delovni temperaturi. Taka navodila običajno vključujejo seznam potrebne opreme za izvajanje nadzora in nastavitve. Najpogostejša in najnujnejša oprema so manometri za različna območja tlakov.

Nameščeni merilni priključki (*slika 4*) na ustreznih lokacijah hidravlične naprave zelo olajšajo meritve tlaka. Merilni priključek je hidravlična sestavina cevnega razvoda, preko katere se preprosto z merilno cevjo priključi manometer. Proizvajalci strojev običajno namestijo merilne priključke na vsa ključna mesta v hidravličnem sistemu. Sicer pa lahko (razlog, da tega ni, je lahko neznanje ali pa varčevanje) to storijo tudi vzdrževalci naknadno.



Slika 4 : Zgradba merilnega priključka in njegov videz (levo - Hydrotechnik, desno - Stauff)

Zahtevnejša merilna oprema, kot npr. merilniki pretoka, merilniki tlačnih vrhov (»špic tlaka«) in multiometri itd., je potrebna pri kontroli delovanja in nastavitvah zahtevnejših zvezno delujočih električno krmiljenih hidravličnih sistemov. Če imamo veliko hidravlične opreme, je zelo smiselno nakup kvalitetne merilne opreme. Če nimate dostopa do potrebne merilne opreme, morate najeti strokovnjaka, ki to ima.

Ni splošnih pravil, kako pogosto je treba kontrolirati nastavitve hidravličnih parametrov strojev ter preverjati delovanje varnostnih sestavin (tlačnih, termičnih in nivojskih stikal ...). Nastavitve in kontrole naj bi se vedno izvajale pri prvih zagonih in pri vseh vmesnih zagonih po odpravi posameznih okvar ali menjav posameznih sestavin sistema in pri vseh planiranih vzdrževalnih posegih (»re-

monti«). Po izkušnjah pa naj bi se nastavitve in kontrole hidravličnih parametrov stroja izvajale najmanj vsakih 1.000 do 2.000 delovnih ur, odvisno tudi od tega, kako kritičen je opazovani sistem in kako kvalitetno preventivno vzdrževanje želite imeti.

Koristi redno in dobro nastavljenih hidravličnih sistemov

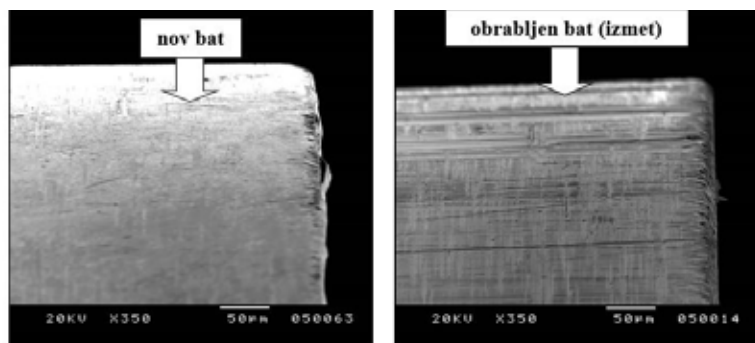
Koristi redno in kvalitetno nastavljenih sistemskih hidravličnih parametrov in redne kontrole delovanja varnostnih sestavin so nazorno razvidne na primeru okvare velikega in dragega diferencialnega dvostranske delujočega hidravličnega valja (HV) gradbenega bagra. Omenjeni HV je bil zamenjan zaradi zunanega puščanja tesnil batnice po znatno krajšem času, kot je predvideno. Ugotovljeno je bilo, da je do okvare prišlo zaradi poškodovanih tesnil batnice kot posledice »dizel efekta« (*slika 5*). Poškodovani so bili tudi drugi deli HV. Omenili smo že, da ta efekt nastopi ob nezaželenem vstopu zraka preko batničnih tesnil v HV. Kombinacija zraka in hidravličnega olja pa lahko povzroči lokalne mikroeksplozije, ko naraste tlak. Ugotovljeno je bilo, da je do te predčasne okvare prišlo zaradi napačnega ničelnega položaja potnega ventila. V tem primeru bi moral plavajoči položaj ventila omogočiti hitro spuščanje roke pod vplivom lastne teže. Ventil mora v tem primeru pretočno povezati oba priključka HV, kar omogoči spuščanje zaradi lastne teže. Del olja se tako s strani bata umika na stran batnice, višek pa odteka v rezervoar. Zožitev tokovodnika (nastavljiva zaslonka ali dušilka) določa hitrost, s katero se pomika batnica HV. Če je ta ventil poškodovan ali napačno nastavljen, stran batnice dobi premalo olja in nastane podtlak, kar vodi v sesanje zraka preko tesnil batnice HV in do dizel efekta ter poškodbe HV. Če bi se redno kontroliralo delovanje plavajočega ventila, ne bi prišlo do poškodbe dragega HV. Podobno je pri vseh hidravličnih sistemih.



Slika 5 : Poškodba tesnil zaradi pojave »dizel efekta« znotraj HV

Posledice okvare hidravličnih sestavin

Ko nastane poškodba hidravlične sestavine, se pogosto tvori veliko število nezaželenih kovinskih delcev. Nastali delci potem krožijo po hidravlični kapljevini in pogosto povzročajo poškodbe drsno-tesnilnih površin v (hidrostatičnih) režah znotraj hidravličnih sestavin, še preden jih odstranijo filtri. V ekstremnih primerih kontaminacija z delci zaradi prekomerne obrabe pri okvari posamezne sestavine lahko povzroči tudi hitro zamašitev filtra. Posledično se pogosto odpre obtok mimo filtra (by-pass ventil), sledi kroženje nefiltrirane kapljevine po sistemu. Strošek obnove hidravlične sestavine, ki od-pove med obratovanjem, je skoraj vedno večji, kot je strošek obnove pred okvaro zamenjane sestavine. Okvara med obratovanjem običajno povzroča mehanske poškodbe notranjih tesnilno-drsnih površin hidravličnih sestavin (slika 6). Posledično običajno takih sestavin ni več mogoče popraviti, ampak jih je treba zamenjati. V ekstremnih primerih sestavine, kjer je popravilo ekonomično, postanejo nepopravljive, ker stroški obnove presežejo 40 odstotkov vrednosti nove sestavine.



Slika 6 : a) Drsno-tesnilna površina novega in b) prekomerno abrazivno obrabljenega krmilnega bata potnega ventila

Določitev pričakovane uporabne dobe

Pričakovana uporabna doba posameznih hidravličnih sestavin je različna in je odvisna od različnih faktorjev. Ti so odvisni od vrste konstrukcije, vrste tokokroga, delovne obremenitve in obremenitvenega cikla. Proizvajalci strojev določijo pričakovano uporabno dobo sestavin znotraj določenega sistema z upoštevanjem omenjenih pogojev v kombinaciji z izkustvenimi podatki, ki so jih dobili od podobnih strojev v preteklosti. Podatke o uporabni dobi običajno lahko dobite od proizvajalcev strojev po dodatni zahtevi. Da se zmanjša nevarnost pojava nenadne okvare stroja oz. posamezne sestavine, proizvajalci priporočajo načrtovano menjavo posameznih sestavin glede na pričakovano uporabno dobo. Na sliki 7 je prikazan primer poškodovanega batnega tesnila hidravličnega valja zaradi previsoke delovne temperature in neustrezne – previsoke – reže med kovinskim delom bata in cevi.



Slika 7 : Primer prekomerno poškodovanega batnega tesnila hidravličnega valja

Prednosti predčasne načrtovane menjave hidravličnih sestavin

Prednosti dobro ponazarja naslednji primer. Avtorja knjige *Insider secrets to hydraulics* Brendana Caseyja so najeli, da bi določil delovne parametre obstoječih štirih batnih črpalk, ki poganjajo veliko prešo. Črpalke so obratovalle že 10.000 ur in uporabnika je skrbelo, da se bo z njihovimi okvarami ustavila celotna proizvodnja. Rezultati meritev njihovih zmogljivosti so pokazali, da delujejo znotraj sprejemljivih meja. V tehničnem poročilu je avtor knjige zapisal, da z menjavo starih črpalk z novimi ne bodo veliko pridobili na celotnem izkoristku. Zapisal pa je še, da je treba takoj določiti terminski plan menjave. Razlog za ta zapis je bil, da je bila uporabna doba črpalk že presežena in zato obstaja tveganje za pojav nenadne okvare ležajev. Okvara le enega ležaja v eni od štirih črpalk bi lahko zaradi nastalih delcev posledično povzročila okvaro celotnega hidravličnega sistema preše. Proizvajalec je upošteval nasvet, vendar je prepočasi začel z menjavo batnih črpalk. Tik pred začetkom menjave črpalk se je poškodoval ležaj. Delci ležajne kletke so potovali po hidravličnem olju do glavnega hidravličnega valja preše. To je povzročilo 5.000 EUR škode na hidravličnem valju in posledično je bila obnova črpalke s poškodovanim ležajem dražja za 50 odstotkov v primerjavi s stroškom obnove preostalih treh črpalk. Dodatni stroški popravil so bili v tem primeru izrazito visoki in bi se jim lahko izognili, če bi črpalke zamenjali oziroma obnovili, preden so dosegli njihovo priporočeno uporabno dobo. V večini primerov se izkaže, da je uporaba posameznih hidravličnih sestavin daljša od priporočene dobe ekonomsko neupravičena.

Viri

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

RAZVOJ HIDRAVLIČNE POGONSKE TEHNIKE SKOZI ČAS – 3. DEL: BRAMAHOVE STISKALNICE IN NAPRAVE

Darko Lovrec

Francoski znanstvenik Blaise Pascal, matematik in filozof, je prvi pokazal in tudi matematično utemeljil hidrostatični način prenosa sil in gibanj s pomočjo tekočine. Osnovni zakon hidrostatike ter praktični dokaz uporabnosti zakona sta predstavljala temelj za razumevanje delovanja in gradnjo prve hidravlične stiskalnice. A Pascal svoje »stiskalnice« še ni industrializiral, kajti tehnologija v tem obdobju še ni bila na ustreznem nivoju in tega ni omogočala. Šele po stoletju in pol sta zadovoljujoča stopnja tehnologije, predvsem pa sta vsestranska inženirska razgledanost in podjetniški duh Josepha Bramaha omogočili, da je bila Pascalova ideja uresničena v obliki široko uporabne naprave – hidrostatične stiskalnice. Od tega trenutka dalje se je dejansko začel praktično uporabljati hidrostatični prenos sil in gibanja, najprej v obliki najrazličnejših in vedno bolj izpopolnjenih hidravličnih stiskalnic ter podobnih naprav, delujočih na istem principu.

V tem prispevku bomo podrobneje osvetlili ozadje razvoja Bramahovih stiskalnic od prvih izvedb z vsemi pomanjkljivostmi in omejeno uporabnostjo do silovitega širjenja njihove uporabe na različna druga področja. Postopne konstrukcijske rešitve in izboljšave so hidravlične stiskalnice pripeljale do široke praktične uporabe. Zaradi množične proizvodnje se je pojavila potreba po novih znanjih, nastajala so nova področja tehnike in strojegradnje ter tehnologije. Tako so hidravlične stiskalnice predstavljale dejansko gonilo razvoja drugih področij strojegradnje in tehnike nasploh.

1 Hidravlična stiskalnica – komu jo pripisati?

Večina virov, tako tistih, ki se resneje ukvarjajo z zgodovino dejstev in razvojem posamezne veje stroke, kot tudi tistih, ki so bolj splošnega značaja, odkritje hidravlične stiskalnice pripisuje Josephu Bramahu. Tudi stroka ga časti kot očeta sodobne izvedbe stiskalnice, danes nepogrešljive naprave v vsaki delavnici. Pa tudi uradno priznanje – patent – je bilo Bramahu podeljeno leta 1795, čeprav patent izhaja iz »angleškega okolja« (GB 1795 02045, Bramah, Joseph, »Obtaining and Applying Motive Power«). [1] Delovanje Bramahove stiskalnice temelji na hidro-

statičnem principu prenosa sil in gibanja s pomočjo tekočine, ki ga je spoznal, utemeljil, preveril in dokumentiral Blaise Pascal, približno 150 let pred Bramahovo stiskalnico [2]. Zaradi tega, in to povsem upravičeno, določeni viri pripisujejo iznajdbo stiskalnice Pascalu. Tako se načeloma pojavlja vprašanje, komu dejansko pripisati iznajdbo stiskalnice?

Za Pascala bi lahko rekli, da je bil znanstvenik, matematik, fizik, izumitelj ..., ki je v svoja razmišljanja in ideje vključeval vse oblike znanstvenega dela – enačbe kot teoretično podlago in eksperiment kot potrditev enačbe oz. dognanja. Za Bramaha pa lahko rečemo, da je bil vsestranski inženir in praktik, tehnični zanesenjaki, pionir in vizionar ter tudi podjetnik ..., ki je imel informacije, poznal in razumel znanstveno ozadje, jih prepoznal kot pomembne, obetajoče, koristne širši družbi ... in jih znal uresničiti v industrijski, uporabni obliki.

To razmišljanje in poznavanje dejstev pripeljeta do zaključka, da je zelo težko potegniti neko ostro ločnico med tem, kaj je dejanski izum v smislu principa ali izum v smislu realizacije nekega principa in predvsem, komu ga pripisati. Najpogostejše oz. zagotovo pa to ni nek datumski mejnik. Tudi v primeru patenta stiskalnice je tako – ta je bila dejansko izdelana in predstavljena, preden je bil patent uradno podeljen. Pa še glede datuma patenta so različne navedbe (31. marec 1795, 30. november 1795). [1] Ideje se namreč nabirajo in razvijajo dalje in ko so dovolj jasne, so predstavljene v dokumentirani obliki. Tudi uradni postopki potrebujejo svoj čas. Zagotovo pa pride do »rojstva« nečesa novega vedno na podlagi vseh

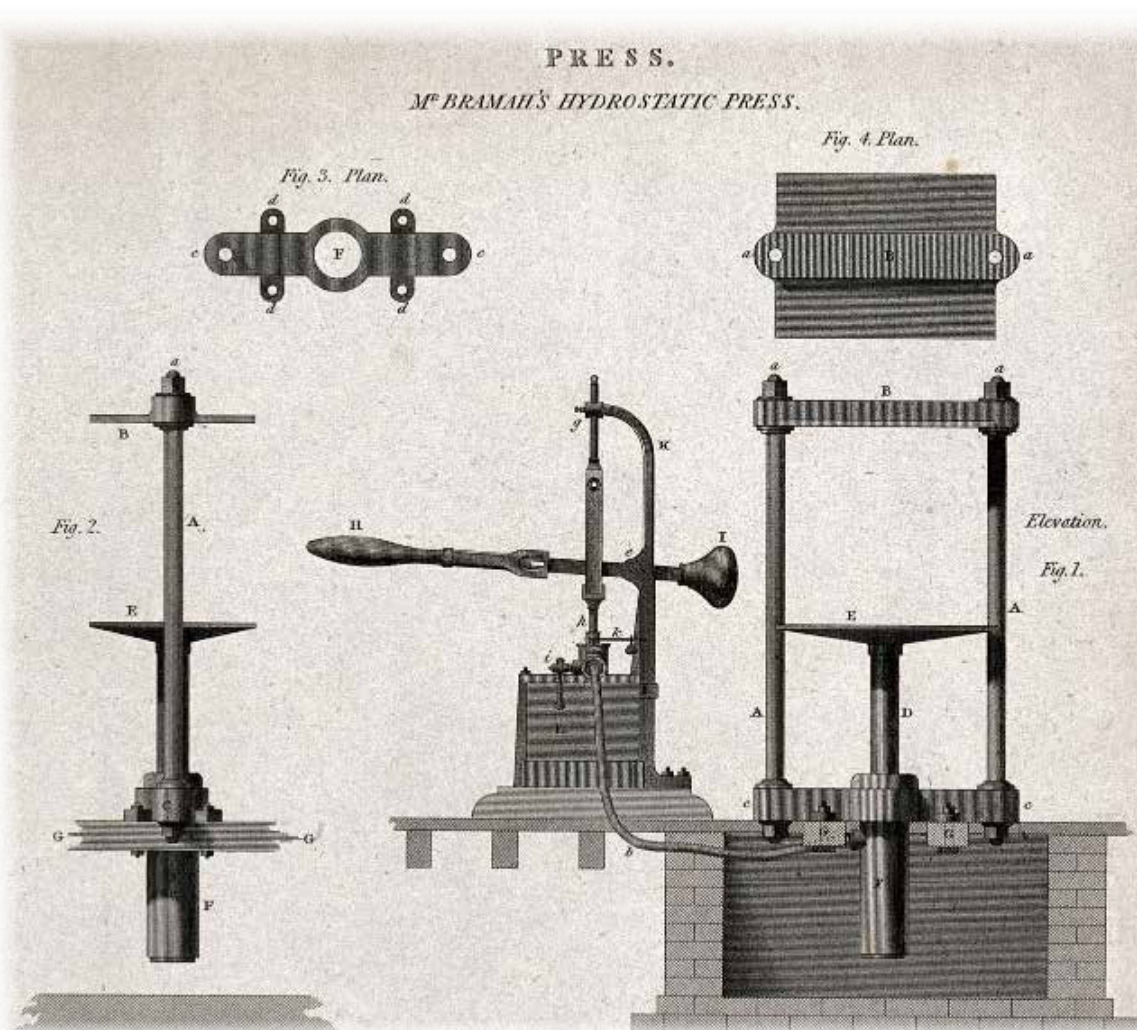
Prof. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž.,
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

predhodnih različnih informacij, uspehov ali zablod pri delu in razmišljanju drugih avtorjev, lastnega dela ter stanja tehnologije in potreb družbe.

Tudi pri drugih pomembnih izumih je bilo zelo podobno. Tako parnega stroja ni izumil samo James Watt, kot mu to posplošeno pripisujemo, temveč je delovanje parnega stroja le izpopolnil v tolikšni meri, da je bil bolj uporaben in zanesljiv. Kot prvi korak v smeri razvoja k parnemu stroju (aksialno pomikanje bata in pretvarjanje tega gibanja v vrtilno gibanje) je potrebno omeniti gibanje bata, povzročeno z eksplozijo smodnika (Christian Huygens, 1650). Namesto plinov smodnika je Denis Papin (1647-1712) za premikanje bata uporabil atmosferski nadtlak vodnega izparjevalnika. Papin svojega izuma ni pripeljal do gospodarskega uspeha – to je uspelo Thomasu Newcomnu. Za očeta parnega stroja v današnjem smislu izvedbe pa velja Watt, ki je leta 1756 kot univerzitetni mehanik iz Glasgowa v sodelovanju z Matthewom Boultonom popravil oz. izboljšal Newcomnov parni stroj: povečal je izkoristek stroja, uvedel translatorno gibanje na osnovi rotacije in dodal regulator vrtljajev. [3]

Podobno lahko rečemo tudi za iznajdbo parne lokomotive oz. tirnega vozila, gnanega s parnim strojem, ki jo pripisujemo Georgu Stevensonu, pa čeprav je Richard Trevithick (1771-1833) prvi zasnoval visokotlačni parni stroj in ga namestil na rudniško tirno vozilo, t. i. Coalbrookdale Locomotive (1802), 12 let pred Stevensonom. [4]

Takšnih primerov izumiteljev in raziskovalcev, ki so prispevali k določenemu spoznanju, je veliko, a žal si običajno zapomnimo samo zadnjega. Vsi trije omenjeni velikani razvoja tehnike (Watt, Stevenson, Bramah) so zagotovo bili (strojni) inženirji, veliki praktiki in vizionarji ter inovatorji. Med omenjenimi je Joseph Bramah med širšo publiko še najmanj znan inovator. Tudi v primeru Bramaha in njegove hidravlične stiskalnice je bilo podobno: idejo Pascala je uresničil v uporabni obliki. A tudi svoje stiskalnice je Bramah nenehno razvijal in izpopolnjeval ter si pri tem pomagal z idejami drugih – ali ožjih sodelavcev ali z znanimi rešitvami z drugih področij. Primer njegove že izpopolnjene stiskalnice iz leta 1812 prikazuje *slika 1*.



Slika 1 : Bramahova hidrostatična stiskalnica kasnejše izvedbe s konstrukcijskimi podrobnostmi (1812), [5]

2 Razvoj Bramahove stiskalnice

Prva Bramahova stiskalnica, ki jo je patentiral, in vse njegove zgodnje izvedbe stiskalnic so imele še leseno ogrodje – *slika 2*. Po eni strani je Bramah izhajal z ruralnega območja in je najprej delal na družinskem posestvu, kasneje pa se je posvetil tesarstvu in izdelovanju omar. Po opravljenem vajeništvu se je preselil v London, kjer je ustanovil lastno mizarско podjetje. Šele kasneje, v Londonu, se je posvetil kovinam – njihovi uporabi in obdelavi (ključavnice). Zato ni nič čudnega, da je njegova prva stiskalnica imela kvalitetno dodelano leseno ogrodje. Po drugi strani pa v tem obdobju še ni bilo strojev in naprav, ki bi imeli kovinska ogrodja.

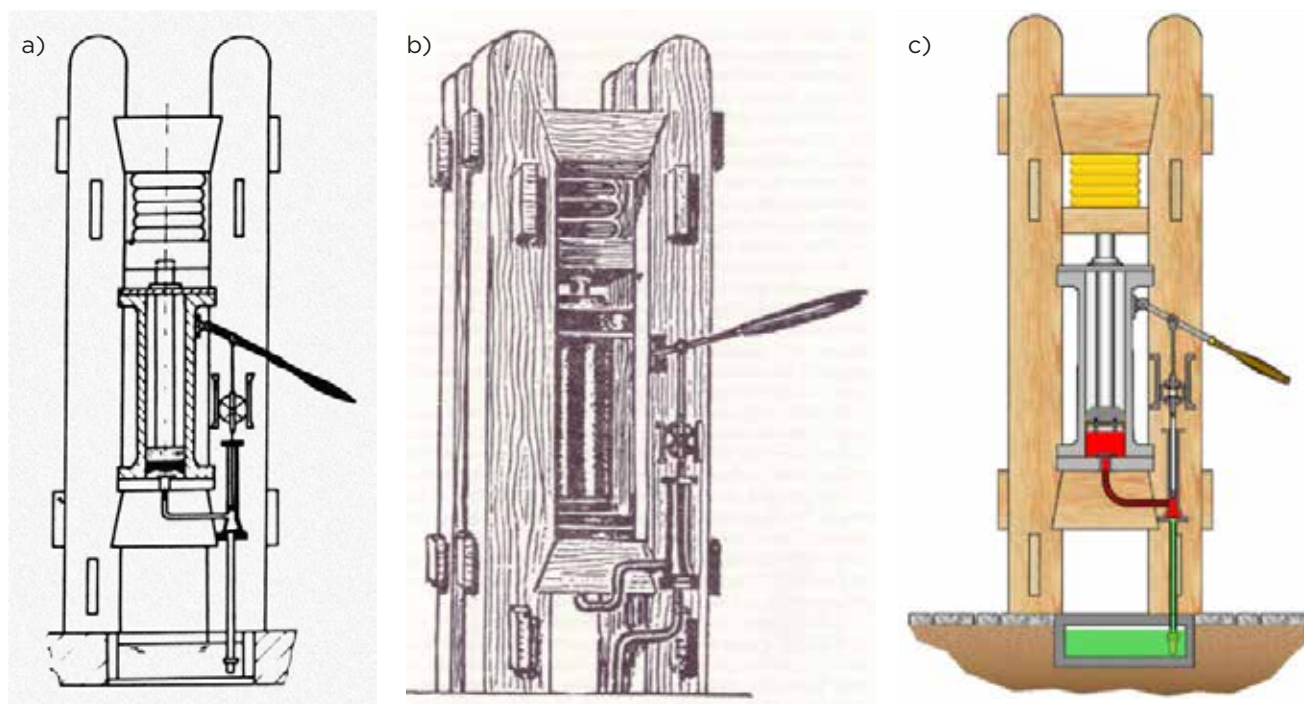
Njegova preko vzvoda ročno gnana stiskalnica je imela črpalni bat premera 6,3 mm (1/4"), delovni, stiskalni bat pa je imel premer približno 300 mm (12"). Čeprav je razmerje ploščin znašalo kar okoli 2300, je bila ta stiskalnica zmožna stiskati le s silo nekaj več kot 2 toni. [6] Kljub majhni zmogljivosti in z lesnim, a trdnim ogrodjem (glede na današnje stanje tehnike), je bila stiskalnica ob javni predstavitvi delovanja širši publiki deležna velike pozornosti in je bila obravnavana kot čudo tehnike tistega obdobja.

Delovni valj je imel tesnila iz usnjenih manšet, ki jih je poznal in uporabil že Ktesibius pri svoji batni črpalki, batnica pa je bila samo vodena in ni bila tesnjena. [7] Kot hidravlična tekočina je bila uporabljena voda. Čeprav je bil delovni valj izdelan iz litega železa in obdelan z razpoložljivo tehnologijo

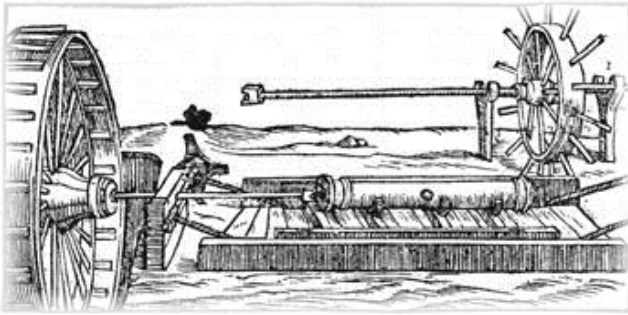
tistega časa, zaradi nenatančne izdelave in načina tesnjenja ni bilo možno dosežati višjih delovnih tlakov kot 50 bar. Pogosto zatikanje pri gibanju bata in obsežno puščanje zaradi nizke viskoznosti vode sta omejevali zmogljivost in uporabno vrednost stiskalnice. Razen tega so se pojavljali tudi korozija in problemi pri obratovanju pri nizkih temperaturah. Čeprav je Bramah stiskalnico posodobil s parno gnanim pogonom namesto ročnega in tako ojačil silo, so omenjene pomanjkljivosti uporabnost stiskalnice še vedno zelo omejevale. Glavni vzrok je bil v slabi kvaliteti izdelave delovnega kovinskega valja – problematično notranje struženje na večjih dolžinah.

Zavedati se moramo dejstva, da natančnost obdelave v tistem obdobju ni bila na posebej visokem nivoju. Pri prvih stiskalnicah se je za notranje struženje valja še vedno uporabljala več kot 200 let stara tehnologija notranjega struženja oz. vrtanja dolgih izvrtin. Prvotni način notranjega horizontalnega vrtanja topovskih cevi je uporabljal Biringuccio iz Benetk in ga opisal v knjigi »De la Pirotechnia« (1572). Pogon vrtalne naprave je bil izveden z nožno gnanim pedalnikom (za manjše dimenzije) ali pa je bil gnan z vodnim kolesom preko navijalnih vrvi (*slika 3a*). [8]

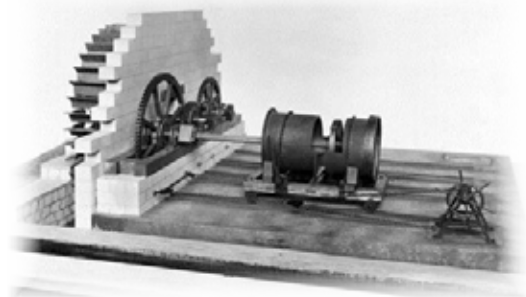
Smeaton je izvedbo vrtalne naprave izboljšal tako, da je vrtalni drog na eni strani dodatno uležajil s pomičnim vozičkom – *slika 3b*, Wilkinson pa je uporabljal dvostransko uležajeni vrtalni drog – *slika 3c*. [9], [10] Takšen način vrtanja v polni material ni le povečal natančnosti topovske cevi, temveč tudi njeno bolj varno uporabo. Wilkinson je tehnologi-



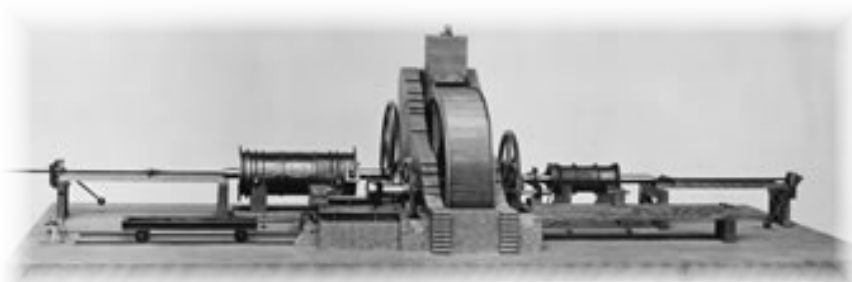
Slika 32 : Slika Bramahove stiskalnice iz njegove patentne prijave (a) in starejše ter novejše umetniške predstavitev (b), (c), [6], [13]



a) Vannoccio Biringuccio (1572)



b) John Smeaton (1769)



c) John Wilkinson (1775)

Slika 3 : Zgodnje izvedbe naprav za notranje struženje (topovskih) cevi

jo notranjega vrtanja izpopolnjeval v svoji železarni v Bershamu v Walesu. Tehnologija je imela v času industrijske revolucije pomembno nevojaško uporabo, saj je Wilkinson svoj izum in partnerstvo prilagodil podjetju Boulton and Watts, ki je izdelovalo valje za parne stroje.

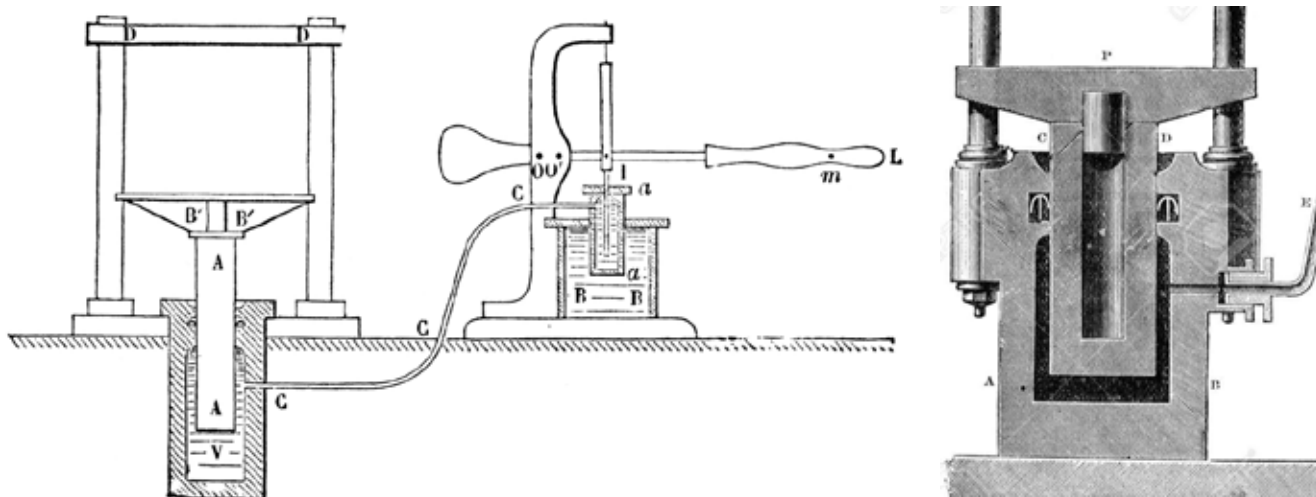
Tako so s tem strojem izdelali tudi valj za parni stroj J. Watta, ki je imel izvrtino premera 1600 mm, pri čemer je bila po navedbah »proizvajalca« dosežena visoka natančnost izvrtine: odstopanje premera nikjer ni bilo večje, kot je znašala debelina takratnega kovanca za šest penijev (op. sixt pence coin, debelina ok. 1 mm).

Izdelava dolgih in natančnih izvrtin večjega premera, kakršne so značilne za hidravlične valje, je še vedno predstavljala tehnološki izziv in je zavirala večji razmah uporabe stiskalnic, predvsem tistih za večje sile. Ta problem je Bramah obšel in ga rešil na svoj način – namesto klasične oblike bata in batnice različnih premerov je uporabil bat v plunžer izvedbi – bat in batnica imata enak premer in sta enovit element – *slika 4*. Dejansko je bil tudi plunžerski valj že znan iz starejših rešitev prvih črpalk. Pri tej izvedbi valja kvaliteta in natančnost obdelave notranje ploskve nista pomembni. Natančno je potrebno obdelati le krajšo notranjo izvrtino z utorom, v katerega so bila vstavljena utorna tesnila.

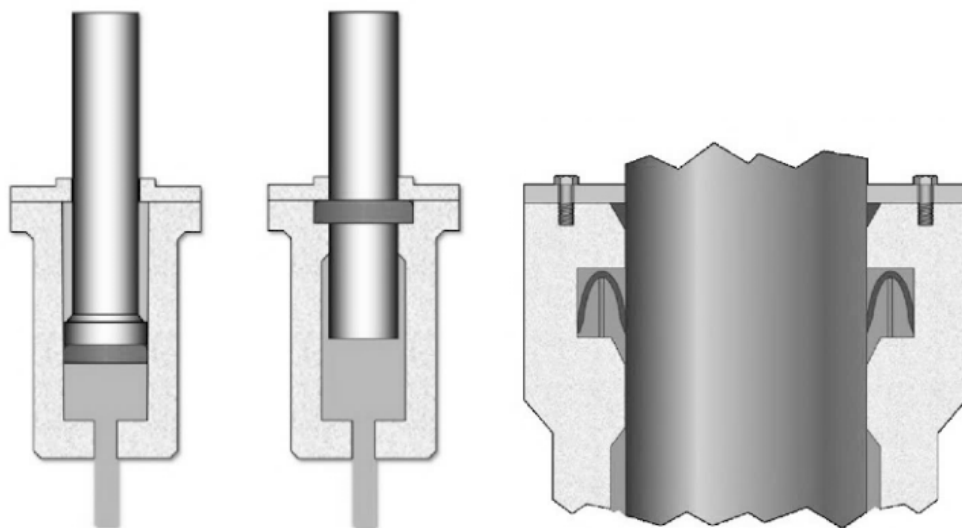
Na svojih prvih stiskalnicah (*slika 2*) je Bramah uporabljal še usnjene manšete v obliki skodelice (ang. cup leather, nem. Ledermanschete). Te so zahtevale natančno in fino površino, ki pa je glede na tehnologijo tistega časa ni bilo moč doseči. S

plunžerskim valjem in z utornimi tesnili kot izboljšavo je sicer tehnološke probleme obšel, stiskalnice so lahko obratovalle z višjimi obratovalnimi tlaki in bile učinkovitejše, vendar je dobro tesnjenje povzročalo višje trenje in obrabo tesnila, kar se je izkazalo kot slabost pri višjih tlakih. Nadaljnjo izboljšavo je predstavljalo tlaku prilagodljivo obročasto tesnilo z U-oblikovanim prečnim presekom, ki se je ob večjem tlaku prilagodilo vgradnemu utoru za tesnilo in še učinkoviteje tesnilo. Poimenovali so ga samotesnilno tesnilo in je predhodnik današnjih obročastih tesnil v obliki ustnic. Razen tega pa je bilo tesnjenje sedaj izvedeno na zunanjem premeru bata oz. batnice, kjer natančnost izdelave v tistem obdobju ni bila tako problematična kot izdelava notranjih dimenzij. Razen tesnjenja se je ista oblika, a nameščena obrnjeno in na batnici, uporabljala za preprečevanje vdora umazanije v notranjost valja – danes t. i. posnemalni obroč oz. posnemalo batnice. Uporaba U-tesnila je dejansko izhajala s področja parnih strojev Boultona in Watta in je predstavljala velik korak naprej pri izboljšanju tesnjenja.

Ker je bila problematika pri hidravličnih valjih identična kot pri parnih strojih, so ta tesnila, prenesena na področje hidravličnih valjev, predstavljala velik korak naprej tudi v izboljšanju delovanja hidravličnih stiskalnic. S to rešitvijo se je ponovno lahko uporabljala izvedba z batom in batnico z različno velikima ploskvama in učinkom stiskanja ter lažjo izvedbo. Z učinkovitejšim tesnjenjem in z drugimi izboljšavami so se hidravlične stiskalnice vse bolj uveljavljale na različnih področjih proizvodnje in proizvajale v vedno večjih količinah.



Delovni valj s plunžerjem in utornim tesnilom (levo) ter s »samotesnilnim« tesnilom (desno), 1813



Slika 4 : Izvedbe valjev s plunžerjem in z različnimi vrstami tesnil

Manšetno in utorno tesnilo (levo) ter samotesnilno tesnilo (desno) [11]

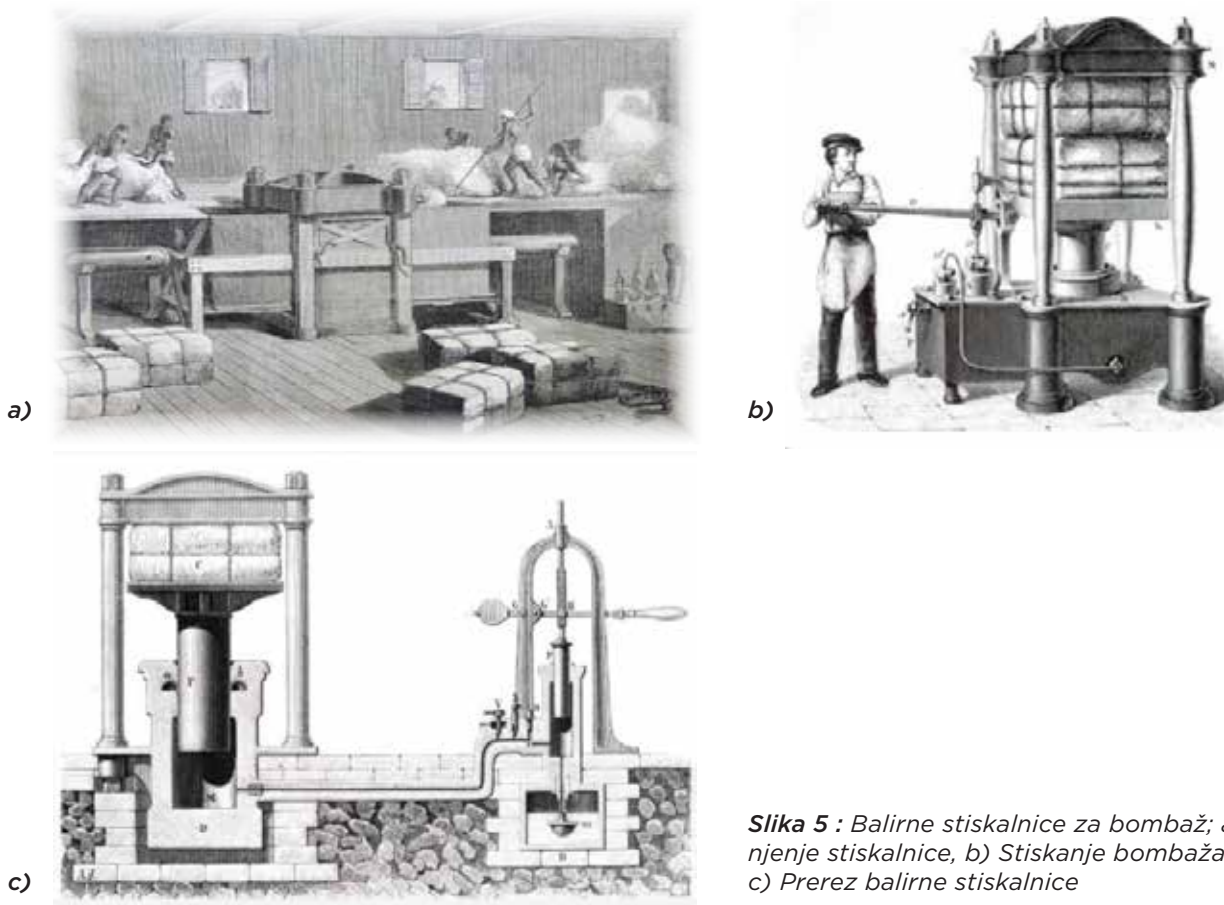
3. Hidravlične stiskalnice – gonilo razvoja strojegradnje

Po navedbah virov (običajno kot omembe v novicah) je Bramah že leto po svoji prvi stiskalnici izdelal stiskalnico s premerom bata 175 mm in dosegal tlake vse do 275 bar, s čimer je dosegal »silo« stiskanja 60 ton in več. Prve stiskalnice so uporabljali predvsem za baliranje – za stiskanje bombaža, volne ali sena. Primer balirnih stiskalnic prikazuje *slika 5*.

S stiskanjem lahkega vlaknastega materiala se je njegov volumen občutno zmanjšal, stisnil v majhno gosto balo, kar je omogočilo veliko lažji transport, še posebej v primerih, ko je transport potekal z ladjo. Surovi bombaž so lahko tako skladiščili v manjših prostorih ali v istem skladišču veliko večjo količino materiala, razpakirali pa so ga lahko takrat, ko so ga potrebovali za nadaljnjo predelavo. Tako je bilo smiselno imeti balirne stiskalnice na mestih, kjer so

surovino balirali. Tako se je novica o zelo priročni balirni stiskalnici kar hitro razširila po celem svetu, s tem pa tudi povpraševanje po tem proizvodu. Pri tem se ni razširila samo ideja o Bramahovi hidravlični stiskalnici kot uporabni napravi, temveč so jo kar hitro pričeli proizvajati tudi drugi proizvajalci strojev in naprav.

Prve hidravlične stiskalnice so tako uporabljali za potrebe tekstilne industrije – kot balirne stiskalnice ali v suknarnah pri postopku barvanja kot tudi v oljarnah, najprej v Angliji in kasneje v vseh njenih kolonijah, kjer so iztiskali olja iz različnih vrst semen. Pri teh stiskalnicah se je kot hidravlična tekočina pričelo uporabljati (bio)olje. Pri prvih stiskalnicah so namreč vodi dodajali glicerol in metilni alkohol kot »aditiv«, da bi s tem izboljšali mazalne lastnosti vode, zmanjšali korozijo in preprečili zmrzovanje vode. A je ob puščanju valja tako aditivirana tekočina onesnažila iztisnjeno olje. Z uporabo olja, ki so ga iztiskali in hkrati uporabljali tudi kot hidravlično



Slika 5 : Balirne stiskalnice za bombaž; a) Polnjenje stiskalnice, b) Stiskanje bombaža v balo, c) Prerez balirne stiskalnice

tekočino, je bil problem onesnaženja iztisnjenega olja z glikolom rešen.

Razen za iztiskanje olja in za ločevanje stearinske kisline od oleinske kisline iz masti in olj živalskega in rastlinskega izvora za potrebe proizvodnje detergentov, mil in drugih kozmetičnih izdelkov so se v prirejeni obliki stiskalnice uporabljale tudi za druge namene. Tako so bile v uporabi za stiskanje in ravnanje natisnjenih listov pred vezavo v knjigo, za stiskanje papirnatih robčkov, za tiskanje denarja in vrednostnih papirjev ter ostalih dokumentov, za stiskanje opek v opekarnah ... Nekaj primerov namenskih stiskalnic prikazuje *slika 6*.

Nadaljnji razvoj obdelave kovin, tako notranjega kot zunanega struženja in s tem doseganje večje natančnosti, je omogočil povečanje zmogljivosti in s tem razmah uporabe hidravličnih stiskalnic še na drugih področjih uporabe ... Ročni pogon stiskalnice je zamenjal parni pogon s pretvornikom tlaka, pojavila se je zahteva po zamenljivih, standardnih strojnih delih, kot so vijaki, matice, sorniki, kot delovni medij pa so pričeli uporabljati olje.

V začetnem obdobju gradnje stiskalnic je imel veliko vlogo pri strojni obdelavi Henry Maudslay (1771–1831), ki je delal v Bramahovem podjetju, specializiranem za izdelovanje varnostnih ključavnic. Preden je Bramah patentiral svojo stiskalnico in jih začel

izdelovati v vedno večjem številu in po njih postal znan, je bil znan po svojih ključavnicah in avtomatičnem toaletnem splakovalniku. Zaradi zahtev po večji natančnosti njegovih ključavnic je Bramah porabil veliko časa za razvoj strojnih orodij za pomoč pri njihovi izdelavi. Pri tem se je zanašal na strokovno znanje Henryja Maudslaya, ki ga je kot 18-letnega mladeniča s posluhom za tehniko zaposlil v svoji delavnici in z njim tesno sodeloval pri reševanju tehničnih problemov. [11]

Kot zanimivost iz začetnega obdobja sodelovanja Bramah-Maudslay lahko omenimo, da določeni viri in namigovanja celo omenjajo, da je idejo o izvedbi stiskalnice dejansko dal Maudslay, a zaradi mladosti in pomanjkanja podjetniških izkušenj, ki pa jih je imel Bramah, te ideje ni razvil do patenta in celovitega izdelka, kar je naredil Bramah. Maudslay pa je Bramahu rešil problem tesnjenja bata in batnice. Do takrat je bilo tesnjenje običajno izvedeno s svitkom konopljinih vlaken (predivo), vendar se pri visokih tlakih ta način tesnjenja ni obnesel. Maudslay je predlagal uporabo usnjene manšete, ki je učinkovito tesnila tudi pod visokim tlakom, pri povratnem gibu (ob nizkem tlaku) pa ni povzročala uporov in trenja. Tako opremljena hidravlična stiskalnica je odlično delovala. S tega vidika se je pojavil tudi pomislek, ali ni Maudslay tisti, ki je stiskalnico naredil učinkovito in tako dejansko prispeval k uspehu razvoja Bramahovih stiskalnic, v zameno pa je dobil le malo. [12]



Hidravlična stiskalnica za izdelavo papirnatih robčkov (1845)



Hidravlična stiskalnica za stiskanje in ravnanje listov v knjigovезnicah



Hidravlična stiskalnica za ločevanje stearinske kisline od oleinske (1900)

Slika 6 : Hidravlične stiskalnice za različne namene

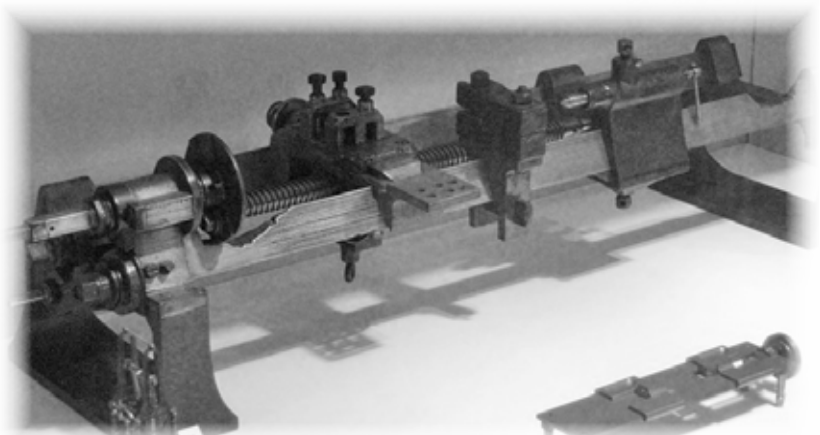
Omenja se tudi osebna povezanost z Bramahom. Mladi Maudslay naj bi se bil poročil z Bramahovo hišno pomočnico in izrazil željo po višji plači, saj je vedno bolj sodeloval pri razvoju in izdelovanju tako ključavnic kot sedaj še stiskalnic, a jo je Bramah zavrnil. To je bil povod, da je Maudslay zapustil Bramahovo podjetje in zasnoval svoje, medsebojnega sodelovanja pa nista prekinila in sta ga uspešno nadaljevala. [13] Karkoli že omenjajo različni viri, za to ni trdnih dokazov. Je pa trdno dejstvo, da sta za časa sodelovanja ustvarila številne inovativne stroje, ki so omogočili učinkovitejšo proizvodnjo Bramahovih ključavnic in so bili uporabni tudi za druga področja proizvodnje. Iz tega obdobja izhaja tudi najbolj znan dosežek v napredku strojogradnje – stružnica s samodejnim pomikom za rezanje različnih navojev – *slika 7*.

Za različne vzpone navojev naj bi imel Maudslay okoli 1800 izmenljivih kolotov/jermenic. [10] Stru-

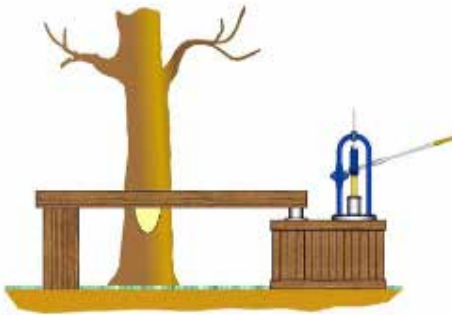
žnice z vodilom in podporo so se serijsko pričele izdelovati po letu 1820. S tem je bila podana osnova za izdelavo strojnih elementov z enakimi dimenzijami, kot so vijaki in maticе, ki do takrat niso veljali kot »zamenljivi strojni elementi«.

Maudslay je zasnoval tudi prvo namizno mikrometrsko napravo z natančnostjo $\approx 3 \mu\text{m}$, ki jo je poimenoval Lord Chancellor (op.: kancler – v Veliki Britaniji najvišji uradnik krone, odgovoren za učinkovito delovanje in neodvisnost sodišč), saj so ga uporabili za reševanje vseh vprašanj glede natančnosti izdelave (okoli 1805). Prav tako je zasnoval in izdelal številne druge izdelovalne naprave in pripomočke – od vpenjalnih naprav in držal za orodja do strojev za obdelavo lesa.

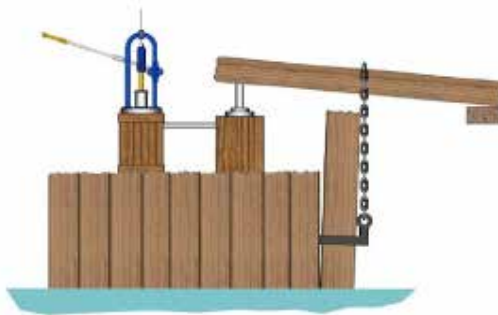
Po možnosti merjenja dimenzij z mikrometrsko natančnostjo je Maudslay kar hitro spoznal, da vrtni stroji ter stružnice ne smejo več imeti lesenega



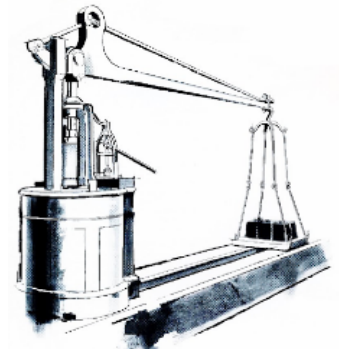
Slika 7 : Henry Mauslay in njegova stružnica za rezanje različnih navojev



Hidravlična naprava za puljenje dreves s koreninami vred



Hidravlična naprava za puljenje stebrov



Naprava za prikaz zmogljivosti hidravlike

Slika 8 : Druge Bramahove naprave, podobne stiskalnicam [13]

ogrodja, temveč litoželezno, če želijo izpolniti zahteve po višji natančnosti, ki jo je že bilo moč izmeriti.

Maudslay je bil brez dvoma angleški inovator na področju strojev in naprav in orodij ter izdelovalec preoblikovalnih orodij in izumitelj. Upravičeno ga štejemo za očeta strojegradnje, saj so njegovi izumi predstavljali pomemben temelj za industrijsko revolucijo, predvsem v Angliji.

Pri razvoju strojev in naprav je veliko prispeval tudi sam Bramah: uporaba skobeljnega stroja, uporaba litoželeznega ogrodja stiskalnic namesto lesenega, uporaba tlačnega ojačevalnika in hidravličnega akumulatorja ... so omogočili nov napredek v strojegradnji in povečevanju zmogljivosti strojev. Nove rešitve so zahtevale nove in natančnejše stroje. Tako so se razvijali stroji za obdelavo planih ploskev, pa tudi sami vrtni stroji so se nadalje izpolnjevali. Tako je npr. leta 1838 Belgijec Cockeril zasnoval vrtni stroj za valje, ki je že imel samodejni pomik. Brez dvoma lahko rečemo, da so hidravlične stiskalnice stimulirale najprej angleško strojegradnjo, od koder se je prenesla še na druge dežele in druge vrste naprav.

4 Druge stiskalnicam podobne naprave

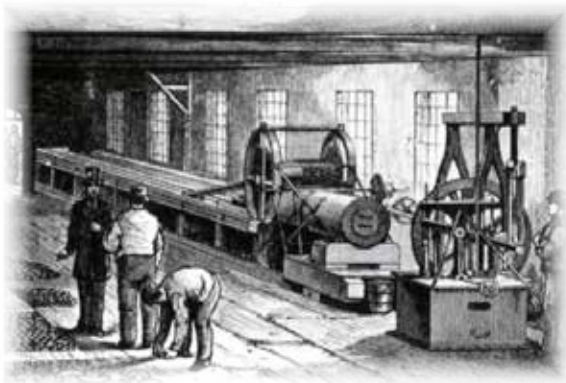
Bramah je vedno iskal nove možnosti uporabe svojih stiskalnic. Tako je princip hidravlične stiskalnice uporabil tudi za druge namene. Pri nekaterih idejah je ostalo zgolj pri ideji, ki še ni bila dovolj zrela za realizacijo v takratnem obdobju, druge ideje pa so bile praktično udejanjene.

Izum, ki morda spada med njegove najbolj nenavadne oz. posebne, je zagotovo naprava za ruvanje dreves iz tal skupaj s koreninami. Pred pojavom kovinskih ladij v sredini 19. stoletja se je za gradnjo ladij uporabljal les, na enak način kot pred stoletji. Gradnja velike vojaške ladje s 100 topovi, kot je bila npr. HMS Victory, je zahtevala več tisoč dreves, pri čemer je 90 % uporabljenega lesa bil angleški

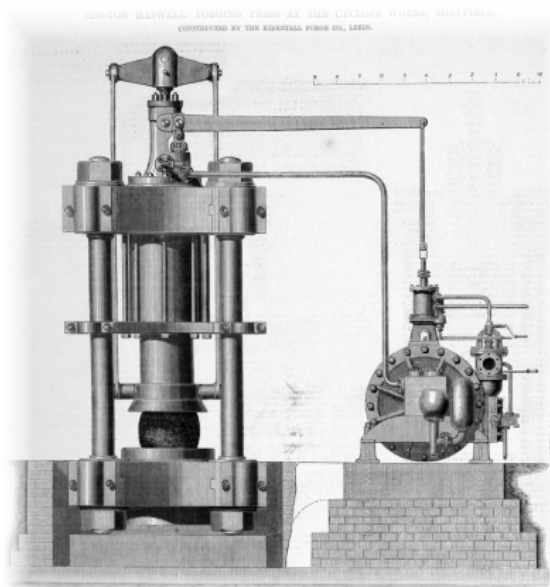
hrast, ki je za ta namen veljal kot najboljši. Namesto običajnega sekanja dreves, pri čemer vedno ostane nekaj dragocenega lesa še v zemlji in ovira ponovno zasajanje novih dreves, je Bramah prišel na idejo, da izpuli celotno drevo s koreninami vred. Za to nalogo je bila uporaba hidravlične naprave edina smiselna rešitev. Delovanje takšnega stroja je bilo javno prikazano v Hyde Parku v Londonu, ki ima sedaj zagotovo nekaj manj dreves, kot bi jih bilo sicer. Na žalost natančnega načrta te naprave še niso našli, obstaja samo ilustracija, izdelana na podlagi opisa lorda Colchestera. Podoben namen uporabe je imela hidravlična naprava za puljenje kolov in stebrov; obe napravi sta po rekonstrukciji informacij prikazani na *sliki 8*.

Razen za puljenje stebrov se je hidravlika uporabljala tudi za vtiskanje stebrov oz. pilotov v zemlino, najpogosteje za utrjevanje mehkega, običajno rečnega obrežja pri gradnji mostov ali drugih objektov. Hidravlika se je za ta namen uporabljala kot stiskalnica, pri čemer je stiskalna plošča delovala v nasprotni smeri kot običajne stiskalnice – navzdol. Razen tega neposrednega vtiskanja stebrov je bil v uporabi tudi posredni način, pri čemer se je hidravlična naprava uporabljala kot dvizna naprava za večje breme, ki so ga na določeni višini odpeli in je padlo na pilot, ter ga zabila v zemljo – zabijanje pilotov. Vse omenjene rešitve so večinoma Bramahove ideje, izhajajoče iz običajnih stiskalnic, pri čemer je bila tudi večina sestavnih delov enaka.

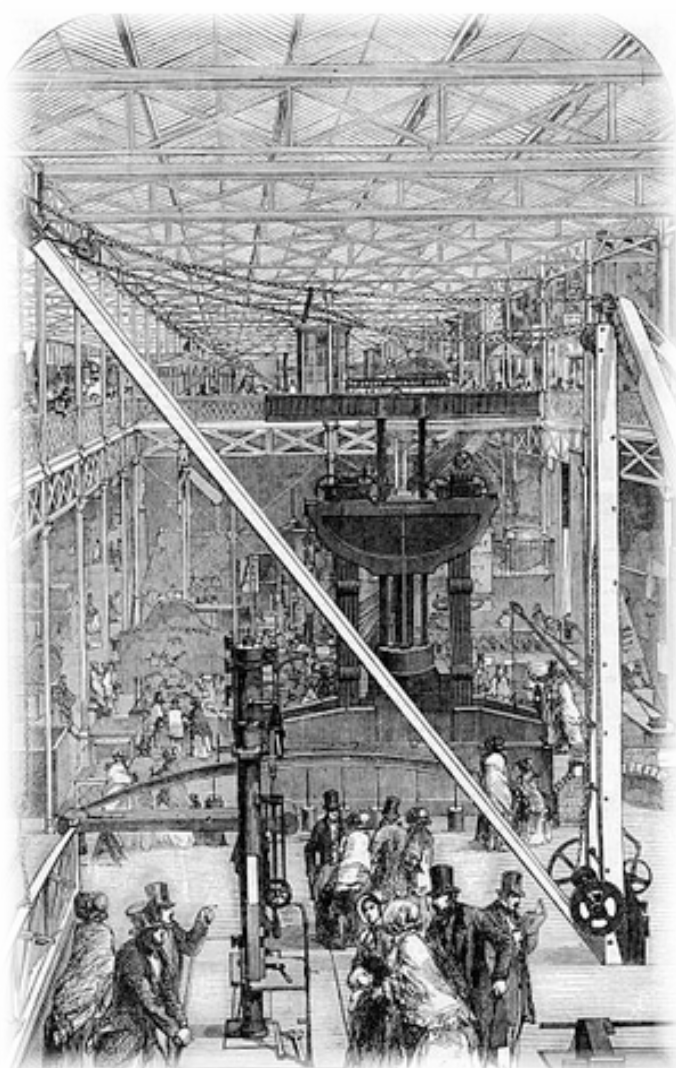
Za prikaz zmožnosti svojih stiskalnic oz. hidravličnega premagovanja sil potencialnim kupcem je Bramah zasnoval poseben model – *slika 8*. Pravzaprav je šlo za hidravlično balansirko s hidravličnim valjem premera 100 mm, pri čemer je bila batnica pritrjena na vzvod z razmerjem ročic 21 : 1. Preko vzvoda je dvignil maso 1 t, kar odgovarja 21 t neposredne mase na batu. Dejansko je v tem primeru šlo za miniaturno dvizno napravo, ki jo je kar nekaj desetletij kasneje zasnoval in jo dalje razvijal William Armstrong, naslednji velik pionir hidravlične tehnike.



Hidravlična testna naprava za verige, Brown & Lennox's, Millwall, London, 19. stol.



Kovaška stiskalnica 1250 t proizvajalca Kirkstall Forge C, izdelana po patentu Johna Haswella, Sheffield, 1867



Velika hidravlična stiskalnica, razstavljena na Veliki razstavi strojev in naprav, strokovno razsodišče, London, 1851

Slika 9 : Veliki preskuševalni stroji in stiskalnice

Kot rečeno, so bile Bramahove stiskalnice kar hitro prepoznane kot uporabna naprava, nov stroj, zato so jih začeli izdelovati tudi drugi proizvajalci strojev, najprej v Angliji ter nato še drugod po svetu. Vsak pa je dodal določeno spremembo, jo nadgradil ali dopolnil. Tako je npr leta 1814 Murray patentiral hidravlično stiskalnico za baliranje tkanine, v kateri sta se zgornja in spodnja miza hkrati približevali. Izboljšal je hidravlične stiskalnice, ki jih je izumil Joseph Bramah, leta 1825 pa je izdelal ogromno stiskalnico za testiranje verižnih kablov. Njegova stiskalnica, zgrajena za odbor mornarice, je bila dolga 34 čevljev in bi lahko »proizvajala silo« 1000 ton.

Na hidravlični način so testirali trdnost materialov in pomembne vlečne komponente. Tako se je pojavila povsem nova vrsta strojev – preskuševalni stroji za material, strojne elemente in sklope. Iz te skupine strojev lahko omenimo stroj za preskušanje ladijskih

verig (Murray, Anglija, 1810, 1000 bar, 5000 kN), stroj za preskušanje vlečnih sornikov tirnih vozil (Werder, Nemčija, 1882, 1000 kN), stroj za preskušanje trdnosti različnih materialov (Hoppe, Avstrija, 1891, 5000 kN, 360 bar) ... ter tudi kovaške stiskalnice (Haswell, Avstrija, 1861, 8000 kN, 500 bar), saj so ugotovili, da ima stiskani material veliko boljše lastnosti kot preoblikovan z udarci parnega kladiva. Po Haswellovem vzoru se je pričela gradnja velikih stiskalnic. Nekaj tovrstnih velikih hidravličnih strojev prikazuje *slika 9*.

5 Zaključek

Gradnja prve Bramahove hidravlične stiskalnice zagotovo predstavlja velik mejnik na področju strojegradnje. Njen nadaljnji razvoj pa ni spodbudil samo razvoja novih tehnoloških postopkov in strojev, me-

rilne opreme in doseganja mikrometrске natančnosti, mehanizirane izdelave standardnih delov ter materialoznanstva, pojavili so se namreč prvi hidravlični preoblikovalni stroji, skobeljni stroji in prvi preskuševalni stroji.

Trdimo lahko, da je bila hidravlika oz. hidrostatični prenos energije gonilna sila, ki je pospešila razvoj številnih novih področij tehnike: od novih vrst strojev in naprav do nove obdelovalne tehnike, do razvoja novih vrst orodij in vpenjalnih naprav ter držal, do merilne tehnike, materialoznanstva, preskuševalnih naprav ter tudi serijske proizvodnje enakih izdelkov ...

Od tega obdobja dalje je hidravlika postala samostojna vrsta tehnologije oz. veja tehnike, druge veje tehnike, ki so dejansko izšle s področja hidravličnih stiskalnic, pa so se pospešeno razvijale v samostojni smeri. Seveda pa so se znane rešitve prenašale na druga področja: dvigalna tehnika in dvizne naprave, gradnja mostov in tunelov ...

Viri

- [1] N. N.: Patent GB-179,502,045, Mar. 31, 1795, J. Bramah, Obtaining and applying motive power; Directory of American Tool and Machinery Patents, <http://www.datamp.org/patents/displayPics.php?source=xrefPerson109184>.
- [2] Lovrec, D.: Razvoj hidravlične pogonske tehnike skozi čas – 2. del: Prva hidravlična stiskalnica. Ventil – revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, ISSN 1318-7279, apr. 2019, letnik 25, št. 2, str. 148–156.
- [3] McNeil, I.: An Encyclopedia of the History of Technology, Routledge, 1996, ISBN: 0-415-14792-1, 1062 strani.
- [4] Rolt, L. T. C., Richard Trevithick – English engineer, <https://www.britannica.com/biography/Richard-Trevithick>.
- [5] Lowry, W.: Bramahova stiskalnica, bakrorez. ilustracija J. Farey iz Abraham Rees' Cyclopaedia, Universal Dictionary, London, 1812.
- [6] McNeil, I.: Joseph Bramah – A Century of Inventions, 1749–1851; David & Charles: Newton Abbot, 1968, 7153 4211 8, 216 strani.
- [7] Lovrec, D.: Razvoj hidravlične pogonske tehnike skozi čas – 1. del: Zgodnji začetki in prve črpalke. Ventil : revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, ISSN 1318-7279, feb. 2019, letn. 25, št. 1, str. 60–69.
- [8] N. N.: Entwicklung des Bohrens 200 vor CHR bis 800, http://www.feuerwaffen.ch/index_html_files/Handwerk_07_Bohr.pdf.
- [9] Smeaton, J.: Reports of the Late John Smeaton: Made on Various Occasions, in the Course of his Employment as a Civil Engineer, Cambridge Library Collection – Technology, Volume 1, 2014, ISBN-13: 978-1108069816, 1712 strani.
- [10] Weingarten, F.: Die Entwicklung der hydrostatischen Energieübertragung im 19. und 20. Jahrhundert, o + p Oelhydraulik und pneumatik, 26 (1982), Nr. 12, str. 873–879.
- [11] N. N.: Maudslay, H. (1771–1831), Dictionary of National Biography, vol. 13, p. 81, accessed on ancestry.co.uk 2016-12-20.
- [12] Rolt, L. T. C., Great Engineers, 1962, G. Bell and Sons Ltd, London.
- [13] Skinner, S.: Hydraulic Fluid Power; A Historical Timeline, 2014, Steve Skinner Presentations, 126 strani, ISBN: 978-1-291-67689-1.
- [14] Rouse, H., Ince, S.: History of Hydraulics, Dover Publications, Inc., New York, 1957, Library of Congress Catalog Card Number: 63-21684, 269 strani.
- [15] Chalmers, A. F.: One Hundred Years of Pressure – Hydrostatics from Stevin to Newton, ISBN-13 9783319859385, 2017, 197 strani.



**Ste kdaj razmišljali
ali je tiskovina,
ki jo držite v rokah
okolju prijazna?**

Sodelovanjem z nami je odgovor na to vprašanje zagotovo (lahko) **pritrilen**.
Grafex agencija | tiskarna se zaveda pomembnosti skrbi za okolje, zato smo že oktobra 2014
kot prvi v regiji **pridobili certifikat FSC**.

35 let  **grafex** agencija | tiskarna
www.grafex.si

UČIMO SE OD MRVELJ IN POSTANIMO UČINKOVITEJŠI

Jan Harb, Maja Harb

Izvilleček:

Kot bodoča ekonomista se zavedava, da je organiziranje ključna funkcija vsakega podjetja in organizacije. V preteklosti so tradicionalne organizacije temeljile na hierarhiji. Odločanje je bilo v rokah tistih, ki so bili na hierarhični lestvici višje uvrščeni. Sodobne organizacije se danes soočajo z najrazličnejšimi situacijami, ki so posledica globalizacije in spreminjajočega se okolja. Prav zaradi tega postajajo organizacije mnogo bolj sploščene. V vsaki organizaciji je najpomembnejše, da vemo, kdo ima glavno besedo in kdo največjo avtoriteto. Po drugi strani pa nam narava ponuja primere organizacij drugih živih bitij, ki so učinkovita in delajo brez kontrole, brez vodij, brez navodil, pa vendarle vsak v tej organizaciji ve, kaj je njegova naloga. In predvsem to naju je v tem članku zanimalo. Kako je možno, da narava in živalski svet deluje brez vodij in nadzora, pa kljub temu preživita 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, med katerimi so tudi mravlje in čebele. V članku sva se osredotočila na fascinantni svet živali in predvsem na življenje mrvelj.

Ključne besede:

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

Področje bionike kot interdisciplinarne vede se je v današnjem času v slovenskem prostoru že precej uveljavilo. Bionika, ki nam razkriva fascinantne dosežke in rešitve iz narave in jo danes povezujemo z medicino in tehniko, je uporabna tudi na področju organizacije in vodenja. Interdisciplinarno področje bionika pomeni proučevanje in prenašanje »izumov narave« v realno okolje. V času evolucije je narava razvijala, izboljševala in preizkušala te izume skozi milijone let. Bionika ni sredstvo za izdelavo načrtov posameznih strokovnjakov, ampak kot interdisciplinarna veda uspeva v izmenjavi med strokovnjaki različnih strok.

Narava je največja med inovatorji, ki jih danes poznamo. Že milijone let razvija in preizkuša nove oblike za svoje preživetje. Kaj bi bilo lahko bolj očitno, bolj uspešno kot to, da uporabimo uspešna načela evolucije pri upravljanju, na primer pri razvoju novih izdelkov in njihovem trženju, 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 oziroma ključnega pomena za izgradnjo doslednega in dinamičnega strokovnega znanja za inovacije v podjetjih. Na podlagi modela

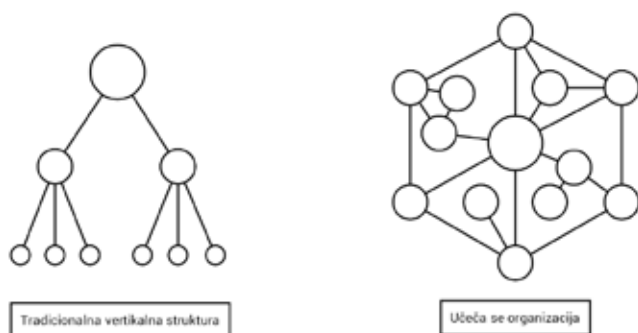
človeškega centralnega živčnega sistema se lahko organizacijam dodajo nadzorne in usmerjevalne strukture, ki bistveno povečajo sposobnost preživetja institucij, kot so podjetja v nenehno spreminjajočem se okolju. [1]

Organizacija in vodenje

Organiziranje je ključna funkcija vsakega podjetja in organizacije, ki želi biti konkurenčna na lokalnem in tudi na globalnem trgu in hkrati dosegati maksimalne rezultate. Tradicionalne organizacije so temeljile na hierarhiji. Odločanje je bilo v rokah tistih, ki so bili na hierarhični lestvici višje uvrščeni – prikazano na *sliki 1*. Na drugi strani postajajo sodobne organizacije, ki se soočajo s številnimi situacijami, ki so posledica globalizacije in tudi spreminjajočega se okolja, v katerem delujejo, mnogo bolj sploščene. To pomeni, da so funkcije mnogo bolj razdeljene, saj nadrejeni prav vsakemu zaposlenemu prenese določeno odgovornost. S tem direktor doseže večjo pripadnost svojih zaposlenih. Vrhnji managerji, katerih predstavniki so direktorji podjetij, razdeljujejo naloge posameznim oddelkom, ki skupaj določajo celotno organizacijo. Skrbijo tudi za učinkovito komunikacijo med zaposlenimi. [2]

Naloge so opravljene veliko učinkoviteje, če so razdeljene manjšim enotam v podjetju. S tem je podjetje veliko bolj učinkovito. Učinkovitejše pa je tudi z obstojem vrednot in pravil, ki omogočajo nadzor nad uspešnim oziroma neuspešnim organiziranjem v podjetju. Večje, kot je podjetje, težje je vzpostaviti

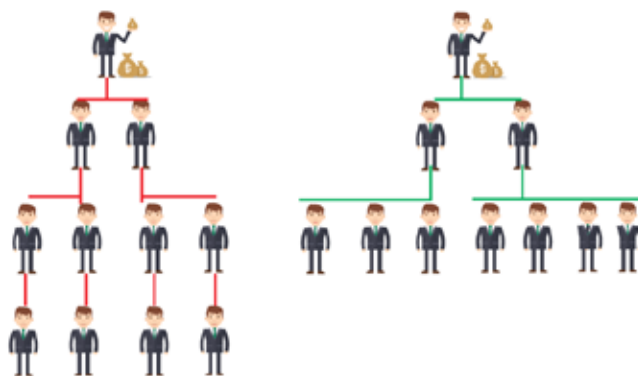
Jan Harb, Ekonomska fakulteta Ljubljana, Maja Harb, Gimnazija Ptuj



Slika 1 : Primer vertikalne in horizontalne organizacijske strukture [2]

ti organizacijo in več ljudi pri tem potrebujemo. [2] V vsaki organizaciji je najpomembnejše, da vemo, kdo ima glavno besedo oziroma ima v organizaciji največjo avtoriteto. Gre za pravico, ki jo ima vodja, da lahko razdeljuje posamezne naloge in razporeja resurse, s katerimi želi doseči želene cilje. Avtoriteta pa ni zgolj pravica, ampak velika odgovornost managerja, saj od njega zahteva, da je ne izkorišča, ampak z njo kakovostno vodi organizacijo k dosegu zastavljenih ciljev. V podjetju avtoriteta pada po hierarhični lestvici navzdol. Pomembno vlogo ima tudi kontrolni razpon, pokazatelj, ki nam pove, komu zaposleni odgovarjajo oziroma poročajo o svojem delu in opravljenih nalogah. Največkrat vsak zaposleni poroča zgolj eni osebi. Kontrolni razpon je tudi merilo za določanje vrste organizacijske strukture. Ločimo hierarhično, ki jo imenujemo tudi visoka in je prikazana na levi *sliki 2*, na desni strani pa vidimo horizontalno oziroma tako imenovano sploščeno organizacijsko strukturo [2].

Organiziranje je za nekatere pravzaprav najpomembnejša funkcija in hkrati temelj managementa. Kaj bi se zgodilo, če zdravniki in osebje v bolnišnicah ne bi verodostojno opravljali svoje naloge? Kaj bi se zgodilo, če njihove naloge ne bi bile pravilno razdeljene? To je samo eden od mnogih primerov, ki je pravi pokazatelj, da je organiziranje ne samo pomembna, ampak pravzaprav nujna funkcija vsake organizacije. Brez dobre organizacije procesov bi v podjetju vladal popoln kaos.



Slika 2 : Primer vertikalne in horizontalne organizacijske strukture [2]

Impresiven svet mravelj

Okolje, ki nas obdaja, nam ponuja veliko doživetij in nas po drugi strani postavlja pred mnogo različnih izzivov. Od nas je odvisno, kako se jih bomo lotili, kako bomo našli pravo rešitev in kako izziv sploh prepoznali. Od časa do časa bi morali izklopiti računalnik ali telefon in se naučiti ceniti okolje. Že vrsto let potekajo proučevanja delovne učinkovitosti žuželk, kot so mravlje in čebele. Posamezne žuželke niso tako bistre, ampak kot skupina oziroma celota postanejo zelo inteligentne. Kolektivno vedenje teh žuželk so poimenovali »inteligenca roja«.

Na svetu danes 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 enake možgane kot en sam 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. [5, 9]

Znanstveniki že desetletja proučujejo njihovo vedenje. Poskušajo razumeti, kakšna so pravila, ki veljajo v svetu mravelj v smislu 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 jo v celoti zgradile mravlje, ki se organizirajo z 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 celo z nebotačnikom. Mravlje 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 sam organizem. Presenetljivo in neverjetno je, ko pomislimo, da lahko te drobne žuželke s tako majhnimi možgani ustvarijo tako čudovite in velike stvari. Mravlje delujejo po kolektivni inteligenci, čeprav niso sposobne zavestne organizacije. [3]

Mravlje obstajajo na svetu že 130 milijonov let, brez njih bi bil svet popolnoma drugačen. Dejstvo je, da so majhne stvari izredno pomembne. In mravlje so majhne. Če bi stehali vse mravlje in termiti 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 v celotni populaciji. Na prvi pogled se zdi, da mravlje tekajo okrog brez kakršnega koli cilja. Oseba z Marsa bi verjetno imela podobno doživetje, če bi opazovala množice ljudi na mestni železniški postaji. Analogije med človeško družbo, kolonijami



Slika 3 : Krojaška južnoameriška mravlja [10]

mravelj in razvijajočimi se bitji so fascinantne; ravno tako fascinantno je 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 3*. Njihove kolonije so velike in jih sestavlja od pet do osem milijonov mravelj – predvsem »ženskih delavk«. Poslanstvo tistih največjih je, 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. Zakaj je temu tako? Če se namreč kosček lista, ki ga nosijo, zmoči, postane dvakrat težji, kar pomeni, da bi ga lahko izgubile. [10] 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 listi primerni kot humus za gojenje posebne vrste gliv, s katerimi se mravlje 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 mravlje skozi evolucijo razvile tesno obliko sodelovanja in zelo zapleteno delitev dela in nalog. Resnica je, da ena sama mravlja ne more preživeti. Mravlje lahko preživijo in prenesejo svoje gene samo v svojih socialnih mrežah. Lahko bi rekli, da popolnoma enako velja tudi za ljudi.

Osrednje vprašanje v celotnem družbenem življenju je komunikacija. Kjer je sodelovanje, kjer je interakcija, mora obstajati nek mehanizem, ki aktivira sodelovanje med individualnimi posamezniki. Ali so to celice ali so to 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.



Slika 4 : Komuniciranje pri mravljah [4]

Med kategorijami »pomena« so privlačnost, alarm, prepoznavanje drugih kast, prepoznavanje ličink in diskriminacija med sorodniki in neznanci (Heart Pest Management) [4]. Na primer: če mravlja najde piškot, ki ostane na kuhinjskem pultu, bo pustila sled feromonov na poti domov, da bodo tudi druge mravlje lahko našle prav tisti piškot.

Mravlje komunicirajo tudi tako, da se ustavijo in »poljubijo« druga drugo. Tisto, kar se pojavi kot poljub, je druga oblika komunikacije. Ena ali obe mravlji dajeta druga drugi okus kemikalij, ki jih imata v svoji hrani oziroma pridelku. Ta »poljub« na *sliki 4* pove drugim mravljam o potrebah kolonije in njenem delu.

Mravlje so zelo družbena bitja. Če katera najde hrano, bo to sporočila drugim. Če obstaja nevarnost, bo to mravlja sporočila mravljam bojevnikom. Če kraljica potrebuje pomoč pri skrbi za najmlajše, bodo takoj prispeli njeni zvesti pomočniki. Ta zelo učinkovit stroj deluje s stalnimi, neposrednimi in odkritimi komunikacijami. Tudi ljudi lahko to storimo. Ljudi lahko povabimo v sobo, jih prosimo, naj sprejmejo odločitev, odstranimo prevladujoče glavoše (in to popolnoma brez vodij!). Sporočimo jim dejstvo, da je vsak pomemben in omogočimo produktivne razprave. [5]

Organiziranost in samoorganizacija pri mravljah ali zakaj mravlje ne potrebujejo vodje

Ljudje smo obsedeni z vodenjem, mravlje pa vodij nimajo. Ljudje gradijo ogromne neučinkovite organizacije, po drugi strani pa so mravlje zelo učinkovite in njihove organizacije tisočkrat večje od organizacij ljudi. Ljudje se učijo upravljanja, uspešnosti, kakovosti in produktivnosti. Mravlje ne skrbijo za to, vendar pa kljub vsemu delujejo bolje in uspešneje kot ljudje. Morda je čas, da se kaj naučimo od mravelj. [5]

Mravlje so veličastna bitja v smislu, da so zelo organizirane v okviru svojih odločitev. Ni veliko živali, ki

bi tvorile tako veliko, a hkrati sistematično kolonijo. Sledijo formuli kompleksnega decentraliziranega sistema. Vse, kar počnejo, temelji na medsebojnem delovanju številnih posameznih mravelj. Namesto da bi imeli enega vodjo, ki naloge prenese v hierarhijo, raje medsebojno sodelujejo in si pomagajo. Sledijo nekaterim preprostim pravilom, da je njihov 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, celotne slike. Nobeni mravlji ni treba povedati drugi, kaj naj počne. Bistvo je torej, da vodstvo pri mravljah ni potrebno. Celo kompleksno obnašanje se lahko usklajuje s sorazmerno enostavnimi interakcijami.

Znanstveniki še zdaleč ne razumejo, kako se mravlje organizirajo tako, kot to danes počnejo. Še vedno ni jasno, zakaj so mravlje tako osredotočene brez kakršnega koli 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 [3].

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. Verjetno obstaja 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 [6].

Švicarski znanstveniki so raziskovali, kako mravlje delijo svoje delo, kar je prikazano na *sliki 5*. Ustvarile so zelo urejeno poklicno lestvico – tisto, ki jih osredotoča na trenutno nalogo, ne pa na tisto, kar jih še čaka v bližnji prihodnosti. Mravlje opravljajo tri raz-



Slika 5 : Mravlje pri svojem delu – sodelovanje [11]



Slika 6 : Mravlje pri delu – gradnja infrastrukture [6]

lične funkcije in običajno s starostjo prehajajo iz ene delovne skupine v drugo. Najmlajši naj bi služili kot strežniki kraljici, naslednji po starosti kot čistilci, najstarejši pa gredo ven ter iščejo hrano in druge vire. Ta zadnja vloga, ki poteka po relativno neznanem terenu in je oddaljena od domače baze, je običajno rezervirana za »najbolj izkušene« mravlje. [7]

Ljudje porabimo veliko časa za oblikovanje pravil in vodij, pa vendarle vodstvo za ljudi ni naravno. Ljudje delujemo po svojih najboljših močeh, ko delamo nekaj naravnega, ko delamo nekaj zase. 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 nekaj narediti, se običajno zgodi, da oblikujemo kar se da »najboljšo delovno prakso«. Ta najboljša praksa postane standard, ki mu vsi sledijo. Vendar ta standard temelji na omejitvah človeške 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 6*. Prva stvar, ki jo ljudje lahko naredimo, je osredotočanje na naravni pristop. Ljudje se rodimo z določenimi naravnimi težnjami, vendar se večine stvari in nagibov naučimo. Te naučene težnje ustvarjajo razlike zaradi številnih razlogov. Ti razlogi 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. [7]

Kaj se ljudje lahko pri organizaciji in vodenju naučimo od mravelj

Filozofija mravelj je, da je prava mravlja na pravem delovnem mestu. Vsaka mravlja šteje. Mravlje ne razlikujejo med dobrimi in slabimi izvajalci, ampak preprosto postavijo prave mravlje na prava delovna mesta. Močne mravlje postanejo bojvniki, 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 drugo mesto, dokler ne ugotovimo, kakšno mesto ji ustreza. Če za osebo ne najdemo pravega delovnega mesta, jo šele takrat odslovimo. Če pa se odločimo, da bomo take osebe obdržali, se moramo prepričati, kaj zares počnejo in da organizaciji prinašajo dodano vrednost.

Vse mravlje imajo v mislih en cilj – preživetje. Vse, kar počnejo, je povezano s tem ciljem. Tudi ljudje lahko razvijejo skupni cilj. Ljudem je potrebno predstaviti vizijo, poslanstvo. Vsi bi morali poznati vizijo in se strinjati s poslanstvom in strategijo. Pravi skupni cilj pa 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 na njih 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. [5]

Mravlje se bolj osredotočajo na potrebe kolonije kot na lastne potrebe. Skrbijo za svoje matere, pomagajo drugim mravljam pri gradnji mravljišč in prinašajo hrano ter se borijo za preživetje kolonije. Ljudje bi morali sprejeti podoben pristop. Delo v lastno korist namreč škoduje splošni uspešnosti oziroma celotni organizaciji. 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 egocentričnih in samosvojih, čeprav verjamejo drugače. [5]

S trdim delom, timskim pristopom, marljivostjo in vztrajnostjo so mravlje sposobne zgraditi nebotičnike. Ne potrebujejo nekoga, da jih napoti na delo, so proaktivne [8]. To pomeni, da se ljudje od mravelj te pomembne lekcije lahko naučimo. Proaktivnost na delovnem mestu se namreč nanaša na vedenje, ki vključuje samoiniciativno prevzemanje kontrole in povzročanje sprememb v delovnem okolju. Glavna značilnost proaktivnega vedenja je vnaprejšnje ukrepanje s ciljem vplivanja na prihodnje stanje. Pomeni povzročiti spremembo namesto na spremembo zgolj čakati. Spremembe pa so glavno vodilo razvoja in inovacij. Mravlje delajo zvesto in ne potrebujejo zunanjih vzvodov, ki bi jim dajali smernice, da delajo prave stvari. So zveste same sebi in tega bi se morali naučiti tudi ljudje. Delajo trdo, so marljive in bodo v primeru, da je njihovo

mravljišče uničeno, zgradile novo. Na slabe čase mislijo tudi takrat, ko uživajo in zato vedno načrtujejo prihodnost. Na primer: medene mravlje celo poletje zbirajo in skladiščijo hrano, da bodo potem lahko preživele zimo. Prav tako mravlje vedo, da zima ne bo trajala vedno, da bodo lahko kmalu prišle na plano, torej lahko bi rekli, da vedno ostajajo pozitivno naravnane. [8,9]

Ljudje velikokrat 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. Če opazujemo mravlje na njihovi poti in jih poskušamo ustaviti, bodo poiskale novo pot. Nikoli ne odnehajo. Preplezale bodo ovire, se vzpenjale, spuščale ali šle okrog, 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 spredaj, 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. Kar koli mravlje delajo, delajo v dobrobit kolonije. Vse delajo skupaj, poznajo svoje delo in ga tudi vedno dokončajo. Vsako delo pri mravljah je pomembno in opazile bodo, če katera svojega dela ne bo opravila. 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 nekaj dobrih lekcij, vendar pa ni nujno, da kolektivni konsenz vedno vodi do učinkovite odločitve v poslovnem svetu in življenju. 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 pa 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 moralo okolje, v katerem se delavec počuti pomembnega, v katerem predstavlja dodano vrednost v podjetju, podjetje pa njegovemu delu zaupa. Tako bi dobili samoorganizacijo, v kateri bi zaposleni sami – kakor mravlje – izločili tiste, ki ne skrbijo za dobrobit podjetja, in začeli spoštovati tiste, ki organizaciji prinašajo dodano vrednost.

Literatura

- [1] Malik, F. Bionics Fascination of Nature. 1. izd. München: MCB Verlag, 2007.
- [2] Dimovski, V., Perger, S., Peterlin, J., Grah, B., Turk, D., Šalamon, K., Grošelj, M. (2014), Temelji managementa in organizacije, Ljubljana, Ekonomska fakulteta.
- [3] Luise Brace: 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).
- [4] Hearts Pest Management: How Ants Communicate. Dostop: <https://www.heartspm.com/fascination-with/ants/how-ants-communicate.php> (23. 3. 2019).
- [5] Matt Shlosberg: 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).
- [6] Andrea Fare: What can ants teach us about organization design (or the lack thereof), marec 2016. Dostop: <https://medium.com/@andreafare/what-can-ants-teach-us-about-organization-design-or-the-lack-thereof-27b73a7cb330> (15. 3. 2019).
- [7] 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).
- [8] Ants manegement, april 2017. Dostop: <https://www.slideshare.net/PranavT94/ants-management-ppt-seminar> (27. 3. 2019).
- [9] 10 Management Lessons From The Ants, 2017. Dostop: <https://www.believeall.com/2017/08/10-management-lesson-from-ants.html> (27. 3. 2019).
- [10] Ptuj. Dostop: 24ur: [https://www.24ur.com/popin/zanimivosti/krojaske-mravlje-pred-dezjem-pospesijo-korak.html\(modal:p/image/62092887\)](https://www.24ur.com/popin/zanimivosti/krojaske-mravlje-pred-dezjem-pospesijo-korak.html(modal:p/image/62092887)) (27. 3. 2019).
- [11] Ptuj. Dostop: Alliance: <https://www.alliance-pestservices.com/management-practices-for-ants> (27. 3. 2019).

Manjka angleški naslov

Abstract:

As a future economist, we aware that organizing is the key function of every company and organization. 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:

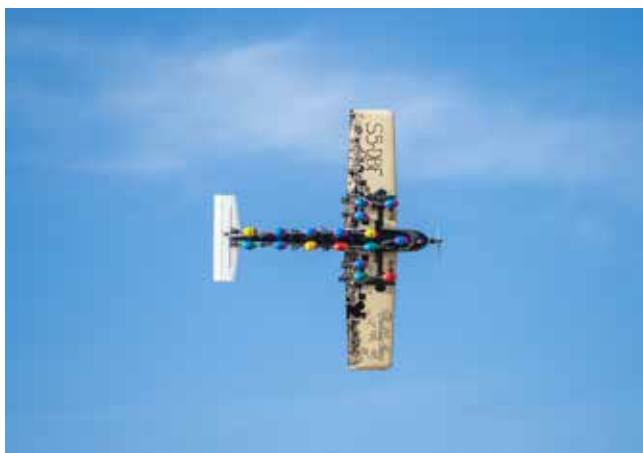
bionics, organization, leadership, collective intelligence – swarm intelligence, communication



EKIPA EDVARDA RUSJANA **FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO V** **LJUBLJANI OSVOJILA PRVO MESTO** **NA MEDNARODNEM UNIVERZITET-** **NEM TEKMOVANJE DBF** **(DESIGN-BUILD-FLY)**

Filip Plešnik, Emil Zubalič, Viktor Govže, Viktor Šajn

DBF (Design-Build-Fly) je mednarodno univerzitetno tekmovanje, ki ga vsako leto organizira AIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics). Na njem se tehnične fakultete potegujejo za zmago v gradnji in letenju radijsko vodenega letala, ki je zasnovan za opravljanje določenih nalog (t. i. misij). Pravilnik z zahtevami za posamezne naloge in s tehničnimi zahtevami samega modela se vsako leto povsem spremeni in tako je ekipa vsakokrat postavljena pred nove izzive.



Tekmovalni model med opravljanjem misije z vorteksi

Ekipa Edvarda Rusjana Fakultete za strojništvo v Ljubljani se tekmovanja udeležuje že vrsto let, zadnjih nekaj let pa se redno uvršča v peterico najuspešnejših ekip. Podanih nalog smo se že zelo zgodaj lotili z resnim pristopom. Iz pravilnika smo izluščili najpo-

membnejše parametre, ki so vplivali na dober nastop letala. Za pomembna parametra sta se izkazali teža in hitrost. To je vplivalo na odločitev, da model letala v celoti izdelamo iz kompozitnih materialov.

Na kratko o pravilniku

Letalo je moralo biti sposobno samostojnega vzleta s 3 m dolge klančine z naklonom 5°. Edini dovoljen vir energije za vzlet je moral zagotavljati akumulator v letalu. Zaradi varnostnih razlogov so uporabo baterij omejili na celice NiMh.

Dimenzijsko omejitev je predstavljal okvir z dimenzijami 90 cm x 60 cm, skozi katerega se je moralo letalo zapeljati brez dotika, medtem ko je bil minimalen razpon kril 120 cm.

Krila je bilo tako potrebno zložiti, mehanizem za razpenjanje in »zaklepanje« pa je moral biti upravljan z RV-napravo.

Poleg tega mehanizma je bilo potrebno razviti še dva: sistem za spuščanje tovora oz. »vorteksov« in rotirajočo imitacijo radarja.

Odpiranje kril, montažo »radarja« ter vorteksov so v misiji na tleh (od skupno 4 misij) štopali, zato je bilo za vse mehanizme pomembno, da so bili hitri in zanesljivi.

Filip Plešnik, Emil Zubalič, Viktor Govže, doc. dr. Viktor Šajn, univ. dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Ekipa Edvard Rusjan Team po zmagi na tekmovanju

Z razvijanjem modela se je izkazalo, da omejitve v pravilniku predstavljajo zgolj začetek izzivov in zahtev, ki jim mora model zadoščati za uspešno opravljanje vseh misij.



Končni trup, vzet iz kalupa in očiščen

Od ideje do izdelka

Ko smo iz pravilnika pridobili najpomembnejše parametre, smo se zahtev lotili sistematično. Ker je najpomembnejše, da letalo najprej vzleti, smo se najprej lotili tega, nato pa smo razvoj postopoma nadaljevali po seznamu prioritet. Vsaka ideja in zasnova se je najprej začela s skico na papirju ali na tabli. Sledili so diskusija na tedenskih sestankih, testiranje in izvedba. Izdelana je bila simulacija idealnih misij, da bi letalo doseglo največ točk, mi pa smo se z rezultati testnih letov želeli simulaciji kar se da približati. Po prvem grobem prototipu, ki je bil izdelan iz balze, krilo pa iz stiroporne sredice, se je natančnost dela povečala. Za vsak del na letalu smo izdelali računalniški 3D model.

Za nekatere dele letala (trup, krilo) smo izvedli CFD-analizo, s katero smo ocenili zračni upor izbranih oblik. Pri razvoju trupa letala smo izbirali med tremi variantami – med najbolj preprosto, tisto, ki se nam je intuitivno zdela najbolj primerna, ter kombinacijo obeh. Z vsemi tremi oblikami smo s pomočjo 3D tiska v vetrovniku izvedli meritve zračnega upora in se glede na rezultate odločili za tisto, ki je z nameščenimi vorteksi predstavljala najmanjši upor.

Tudi razvoja mehanizmov smo se lotili na podoben način. Če je bilo idej za rešitve več, smo se odločili za tisto, ki se nam je zdela najboljša, nato pa smo jo testirali. Če se je zaradi materialno slabših lastnosti (npr. 3D tisk) ali z vidika zanesljivosti izkazala za pomanjkljivo, smo nadaljevali z izvedbo in testiranjem drugih rešitev.



Skoraj 3-kilowatni Scorpionov pogonski motor je zagotavljal 7 kg statičnega potiska



Model na tekmovalni stezi v Tucsonu (ZDA)

Z več iteracijami smo izdelali en prototip letala v celoti iz kompozitov in tekmovalni model letala z nekaj prilagoditvami. Z vsemi tremi modeli smo izvedli več kot 40 testnih letov, z rezultati smo se na koncu popolnoma približali začetnim simulacijam.

Tehnologija gradnje

Za letošnje tekmovanje smo si zastavili cilj, da vsako stvar, ki se da izdelati iz kompozitov – in je to seveda smotno, tudi izdelamo.



Zložena konfiguracija pred opravljanjem misije

Kalupe, ki so predstavljali negativ komponent modela, smo izdelali s pomočjo 3D računalniškega modela in CNC-stroja. Vsak kalup je bilo po obdelavi potrebno še fino pobrusiti in primerno premazati, preden smo se lotili laminacije.

Trup

Trup je prvi del, ki smo ga naredili iz kalupa. Narejen je v sendvič tehniki. Zunanji sloj, kot je razvidno s slike, je iz 160 g pletenih ogljikovih vlaken. Ta tkanina sicer ni povsem optimalna, vendar so pri tako veliki kvadraturi stroški materiala precejšnji, zato smo uporabili, kar nam je bilo na voljo. Sredico sendviča sestavlja 2-milimetrski aramidni honeycomb, znotraj pa se skriva še nekoliko lažja (60 g) steklena tkanina. Ob sami gradnji smo se že na začetku soočili s problemom velikosti letal in posledično velikosti kalupa. Polovički kalupa trupa smo izrezkali iz purenita, oba kalupa pa sta presegala dolžino dveh metrov. Vsi kalupi so letos zahtevali tudi večjo peč in ogromno prostora. Po nanosu smole smo namreč vsak kalup pustili v peči na približno 60 stopinjah vsaj 12 ur.

Rep

Rep je edini kompozitni del, ki ni bil narejen iz pravega kalupa. Izdelan je bil iz stiroporne sredice nizke gostote (15 kg/m^3), izrezane z računalniško vodeno vročo žico. Sredica je bila obdana še s plastjo 80-gramske steklene tkanine in nekaj ojačitvami iz ogljikovih vlaken. Tako sestavljen laminat smo položili v maylar folijo ter pustili v vakuumu toliko časa, da se epoksidna smola posuši. Kljub laminaciji neposredno na pozitiv nam je uspelo doseči dokaj visoko kvaliteto površin, čeprav smo zaradi tega pridobili nekaj gramov na teži.

Krila

Kalup kril je bil najbolj problematičen del gradnje, saj smo tu kot material uporabili leseno vlakneno ploščo MDF, ki ne slovi ravno po trdnosti in je zelo občutljiva na vlago. Seveda tak kalup ne bi bil primeren za večjo serijo izdelkov, a vendarle je bil

ustrezen za izdelavo dveh parov kril. Ta so, razen nekaj reber in elektronike, povsem votla, lupina pa je tako kot pri trupu zgrajena po principu sendvič konstrukcije. Razlika je le v tem, da smo bistveno dražji karbon zamenjali s stekleno tkanino, honeykomb za sredico pa s herex peno. Krila so sicer trapezne oblike, po celotni razpetini smo uporabili profil Clark-Y brez geometrijskega zvitja. Zaključki so izdelani, kolikor je mogoče optimalno, saj nam je način zlaganja kril onemogočal izdelavo tako imenovanih »wingletov«. Namesto danes bolj poznanih tipov zaključkov smo se odločili za zaključke »hoerner«, ki ne povečujejo debeline krila.

Mehanizmi

Pravilnik je zahteval razpiranje kril, možnost spuščanja vorteksov in vrtenje radarja. Vsaka naloga je zahtevala svoj mehanizem, načinov izvedb teh pa ni manjkalo.

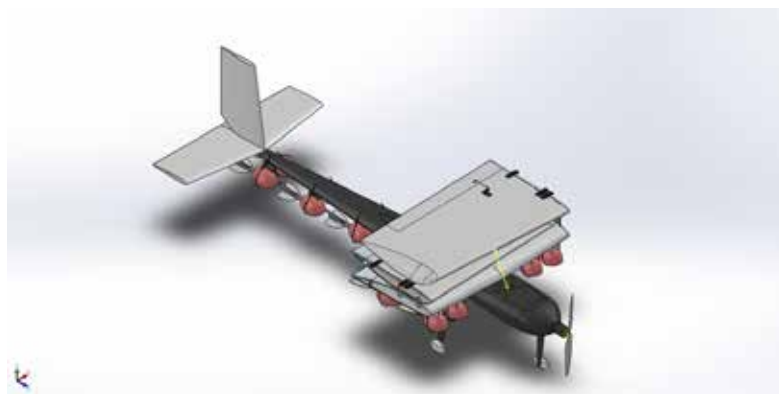
Pri iskanju rešitev smo se omejili na vsem dobro poznan, vendar premalo rabljen princip KISS (»Keep it simple, stupid!«). Po Murphyju lahko povzamemo, da tisto, kar lahko gre narobe, navadno gre narobe, zato sta bili naši glavni prioriteti zanesljivost in enostavnost.

Pri razpiranju krila je bilo potrebno zagotoviti energijo za hitro razpiranje krila. Rešitev smo našli v torzijskih vzmeteh, zaklepanje krila pa smo zagotovili s pomočjo kavljev v obliki harpune. Tečaji, okrog katerih se je krilo razpiralo, so bili enaki kot tisti, uporabljeni za zajčjo kletko. Velika prednost tega sistema je bila tudi njegova hitrost. Letalo je bilo že v pičlih 2 sekundah pripravljeno na letenje.

Za spuščanje vorteksov smo naredili sistem, ki s servomehanizmom sprosti zapeto vezico. Prednosti tega sistema so bile fleksibilnost glede velikosti vorteksa, trdnost pričvrstitve in majhna teža. Tudi vrtenje radarja je bilo zagotovljeno s servomotorjem, njegova pritrditev pa z vijakom in matico – ko se servomotor zavrti, se radar sam zavija in drži samodržno. Enostavno, hitro in učinkovito.

Elektronika

Letalo upravlja kar 17 servomotorjev. Šest večjih, brezkrtačnih, visokonapetostnih je namenjenih krmilnim površinam, ostali so za kontroliran izpust vorteksov in vrtenje radarja. To smo dosegli s pomočjo arduina, vezanega na PCB-vezje, ki je bilo zasnovano točno za to letalo. Na tak način smo z uporabo samo enega kanala na sprejemniku lahko krmilili dodatnih 11 servomotorjev, v zaporedju vsakega posebej. Model je poganjal brezkrtačni outrunner motor, ki je s približno 3 kW moči zahteval tok tudi do 100 A. Takšen tok je prenašal visokonapetostni 150-amperski regulator. Za zadnjo misijo smo v letalo spravili kar 56 celic NiMh, kar znaša okoli 40 V in 10000 mAh. Primerno hlajenje tako motorja kot baterij se je izkazalo za precejšen izziv, zato smo bili primorani postaviti motor izven trupa ter že v kalupu narediti »air intake«. 6 mesecev se je posebna ekipa ves čas ukvarjala s testiranjem baterij in s pogonom. V optimalnih razmerah smo po veliko vzletih ugotovili, da s



3D dizajn modela v zloženi konfiguraciji

pogonskim sklopom in propelerjem Apc 16 x 8 lahko nesemo do 19 vorteksov.

Na tekmovanju

Tekmovanje je potekalo od 11. do 14. aprila v Tucsonu, v zvezni državi Arizona (ZDA). Za tekmovanje se je kvalificiralo 113 ekip, udeležilo pa se ga je 77 ekip.

Samo tekmovanje je bilo sestavljeno iz treh misij v zraku, misije na tleh in še ocene poročila, ki smo ga oddali pred tekmovanjem. Ocena poročila se je množila z nabranih točkami na misijah, zato je bilo to prav toliko pomembno kot letalne sposobnosti. V poročilu so zajete podrobnosti konceptnega in detajlnega dizajna, testiranj ter tehnična dokumentacija. Model je najprej moral skozi tehnični pregled, kjer je moral med drugim zdržati wingtip test, natovorjen z maksimalno težo. Skupno se je je nabralo slabih 10 kg, od česar so baterije tehtale kar zajetne 4 kg.

Poudarek je bil vsekakor tudi na hitrosti letenja. Model je moral v čim krajšem času preleteti 3 »tekmovalne kroge« z radarjem, pri tretji misiji pa odvreči čim več vorteksov z 10-minutno omejitvijo in po pravilu, da odvrže le 1 vorteks na krog. Izkazalo se je, da je moral za izmet vseh 18 vorteksov model v vodoravnem letu v vsakem krogu preseči 100 km/h. Srednja hitrost leta je znašala nekje nad 75 km/h. Ker smo že na začetku vedeli, da nam veliko število vorteksov prinese največ točk med vsemi tremi misijami, smo veliko pozornosti namenili zmanjševanju upora vorteksov ter povečevanju hitrosti letala. Pri tem sta imela veliko vlogo sistem napajanja ter lupinasta oblika trupa letala.

Nazadnje sta nam prav veliko število vorteksov ter odlično letenje prinesli zmago na tekmovanju. Zmaga pa je bila seveda tudi plod vztrajnosti in dela celotne ekipe v vseh šestih mesecih pred tekmovanjem.

Naslednje leto nas čaka drugačen izziv, pravilnik pa bo znan šele septembra. Prav gotovo bo pravilnik tudi naslednje leto zahteval veliko mero inovativnosti, vztrajnosti ter timskega duha. Vsekakor se bomo tudi novih izzivov lotili zagnano in se pri izpolnjevanju zahtev potrudili kot do sedaj.

VELIK PREMIK – BÜYÜK GÖÇ

Aleksander Čičerov

Izvleček:

Novo istanbulsko letališče bo imelo kapaciteto 500 letal na dan, pod eno streho bo milijon kvadratnih metrov površin, ko bo končano, bo poskrbelo za 200 milijonov potnikov.

Ključne besede:

LFTM, težave pri gradnji, letališke naprave, varnost, število potnikov.



Novo Istanbulsko letališče

Istanbul Havalimani ali Istanbulsko letališče je (bilo) glavno turško letališče, zgrajeno na območju Arnavutköy, na evropski strani Istanbula. Vsi komercialni poleti z istanbulskega letališča Atatürk so bili 6. aprila letos preseljeni na novo letališče (koda IST). Letališče Atatürk je še vedno odprto za tovor, vzdrževanje lahkega letalstva, zračne taksije, poslovne lete ter državne in diplomatske lete.

Ozadje

Istanbul je postal ovira za gradnjo nove letalske steze, uprava Letališča Atatürk ni mogla več sprejemati dodatnega tovora ali čarterskih letov, poslabšala pa se je tudi koncentracija letal nad letališčem. Rešitev tudi ni bila možna s povečanjem kapacitet na

bližnjem letališču Sabiha Gökçen. Primanjkovati je začelo časovnih rež (slotov) in parkirišč.

Letališče Atatürk je bilo peto po velikosti v Evropi. Sprejeta je bila odločitev za gradnjo novega letališča. Njegova površina znaša 7.659 ha, od tega je 6.172 ha v državni lasti (gozd). Območje samo je bilo odprti kop premoga, ki pa je bil kasneje zasut. Poročilo o vplivu gradnje letališča na okolje je pokazalo, da je na območju bodočega letališča 2.513.341 dreves, od katerih jih bo treba 657.950 posekati, 1.855.391 pa presaditi drugam.¹ Posekana drevesa bodo po koncu gradnje nadomestili.

Gradnja letališča

Gradnja letališča poteka v štirih stopnjah, ki bodo postopoma omogočale širjenje kapacitete bodočega letališča. V prvi fazi je bila predvidena gradnja glavnega

Mag. Aleksander Čičerov, univ.dipl. prav. UL, FS,
Uredništvo revije Ventil

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Istanbul_Airport, <16. 5. 2019>.

terminala s kapaciteto 90 milijonov potnikov na leto, kar pomeni največji potniški terminal na svetu pod eno streho. Le Dubaj presega površino novega istanbulskega letališča, ker ima več povezovalnih tunelov. Predvideni sta bili tudi dve letalski stezi.

V drugi fazi bo obema stezama dodana še tretja in četrta z voznimi stezami in letališkimi ploščadmi. V tretji fazi bo zgrajen še drugi potniški terminal s kapaciteto 60 milijonov potnikov na leto, dodatno letalsko stezo in podpornimi storitvami. Četrta faza bo dodala še satelitski terminal, ki naj bi sprejel 50 milijonov potnikov na leto.

Ko bo letališče dokončno zgrajeno, predvidoma leta 2027, bo imelo osem letalskih stez, 16 voznih stez, sprejelo pa bo 150 milijonov potnikov, popolnoma izkoriščeno pa bo lahko sprejelo celo 200 milijonov potnikov. Štirje terminali, 6.500 000 kvadratnih metrov letaliških ploščadi z možnostjo parkiranja 500 letal, VIP-lože, tovarne zmogljivosti in zmogljivosti za splošno letalstvo, parkirišča za 70.000 avtomobilov, medicinski center, gasilce, hotele, konferenčne centre, elektrarne in naprave za odpadno vodo.

Težave

Istanbulske letališče se je srečalo s številnimi težavami. Zbornica turških okoljevarstvenih inženirjev se je pritožila. Istanbulske upravno sodišče je februarja 2014 suspendiralo gradnjo letališča. Kljub temu je bilo polaganje temeljnega kamna opravljeno 7. junija 2014. V časopisu so se pojavile tudi trditve, da je pri gradnji (do sedaj) umrlo 400 delavcev (približno 3 do 4 delavci na dan), družine umrlih delavcev pa so dobile odškodnine, da bi bile tihe.²

Turško Ministrstvo za delo in socialno varnost je nasprotno trdilo, da je bilo le 27 ponesrečencev. Težav pa še ni bilo konec. 14. septembra 2018 je prišlo do nesreče avtobusa, ki je prevažal delavce na gradbišče. Ranjenih je bilo 17 delavcev. Delavci so se tudi sicer pritoževali nad slabimi delovnimi in bivalnimi razmerami ter mrčesom v spalnicah. S policijo so umirili delavce ter jim zagrozili, da jih bodo s silo vrnili na delo ali pa bodo celo izgubili zaslužek. Za piko na i pa je bil del letališča 19. decembra 2018 še poplavljen.

Letališče je bilo uradno odprto 29. oktobra 2018, datum je pomenil tudi 95. obletnico razglasitve Tur-



Letališki stolp

ške republike. Prvotno je bilo letališče znano kot Istanbulske novo letališče, novo ime pa je bilo razglašeno med slovesnostjo 29. oktobra 2018. Letališče se imenuje Istanbulske letališče! Prvi polet z njega je opravila turška letalske družba na poletu TK2124 v glavno mesto Turčije, Ankaro, 31. oktobra 2018. Zadnji potniški polet z letališča Atatürk je opravilo letalo Turkish Airlines na liniji Istanbul-Singapur ob 2. uri zjutraj.³

Vse polete je v začetku opravljal Turkish Airlines. Popoln prehod operacij na novo letališče je bil predviden 6. aprila 2019 med 2. uro ponoči in 14. uro istega dne. Istanbulske letališče je ohranilo IATA kodo IST, ICAO pa mu je dodelilo kodo LFTM.

Trenutno ima letališče en aktiven terminal za domače in mednarodne linije, štiri letalske steze, 3500 varnostnikov bo v prihodnje skrbelo za varnost, tam bo 1850 policistov, vključno s 750 imigracijskimi uslužbenci. Letališče bo pokrito z zemeljskimi radarji, kamerami (pan-tilt-zoom kamere) vsakih 360 metrov, termičnimi kamerami in različnimi senzorji.

Novo letališče je res ogromno. Avtor prispevka ga je imel priložnost spoznati pred kratkim (maj 2019) na poti v Izrael in Jordanijo. Ko bo letališče polno obremenjeno, bo to lahko za posameznega potnika velik stres. Že sam prihod letala do mesta izkrcanja je celo potovanje, nadaljevanje poti pa pravi maraton, kljub tekočim stopnicam in svetlobnim napisom.

The Great Shift – Büyük Gök

Abstract:

The new airport will have 500 aircraft capacity per day, the World's biggest terminal building under one roof, 200 million passengers once all phases are completed.

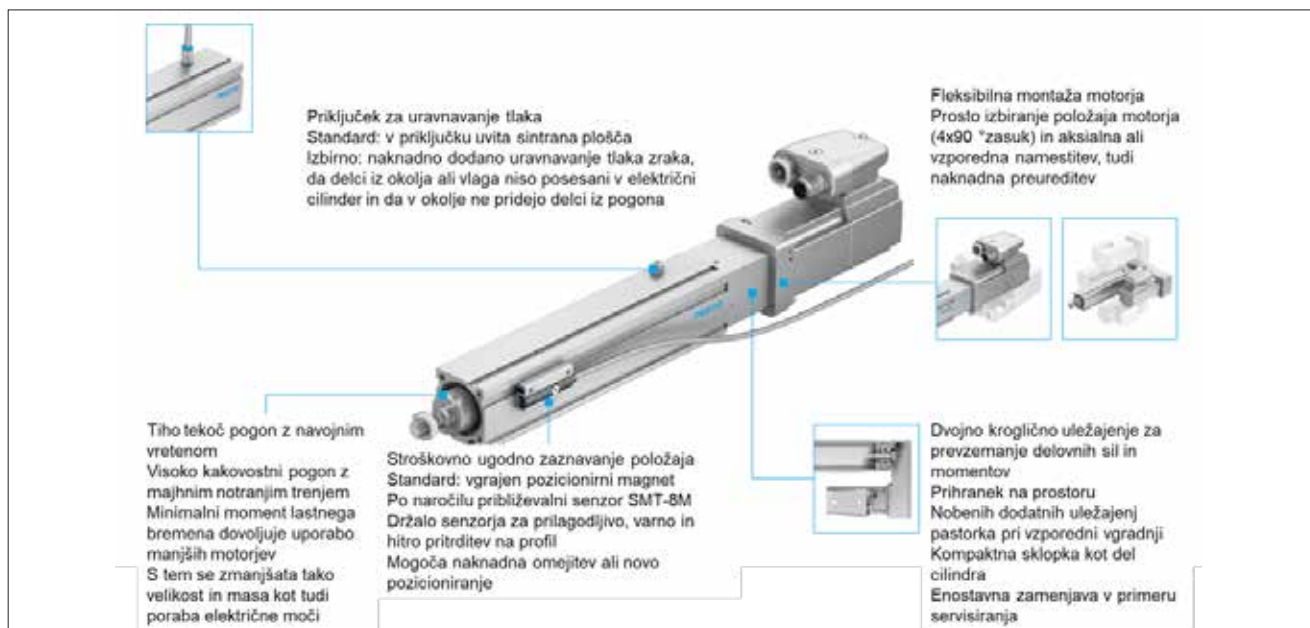
Keywords:

LFTM, problems in construction, airport facilities, passengers safety, the Great Move, number of passengers.

² Glej podrobnosti na navedeni internetni strani.

³ SkyLife, May 2019, str. 62.

NATANČEN, DINAMIČEN, PRILAGODLJIV ELEKTRIČNI CILINDER EPCC



Slika 1 : Zgradba in značilnosti cilindrov EPCC

Električni cilinder EPCC podjetja FESTO je stroškovno učinkovit, močan in izjemno prilagodljiv. Kroglično vijčno vreteno omogoča natančno in hitro pozicioniranje pri enostavnih pozicioniranjih. Je kompakten in idealen, kadar je treba optimalno izkoristiti vgradni prostor v montažnih sistemih, testnih in kontrolnih napravah ali namiznih aplikacijah. Prav tako je uporaben pri manipulaciji majhnih delov v elektronski industriji. Cilinder odlikujeta kompaktnost in natančnost. Kompaktni pogon s krogličnim vretenom in z vgrajeno sklopko ter dvojnim uležajenjem zagotavlja miren tek vretena in precizno pozicioniranje. Vseživljenjsko mazanje omogoča dolgotrajno delovanje brez vzdrževanja. Štiri velikosti, dolžine hodov med 25 mm in 500 mm kakor tudi prosta izbira pritrditev motorja zagotavljajo uporabnost v številnih aplikacijah. Fleksibilno zaznavanje položaja omogočata magnetni senzor položaja, ki je vgrajen v utor vretena,

in približevalni senzor, ki ga je mogoče poljubno namestiti na treh straneh cilindra. Univerzalna pritrditev omogoča, da se električni cilinder EPCC pritrdi na linearno os ELGC brez dodatnih vmesnikov. Optimalna masa enote EPCC zagotavlja optimalno gradnjo strežnih naprav.

Električni pogon EPCC v splošnem odlikujejo:

- ▶ dinamičnost zaradi majhnega notranjega trenja,
- ▶ kratki pozicionirni časi,
- ▶ najboljše razmerje med ceno in učinkovitostjo,
- ▶ fleksibilnost zaradi široke palete možnosti vgradnje motorjev,
- ▶ dober izkoristek prostora za vgradnjo.

Vir:

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

Tabela 1 : Pomembnejši tehnični podatki

Velikost	25	32	45	60
Način vlečaja: pogon in vodila	Kroglično navojno vreteno/drso vodilo batnice			
Dolžina giba [mm]	25-200	25-200	25-300	25-500
Maks. podajalna sila [N]	75	150	450	1000
Maks. hitrost [mm/s]	133/400	188/500	180/600	250/600
Vrtilna hitrost [o/min]	4000	3750	3600	3000
Maks. pospešek [m/s ²]	15			
Natančnost ponovljivosti [mm]	±0,02			

VEČJI POTENCIAL ZA MINI PLC



Na krmilni rele PR200 je mogoče priključiti do dva razširitveni modula PRM

Od hišne avtomatizacije do industrijske uporabe: s krmilnim relejem PR200 ponuja podjetje akYtec GmbH mini PLC za univerzalno uporabo. Sedaj je podjetje iz Hannovra predstavilo razširitveni modul, ki povečuje prilagodljivost mini PLC.

PRM je razširitveni modul kot dodatek h krmilnemu releju PR200 – mini PLC, ki ga je v letu 2014 razvilo podjetje akYtec. Modul ima enako zmogljivost kot osnovna enota in ponuja osem dodatnih digitalnih vhodov in osem digitalnih izhodov; možna sta največ dva dodatna modula. To povečuje potencial procesov, ki jih nadzira PR200.

Odvisno od napajalne napetosti je PRM na voljo v izvedbah 24VDC ali 230VAC. Naprava ima kompaktno ohišje, ki ga je mogoče enostavno namestiti na 35 mm DIN letev brez orodja. Zaradi svoje oblike in globine se lahko vsak modul PRM vgradi ne samo v kontrolno omario, ampak tudi v razdelilno omario. Modul je povezan z osnovno enoto PR200 preko notranjega vodila.

O podjetju akYtec

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

Novi modeli v letu 2019

Učinkovito majhno krmilno enoto PR200 je akYtec GmbH razvil leta 2014 in od takrat se je uspešno uveljavil na trgu kot stroškovno učinkovita alternativa PLC-jem. Ta naprava je še posebej primerna za upravljanje sistemov za avtomatizacijo v stanovanjski industriji in komunalnih storitvah, v kmetijstvu in v različnih industrijskih sektorjih.

Za leto 2019 je akYtec napovedal nadaljnje razširitvene module, ki bodo vključevali analogne vhode in izhode, da bi program PR200 bolje prilagodil programabilni rele potrebam kupcev in njihovim različnim projektom.

Vir:

akYtec GmbH, Vahrenwalder Str. 269 A, 30179 Hannover, internet; www.akytec.de/en, tel.: +49 (0) 511 / 16 59 672-1, www.akytec.de/en

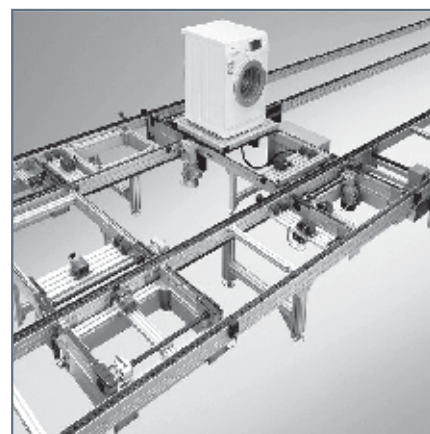
Rexroth

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

Tlačni prenosniki CANopen® / CAN J1939



Slika 1: Tlačni prenosniki CANopen® / CAN J1939

Serijska tlačna prenosnika 063X proizvajalca SUCO je zasnovana predvsem za uporabo v mobilni hidravliki, kjer se uporabljajo sistemi CAN-Bus.

Tlačni prenosniki SUCO serije 0630 podpirajo protokol CANopen® I s hitrostjo prenosa podatkov vse do enega Mbit/s, kar je standard v avtomobilski industriji in pri avtomatizaciji procesov. Serija 0631 pa bazira na protokolu J1939, ki se uporablja pri težkih vozilih in mobilnih delovnih strojih.

Tlačni prenosniki serije 063X so primerni za uporabo v merilnih območjih 0-1 bara in vse do 600 ba-

rov predvsem zaradi njihovega robustnega nerjavečega ohišja 1.4301/AISI304. Popolnoma zvarjena merilna celica iz nerjavečega jekla 1.4542 je posebej odporna na korozijo in omogoča uporabo medijev pri temperaturah med -40 °C do +125 °C.

Prenosniki CAN-Bus z IP67 so posebej odporni proti vibracijam in udarcem, ki so pogosti pri mobilnih strojih in industrijskih objektih. Nadaljnji odlični lastnosti prenosnikov sta tudi dolgotrajna stabilnost in zanesljivost pri življenjski dobi vse do 10⁷ pulzacij.

V tem trenutku ponuja proizvajalec SUCO tlačne prenosnike tipa 0631 CAN J1939 kot prednastavljeno Plug 'n' Play verzijo, ki se lahko enostavno vgradi v katerikoli sistem. Tlačni prenosniki CANopen® tipa 0630 pa so lahko nastavljeni na standardne preddefinirane ali namenske kupčeve vrednosti. V obeh primerih pa se lahko vrednosti kasneje spreminjajo pri uporabniku s programsko opremo.

Več informacij o produktih SUCO 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.

JAKŠA
MAGNETNI VENTILI

od 1965

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



www.jaksa.si



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

POLIMERI ZA LEŽAJE IN ZA NEPOSREDEN STIK Z ŽIVILI

Strojne komponente v živilski industriji morajo biti odporne na medije, delovati brez mazanja in ne smejo korodirati. Omogočati morajo tudi hitro prepoznavanje frakcij v primeru poškodb sistema. V ta namen so strokovnjaki za »motion plastic« v podjetju Igus razvili dva nova optično in magnetno zaznavna materiala za puše in sferične ležaje: **iglidur FC180** in **igumid FC** (FC – food contact / stik s hrano). Materiali so skladni s predpisi FDA in EU10/2011 in so zato idealni za uporabo v živilski industriji.



Slika 1: Barva optimiziranega drsnega materiala je modra

Nove materiale je mogoče vizualno prepoznati po modri barvi in vsebnosti ustreznih dodatkov za detekcijo kovin, ki so združljivi z živili (*slika 1*). Zaznavanje tujkov v proizvodnji in pri pakiranju hrane zagotavlja kakovost izdelkov in preprečuje kontaminacijo. Pri različnih poškodbah sistema se tako tudi hitro odkrijejo in tudi odstranijo.

Nizka absorpcija vlage in delovanje brez maziv sta dodatni lastnosti novih materialov, ki zagotavljata primernost materiala v aplikacijah v živilski industriji, industriji pijač in embalaži.

Tudi pri izdelavi sferičnih ležajev igubal so strokovnjaki na področju »motion plastic« razvili nov material, ki ga je mogoče zaznati. Z materialom za ohišje igumid FC v kombinaciji z iglidur FC180 kot materialom za sferično kaloto so zdaj prvič na voljo samonastavljivi igubal ležaji, ki so odobreni za neposreden stik z živilo. Zelo dobro zaznavnost materialov je potrdilo tudi podjetje Sesotec GmbH, specialist za odkrivanje tujih teles in proizvajalec detektorjev kovin za živilsko industrijo. Tudi najmanjši delci 0,0139 g (iglidur FC180) ali 0,0157 g (igumid FC) bi bili zaznani na tekočem traku pri prehodu skozi detektor kovin INTUITY.

Novi antivibracijski ležaji so zaradi svoje polimerne osnove odporni proti koroziji in medijem, kar zagotavlja, da vzdržijo tudi pri čiščenju z vodo in s številnimi čistilnimi mediji. Proizvajalci opreme in izvajalci v živilski industriji lahko tako hitro in preprosto opremijo svoje stroje s široko paleto rešitev, ki jih ponujajo v podjetju Igus.

Ker plastičnih puš in sferičnih ležajev ni treba servisirati in so cenejši kot rešitve iz nerjavnega jekla namenjene za prehransko industrijo, pa tudi mazanje ni potrebno, so prihranki dvojni.



HENNLICH

Vir:

HENNLICH, d. o. o., Mirka Vadnova 13, 4000 Kranj, tel.: 041 386 005, faks: (0)4 532 06 20, internet: www.hennlich.si, e-mail: drobnic@hennlich.si



triflex® R

**energijska veriga
za večsna gibanja**

- rešitve za vodenje kablov in cevi na vseh robotih
- modularni sistem
- enostavna namestitvev



HENNLICH

Pokličite nas:

04/532 06 05



www.hennlich.si

HIWIN[®]

Motion Control & Systems

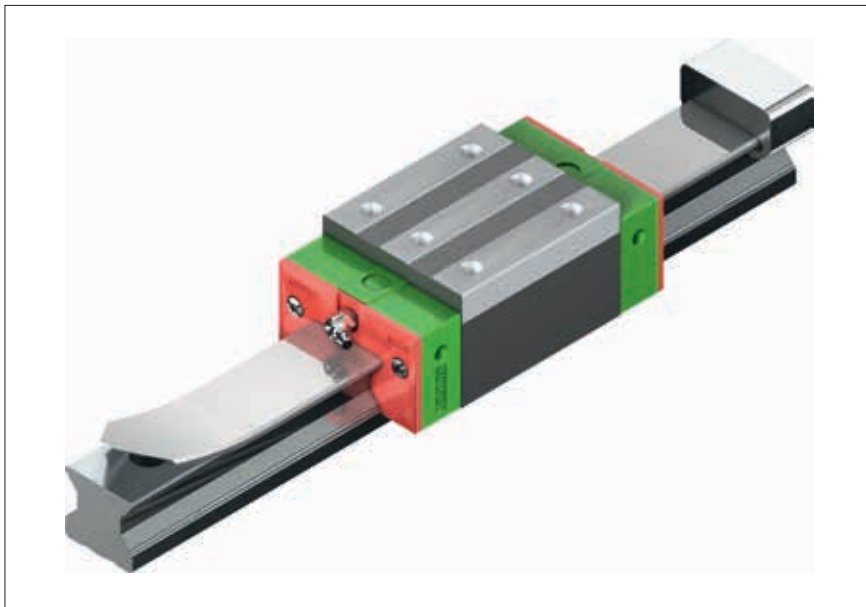


TIRNA VODILA

Živimo gibanje.

www.hiwin.si

VODILO VALJEV HIWIN S POKRIVNIM TRAKOM



Slika 1 : Nov pokrivni trak za vodilo valjev HIWIN serije CRG

Za pritrditev linearnih vodil so potrebne montažne izvrtine v profilnih tirnicah. Ker je privijanje profilnih tirnic od zgoraj (drsnik R) veliko bolj gospodarno kot privijanje od spodaj (drsnik T), se ta rešitev uporablja v večini primerov. Za zagotovitev dolge življenjske dobe vodil profilnih tirnic in učinkovito zaščito vozičkov pred umazanijo je potrebno izvrtine profilnih tirnic po pritrditvi zapreti.

Zaradi njihove izjemno velike nosilnosti in togosti se vodila HIWIN z valjčki večinoma uporabljajo pri proizvodnji posebnih strojev. Ker v tem okolju veljajo pretežno neugodni pogoji okolice, so praviloma potrebne pokrivne kapice iz medenine ali jekla. Te zahteva-

jo veliko večji trud pri namestitvi kot standardne pokrivne kapice iz umetne mase.

Nov pokrivni trak za linearna vodila HIWIN CRG tudi v zelo neugodnih pogojih okolice zagotavlja zanesljivo zaščito in istočasno omogoča hitro namestitev. Ker dolgotrajno pritiskanje posameznih pokravnih kapic ni več potrebno, se čas montaže skrajša tudi za 90 odstotkov.

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

REVUIJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

VENTIL

strojnistvo.com
križišče strojnikov

PARKER QAC ZRAČNI HLADILNIK OLJA Z NAJNIŽJIM NIVOJEM HRUPA NA TRGU

Parker je na sejmu Hannover 2019 predstavil novo serijo zračnih hladilnikov olja QAC (Quiet Air Oil Cooler), s katerimi nudi najnižji nivo hrupa hladilnikov, ki so dostopni na trgu. Novi asortiman ima izboljšan dizajn, ki temelji na osnovi uveljavljene serije hladilnikov LAC. Hladilniki QAC so namenjeni za industrijsko uporabo in so zaradi nizkega hrupa primerni za namestitev blizu operaterjev in hkrati prispevajo k doseganju zahtevanega nivoja hrupa celotnega hidravličnega sistema. Vse velikosti hladilnikov so na voljo z visoko učinkovitimi AC motorji IE3 160kW, zaradi česar so stroškovno učinkovite hladilne rešitve za industrijske hidravlične sisteme.

Vir:

Parker Hannifin Sales CEE s.r.o., Češka Republika – Podružnica Novo mesto, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-mail: parker.slovenia@parker.com, spletna stran: www.parker.com, Miha Šteger






11.-13.02.2020

Robotics




Ljubljana, GR, Slovenija



www.icm.si

OGLAŠEVALCI

▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana.....	205	▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana.....	181, 258
▶ CELJSKI SEJEM, d.d., Celje.....	211	▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin	181, 251
▶ DVS, Ljubljana	184	▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.)	
▶ FESTO, d. o. o., Trzin.....	181, 264	Novo mesto.....	181
▶ GRAFEX, d.o.o., Izlake.....	237	▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri.....	181, 182
▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart	253	▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana	181
▶ HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija	254	▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....	194
▶ ICM, d. o. o., Vojnik	202, 243, 263	▶ S3C, d.o.o., Ljubljana.....	181
▶ IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)		▶ STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ	262
NORGREN, Lesce.....	181	▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana	254
▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija	259	▶ UL, Fakulteta za elektrotehniko	213, 260
▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana	252	▶ UL, Fakulteta za strojništvo	189, 259
▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje.....	181	▶ UM, Fakulteta za strojništvo	199
▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....	181	▶ YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica	205

GENERATORJI DUŠIKA IN KISIKA

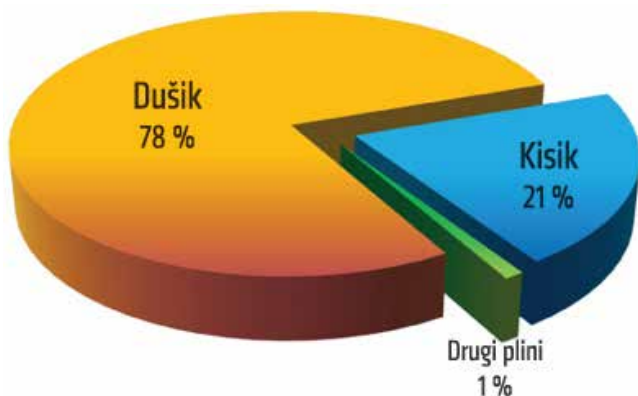
Družba OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana je usmerjena v razvoj in raziskave na področju filtriranja, sušenja stisnjenega zraka. Razvijajo pa tudi sisteme za pripravo plinov iz atmosfere, ki se uporabljajo v različnih proizvodnih procesih.

1 O dušiku in kisiku

Vsi komercialno dostopni postopki pridobivanja temeljijo na separaciji dušika in kisika iz zraka, kjer sta kisik in dušik glavni sestavini (slika 1).

Dušik je brez barve, vonja in okusa. Med atomoma dušika je zelo močna vez, zaradi katere je dušik zelo stabilen, tako da z drugimi elementi ne reagira. Zaradi teh lastnosti se dušik uporablja v prehrambni industriji, obdelavi jekla, elektroniki in podobnih aplikacijah.

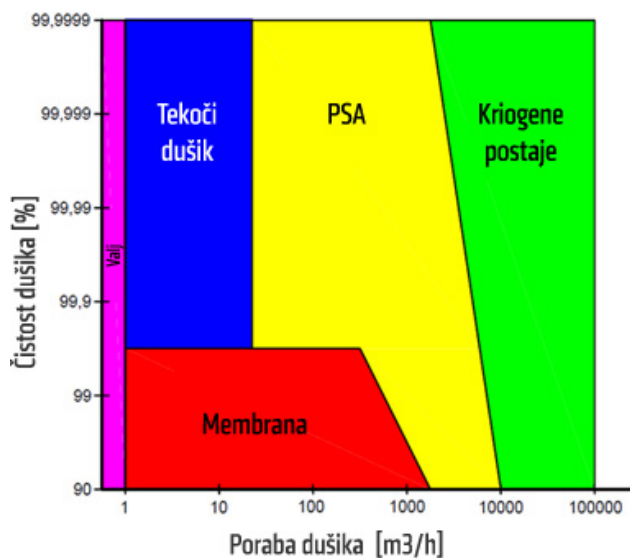
Prav tako kot dušik je kisik brez barve, vonja in okusa, vendar v primerjavi z dušikom kisik reagira z večino kemičnih elementov. Pri večini živih organizmov kisik vstopa v metabolne poti. V procesih gorenja kisik povečuje temperaturo ognja, kar se izkorišča v metalurgiji in steklarstvu.



Slika 1 : Sestava zraka

Za proizvodnjo kisika in dušika se uporablja več možnih konceptov. Dušik je mogoče pridobivati iz zraka z utekočinjanjem plinov s tako imenovanim krio postopkom, z membranami in s PSA (Pressure Swing adsorption). Postopek PSA uporablja v svojih postrojenjih tudi OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana. Za proizvodnjo kisika ni na voljo membran, zato se uporabljata le PSA in krio postopek.

Področja primernosti posameznih načinov pridobivanja dušika in kisika v odvisnosti od zahtevane čistosti in predvidene porabe so predstavljena na slikah 2 in 3.



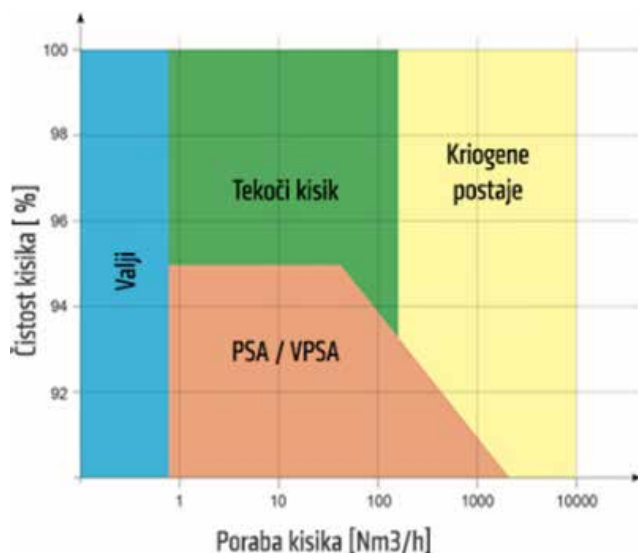
Slika 2 : Načini pridobivanja za ustrezno čistost in porabo dušika

Membrane omogočajo proizvodnjo dušika z ločevanjem dušika iz stisnjenega zraka. Primerne so za proizvodnjo manjših količin in nižjih čistosti dušika. Prednost membran pred ostalima proizvodnima konceptoma je temperatura. Višja, kot je temperatura, večja je učinkovitost.

S postopkom Pressure Swing Adsorption (PSA) je mogoče doseči visoko čistost (97 do 99,999 % dušika) in relativno velike proizvodne zmogljivosti. S postopkom PSA je mogoče dosegati še višje čistosti, vendar se specifična poraba stisnjenega zraka povečuje in tako se znižuje ekonomičnost. Čim nižja je čistost, nižji so stroški proizvodnje dušika.

Proizvodnja dušika s kriogenimi postajami je najstarejši koncept. Posamezne pline je mogoče proizvajati z ohlajanjem zraka do utekočinjenja in ločevanja na podlagi različnih temperatur vrelišč posameznih plinov, ki sestavljajo zrak.

Krio postaje so v večini primerov locirane na samem mestu porabe. Višek proizvedenega dušika pa je mogoče distribuirati. Dušik, proizveden na krio postajah, je v osnovi v tekoči obliki, kar je primerno predvsem za večje odjemalce. Za manjše odjemalce pa se tekoči dušik uplini in distribuira v visokotlačnih jeklenkah.



Slika 3 : Možni načini pridobivanja kisika pri porabnikih v odvisnosti od čistosti in porabe

Kisik je mogoče pripraviti v proizvodnji le s postopkom PSA/VPSA in v kriogenih postajah.

PSA in VPSA se med seboj razlikujeta po delovnem tlaku. Pri PSA je tlak od 6 do 10 barov, medtem ko je pri VPSA bistveno nižji. VPSA se običajno uporablja za velike proizvodne kapacitete. S postopkom PSA in VPSA je najvišja dosežena čistost kisika 95 %. Preostala plina poleg kisika sta predvsem argon in helij.

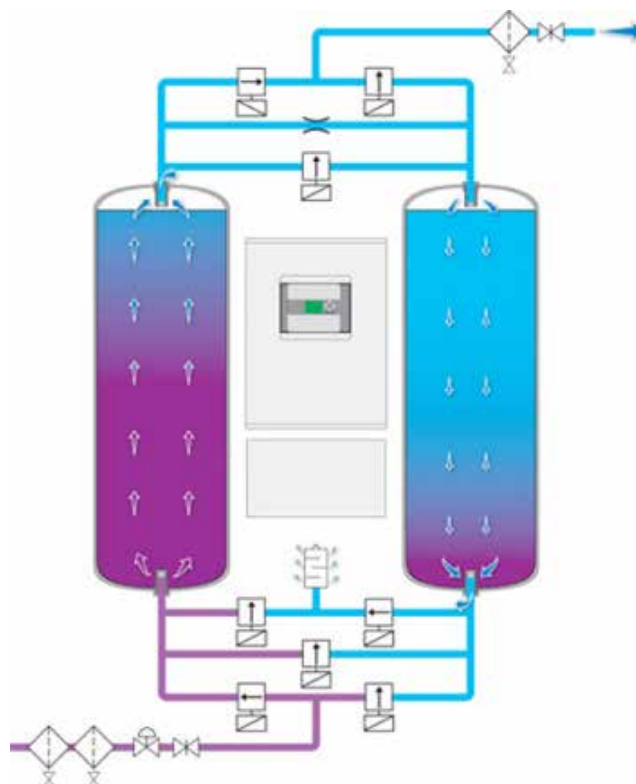
S kriogenim postopkom je mogoče doseči večjo čistost. Enako kot dušik se kisik, pridobljen v kriogenih postajah, distribuira do končnih porabnikov v tekoči ali plinasti obliki.

2 PSA-priprava plinov

Bistvene prednosti PSA-priprave plinov pri porabniku so:

- ▶ varnost,
- ▶ plini so na voljo uporabniku, ko jih potrebuje,
- ▶ popoln nadzor nad proizvodnjo,
- ▶ proizvodne zmogljivosti ustrezajo potrebam,
- ▶ nizki stroški proizvodnje dušika,
- ▶ brez zaledenitve posod za tekoče pline,
- ▶ ni izgube dušika zaradi izhlapevanja.

Očiščen stisnjen zrak je usmerjen v eno od dveh posod, ki sta napolnjeni z molekularnim sitom (CMS). Plini, kot so ogljikov dioksid, vodna para in kisik, se vežejo na CMS, medtem ko dušik prosto preide posodo. Medtem, ko v eni posodi poteka adsorpcija plinov pod tlakom, je v sosednji posodi atmosferski tlak. V tej posodi prihaja do čiščenja vezanih plinov. Nizek tlak in prepihanje posode z majhnimi količinami dušika posodo očistita vseh vezanih plinov. Ta se tako pripravi za nov cikel adsorpcije. Samodejno preklapljanje med posodama omogoča neprekinjeno proizvodnjo dušika.



Slika 4 : Shema PSA-generatorja plina

Preklapljanje med posodama je zelo pogosto. V enem letu lahko dosežejo več kot 300.000 ciklov. Zaradi velikega števila preklapov je potrebno v generator vgraditi kakovostne komponente. To je še posebej pomembno za ventile.

3 Kompresorska postaja z generatorjem dušika

Vir stisnjenega zraka je oljno mazan vijačni kompresor. Kompresorju sledi priprava stisnjenega zraka. V skladu s standardom ISO 8573 je za generatorje potrebno doseči kakovostni razred 1.4.1., kar pomeni, da so prašni delci manjši od 0,1 μm , točka rosišča je pod 3 °C in koncentracija olja v stisnjenem zraku nižja od 0,01 mg/m³. To kakovost zraka je mogoče doseči s primerno filtracijo in s hladilniškim sušilnikom. Za zniževanje koncentracije olja je v kompresorski postaji vključen tudi stolp z aktivnim ogljem. Temu sledi tlačna posoda za zrak, njej pa generator dušika. Generator vsebuje vstopni in izstopni filter, ki preprečujeta kontaminacijo dušika s prahom. Za generatorjem sledi tlačna posoda za dušik.

Na *sliki 5* je predstavljeno klasično postrojenje proizvodnje dušika po PSA-postopku. Za porabnike z omejenim prostorom oz. kjer so zahteve po hitri montaži brez večjih posegov, so primerni generatorji, ki so integrirani v kompaktno in mobilno kompresorsko postajo (*slika 6*). Kompaktnost postrojenja omogoča uporabniku namestitve opreme na majhnih prostorih po konceptu plug and play brez bistvenih stroškov namestitve.

OMEGA AIR

Air and Gas



Oprema za stisnjen zrak



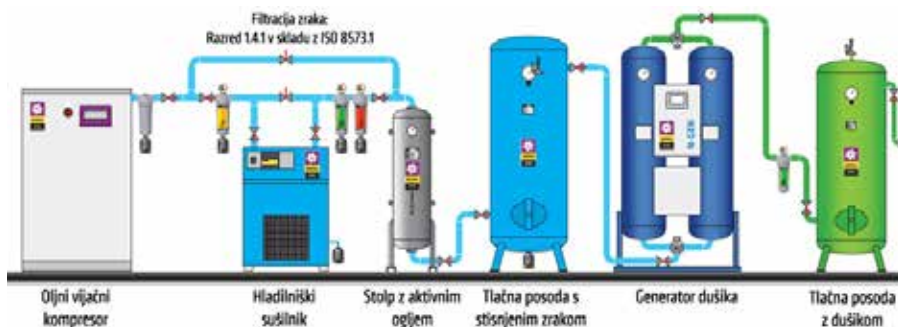
Adsorpcijski sušilniki



Vijačni kompresorji



Generatorji plinov



Slika 5 : Kompresorska postaja z generatorjem dušika



Slika 6 : SKID – kompaktna kompresorska postaja z generatorjem

4 Primer dobre prakse

Postrojenje na *sliki 7* je namenjeno za lastno pridobivanje dušika, ki ga pri pakiranju kave uporablja stranka GRAND PROM, d. o. o., Beograd, iz skupine živilske industrije Atlantic grupa. Kupec je za pakiranje kave zahteval dušik s čistostjo 99,9 % in pretokom 260 m³/h. Zaradi občutljivega proizvoda je bilo potrebno zagotoviti stalno in enakomerno čistočo vse leto, pri vseh delovnih pogojih.



Slika 7 : Postrojenje za pridobivanje dušika v proizvodnji kave

Prodaja, servis in vzdrževanje kompresorjev, opreme za sušenje in filtracijo stisnjenega zraka in plinov, generatorjev dušika in kisika kot tudi hladilnikov vode za industrijsko hlajenje procesne vode.



OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana

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

info@omega-air.si

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

OMEGA

AIR

www.omega-air.si

časopis **industrija**

**Vaša sigurna pot
do tržišča v Srbiji**



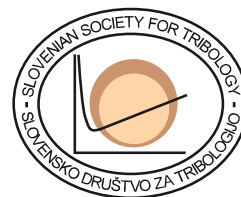
**Promovišite svoj posao i predstavite
Vašu kompaniju.**
Najnovije vesti, intervjuji, reportaže
sa sajmova u Srbiji i regionu,
predstavljanje kompanija, sve na
jednom mestu.

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

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA
Lazara Kujundžića 88,
11030 Beograd, Srbija

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



SLOTRIB 2020

**POSVETOVANJE O
TRIBOLOGIJU,
MAZIVIH IN
TEHNIČNI DIAGNOSTIKI**

JUNIJ 2020

Hotel Slovenija, Portorož

**Več informacij dostopnih na:
www.tint.fs.uni-lj.si**

KONTAKT

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

prof. dr. Mitjan Kalin – predsednik SDT
Joži Sterle – tajništvo

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana

Tel.: 01 4771 460
Fax: 01 4771 469

E-mail: jozi.sterle@tint.fs.uni-lj.si

© Ventil 25(2019)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
 © Ventil 25(2019)3. 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** 25
 Year **Letnica** 2019
 Number **Številka** 3

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

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

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

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

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

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

Razpis za prijavo št. 2

Študenti, raziskovalci in podjetja.

Ponovno odpiramo razpis za dostop do TERRINet robotske raziskovalne opreme.

TERRINet mreža ponuja BREZPLAČNO uporabo več kot **90+ različnih inštalacij** v 15 Evropskih raziskovalnih robotskih inštitucijah, **tehnično in znanstveno podporo** s strani najboljših strokovnjakov s področja robotike v Evropi ter **nabor izobraževanj**, primernih tako za študente, raziskovalce kot podjetja.

Vkolikor imate idejo, pri kateri rabite teste in razvoj v eminentnih laboratorijih se
prijavite na

www.terrinet.eu/access.

V prijavi predstavite namen in način izvedbe svojega znanstvenega projekta, izberete želeno raziskovalno inštitucijo. Izbrani projekti bodo prejeli finančno podporo za kritje stroškov izvedbe, potovanja in bivanja.

POMEMBNI DATUMI:

Začetek sprejemanja prijav: **1. julij, 2019**

Zadnji rok za prijave: **31. avgust, 2019**

Objava rezultatov: **31. oktober, 2019**

Dostop do opreme: **december 2019 - marec 2020**



STEP 1

Ideja



STEP 2

Izbira
inštitucije
(opreme)



STEP 3

Prijava



STEP 4

Selekcijski
postopek



STEP 5

Priprava na
izpeljavo ideje



STEP 6

Implementacija

Več informacij na: www.terrinet.eu

Kontakt: dissemination@terrinet.eu



Dvignite produktivnost !

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

Povezivanje energija, stezanje alata, prenos alata, automatizacija procesa. Odkrijte sva Stäubli rešenja za industriju prerade plastike na **Medjunarodnem sajmu tehnike u Beogradu, Srbija, hala 1, stand 1304.**



Zanesljivost. Učinkovitost. Varnost. Stäubli.

www.quick-mould-change.com

FAST MOVING TECHNOLOGY

Stäubli Systems, s.r.o.
E-mail: connectors.si@staubli.com - Phone: +386 8 20 50 105

STÄUBLI

ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] [Mikrohidravlične sestavine - www.lee.de](http://www.lee.de) - Podjetje *Lee-hydraulische Miniaturkomponenten GmbH* iz Sulzbacha v ZR Nemčiji ob svoji 70-letnici predstavlja program mikrohidravličnih sestavin za industrijsko in mobilno hidravliko. Industrijska mikrohidravlika je pri Leeju najhitreje rastoče področje. Majhni formati, optimalna funkcionalnost in visoka trajnost so njihovi faktorji uspešnosti. Izredno uspešni so tudi v avtomobilski industriji in industriji kmetijskih strojev. S prilagodljivo infrastrukturo in visoko sposobnim strojnim parkom so kvalificirani za izpolnitev kakršne koli naloge: od individualne izdelave do naročil milijonske veliki koserijske proizvodnje.
- [2] [Napredek pri digitalizaciji obdelave površin - ot.vdma.org ali opcua.vdma.org](http://ot.vdma.org) - Ob letošnjem Hannoverškem sejmu je zasedalo ad-hoc srečanje iniciativne delovne skupine *VDMA OPC Surface Technology*, katere namen je digitalizacija obdelave površin. Zato je treba zmanjšati medsebojno integracijsko zahtevnost za stroje, aparate in instalacije ter za produkcijske in pomožne sisteme. Začeli bodo s standardizacijo in izmenjavo podatkov. Delovno področje obsega vsa delna področja tehnike obdelave površin, poleg lakiranja tudi čiščenje, obdelavo in zaščito površin, vključno s tehnikami obsevanja in obdelave površin s plazmo. Sodelavec delovne skupine je lahko vsak član OPC fundacije in VDMA-ja. Posamezniki in zainteresirana podjetja lahko dobijo več informacij pri *Martinu Riesterju*, *VDMA Oberflächentechnik*, e-pošta: martin.riester@vdma.org.
- [3] [Oblikovanje zgibanih palic - www.mbo.osswald.de/konfigurator/gelenkstangen/gelenkstangen-konfigurator](http://www.mbo.osswald.de/konfigurator/gelenkstangen/gelenkstangen-konfigurator) - S konfiguratorjem *mbo Osswald* je mogoče hitro oblikovati individualnim zahtevam prilagojene enote zgibanih palic, drogov z različnimi izvedbami povezovalnih členov, kot so kroglasto zgibno oko, viličasti vrtljivi zgib s sornikom ipd. Na voljo so funkcionalne mere, cene in pogoji dobave z možnostjo pošiljanja neposredno na lokacijo uporabe.
- [4] [Odlične možnosti elektrohidravlike - www.eatonhydraulics.com](http://www.eatonhydraulics.com) - V kratkem in jedrnatem pogovoru za rubriko *Lounge* v reviji *O + P Fluidtechnik* 63 (2019), 1-2, A. Kling, vodja razvoja izdelkov pogonske in krmilne tehnike v podjetju Eaton, govori o velikih možnostih elektrohidravlike v sodobni tehniki. Očaran je nad možnostmi razvoja, ki jih ponujajo preciznost, prilagodljivost in učinkovitost hidravlike in elektrike ter računalništva in informacijske tehnike. Odlični obeti za industrijo 4.0 in prihajajočo 5.0.

11.-13.02.2020

Ljubljana, Slovenija, GR

IAAM

INTRONIKA

Robotics

4Industry



powered by

iCm

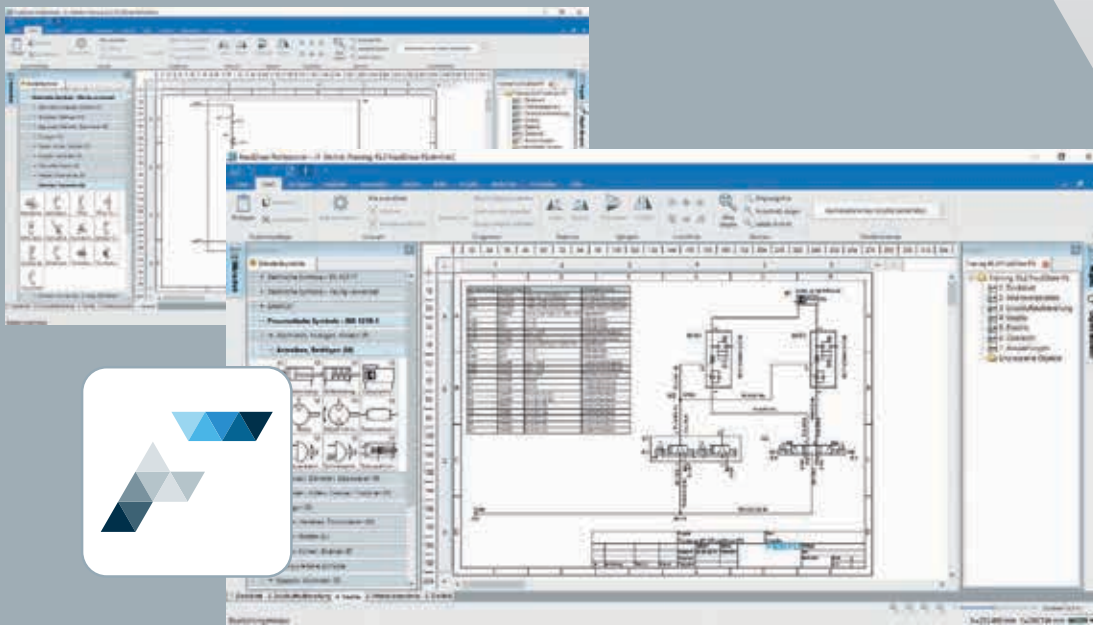
www.icm.si

Gremo digitalno. Sedaj!

#higherproductivity

FluidDraw: Enostavna in hitra izdelava električnih in pnevmatskih shem.

FESTO



Vi želite svoje aplikacije oblikovati bolj produktivno.
Vi iščete učinkovite rešitve za prakso.
Mi vas popeljemo v digitalno prihodnost.

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

Sedaj še bolje: FluidDraw omogoča hitro in enostavno izdelavo standardizirane dokumentacije za vaše stroje in naprave. Z novim FluidDraw P6 lahko izdelate pnevmatične in električne krmilne načrte hitreje in učinkoviteje. Neposredna povezava s Festo katalogom omogoča dostop do standardiziranih simbolov, podprt je tudi uvoz lastne podatkovne banke oziroma knjižnice. Že sedaj si v Festo App World naročite nov FluidDraw P6 in začnite.

Že sedaj si zagotovite letno naročnino in pridobite prednosti:

- fleksibilno uporabo vsakokrat za eno leto
- enostavno izračunljive letne stroške
- vedno aktualno z najnovejšimi verzijami.

→ www.festo.com/si/sl/app/fluidraw-p6.html www.festo.si

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