

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 28 / 2022 / 6 / December

Raziskovalne platforme Fakultete za strojništvo Ljubljana

Hladnokrvno s kriogenimi mediji

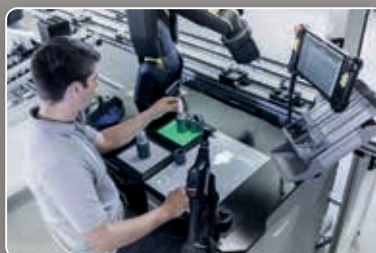
Razvoj hidravličnega sistema Stewartove ploščadi

Vzdrževanje hidravličnih naprav

OPL Z vami že **30 let**

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

rexroth
A Bosch Company



Clean Room

i 4.0
CONNECTED INDUSTRY

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

Parker

MIEL OMRON
www.miel.si

ppt commerce

OPL

SAMSON
www.gia.si

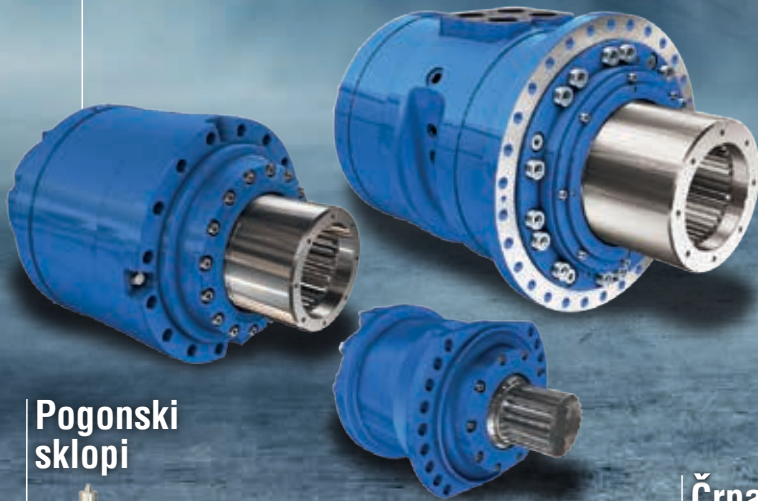
OMEGA
AIR

SISTEMSKE REŠITVE ZA INDUSTRIJSKE STROJE

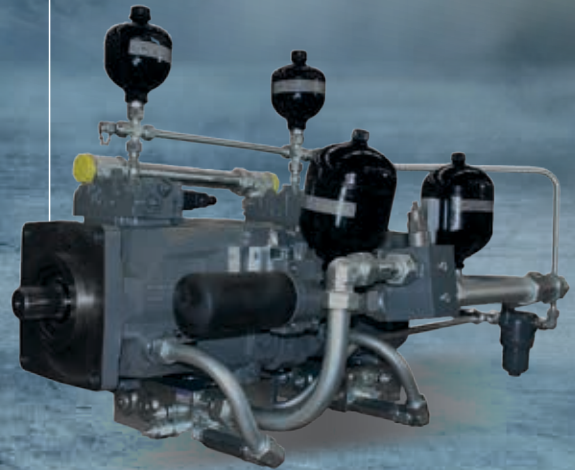
*Celoviti hidravlični transmisijski pogoni:
predelava odpada, lesna industrija, premogovništvo,
ladijski vitli, elektrarne, tekoči trakovi ...*

OD PROJEKTIRANJA DO ZAGONA

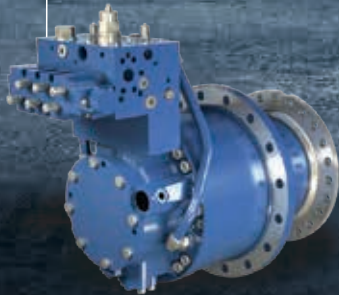
Motorji za
industrijske aplikacije



Črpalka za HPD



Pogonski
sklopi



Črpalke



Ventili



ENERGIJA, KRIZA IN OKOLJE



Tri besede, ki so navedene v naslovu, se najpogosteje uporabljajo v zadnjem obdobju. Energija je med temi prva in pomeni dejavnost oziroma aktivnost. V večini primerov energija pomeni neko gibanje ali neko stanje, kot je na primer notranja ali lastna energija goriv ali nuklearna energija atomskih jedr.

Razlog za pogosto uporabo besede energija je v sedanji krizi, ko v Evropi obstaja bojazen, da ne bo dovolj energentov za dosedanje in nadaljevanje razkošnega in udobnega življenja. Energija je močno povezana z okoljem. V splošnem velja: več energije porabimo, bolj onesnažujemo okolje.

Danes predvsem govorimo o električni energiji in energiji trdnih, tekočih in plinastih goriv, ki jih potrebujemo za ogrevanje. Predvsem Evropa je zaskrbljena zaradi pomanjkanja prej naštetih vrst energentov in zaradi njihove druginje. To je do velike mere razumljivo ta trenutek ob pomanjkanju, ni pa razumljivo z vidika vedenja, da ima zemeljska krogla s svojim jedrom, površino in pod njo skupaj s soncem ogromno neizkoriščene energije.

V preteklosti in tudi v sedanjosti so bile narejene na področju energije pri nas in v Evropi številne napake. Zaradi premalo prostora se bom tu dotaknil dveh, od katerih je prva pomembna za Evropo in druga za Slovenijo. Po moji oceni, pa ne samo po moji, je Nemčija naredila za celotno Evropo veliko napako, ko se je odpovedala jedrski energiji in se premočno navezala na dobavo ruskega plina in na pridobivanje električne energije iz plinskih elektrarn. Delovanje jedrskih elektrarn so prekinili zaradi varnosti lastnega prebivalstva. Kako lahko zagotoviti varnost pred jedrsko nesrečo za nemško prebivalstvo, če vemo, da ima sosednja Francija 56 jedrskih elektrarn, Slovaška 3, Češka republika 6 in Poljska 9? Poleg tega vemo, da se je na področju hidroelektrarn in na področju termoelektrarn zgodilo precej več nesreč in bilo posledično več smrtnih žrtev kot pri nesrečah v jedrskih elektrarnah.

V Sloveniji jedrska elektrarna deluje že dobrih štirideset let brez vsake omembe vredne napake ali celo kakšne nesreče. Sodobne jedrske elektrarne pa so še mnogo bolj varne kot tiste, ki so bile zgrajene pred več desetletji. Od kod torej bojazen za nesreče v nemških jedrskih elektrarnah in drugje? Tudi pri nas bi se morali na osnovi naših lastnih zelo pozitivnih izkušenj čim prej odločiti za gradnjo nove jedrske elektrarne.

Druga napaka, po moji oceni, je odločitev slovenske vlade, da na reki Muri ne zgradi energetskih objektov.

Pa pogledajmo, zakaj graditi elektrarne na Muri in uporabljati reko še za druge namene. Mura je naravno bogastvo Slovenije. Verjetno ni države v Evropi, ki bi takšno bogastvo tako slabo izkoriščala. Mura s svojo lego in pretokom nudi (bi lahko nudila) možnosti razvoja kmetijstva, energetike, turizma in varnega okolja. S primernim dogovorom med vsemi štirimi deležniki in s primerno izvedbo bi vsaka od dejavnosti lahko pridobila, kar potrebuje, s tem pa tudi celotna družba. Sedaj, v tej situaciji, pa jo izrabljajo le kvazipolitiki, ki se skrivajo pod imenom nevladne organizacije. Menda jih je kar štirideset, ki se borijo proti vsakemu posegu v to reko, ki je naše skupno bogastvo. Kakšen egoizem!? To pomeni, da danes Mura »služi« le posameznikom iz teh nevladnih organizacij, ki se ob reki sproščajo, doživijo svoj mir in gojijo svoj hobi. Ali je to odgovorno in pošteno do drugih? Prav gotovo ne.

Te nevladne organizacije so običajno financirane iz davkoplačevalskega denarja. Ali ti nevladniki ne potrebujejo elektrike? Ali živijo v temi in brez ogrevanja? Ko bom srečal nevladno organizacijo, ki zagovarja ničelno porabo energije za svoje bivanje in to tudi prakticira v vsakdanjem življenju, se jim bom tudi sam pridružil pri ohranjanju reke Mure v sedanjem stanju.

Zakaj na reki Muri v Avstriji deluje 32 hidroelektrarn? Ali so tam brezbrizni do okolja?

Za področje energetike bi morali za reko Muro izdelati več tipskih elektrarn, ki bi močno pocenile njihovo izdelavo. Mesta postavitve pa bi določili skupaj z vsemi štirimi prej naštetimi deležniki. Pri tem bi lahko pridobili kmetje, ki potrebujejo namakanje svojih kmetijskih površin. Pri montaži in pri celotni ali le delni preobrazbi reke Mure bi se morali vključiti tudi snovalci turizma, ki bi lahko na ta način prišli do primerne infrastrukture za aktivni turizem, npr. za lov, ribolov in druge vodne športe. Pri vsem tem pa je seveda treba upoštevati tudi ljubitelje ptic, rib, žab, komarjev in drugih živih bitij.

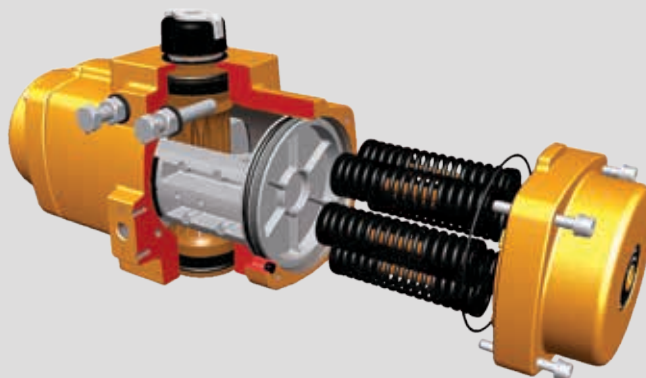
Janez Tušek




EMERSON[™]
 Process Management



EL Matic[™]



Field



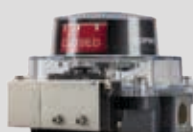
BETTIS[™]



 **BIFFI**



FISHER



Dantorque

HYTORK

Shafer

ppt commerce

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA
 PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

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

DOGODKI • POROČILA • VESTI

Darko Lovrec

Člani SDFT obiskali TU-Graz 370

SLOVENSKO TEHNIŠKO IZRAZJE

Marjeta Humar, Anton Stušek

Splošni slovenski tehniški slovar 374

PREDSTAVITEV

Tanja Potočnik Mesarič

Raziskovalna platforma Zdravje odgovarja na izzive zaščite in izboljšanja zdravja prebivalstva ter posodobitve zdravstvene infrastrukture 378

Martin Knaack, Timo Maus, Andreas Sander

Hladnokrvno s kriogenimi mediji 380

NOVICE • ZANIMIVOSTI

Franc Perko

Merjenje nivoja bitumna 390

HIDRAVLIČNI SISTEMI

Jan Pustavrh, Aljoša Peperko, Franc Majdič

Razvoj hidravličnega sistema Stewartove ploščadi 396

VZDRŽEVANJE HIDRAVLIKE

Franc Majdič

Vzdrževanje hidravličnih naprav – 12. del 404

AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Dobro zavarovana zapora (ELESA+GANter) 407

Regulator masnega pretoka VEMD (FESTO) 408

Tester stikal in senzorjev PS101 za strojnike (FBS Elektronik) 409

Nadzorna naprava za spremljanje upornosti grelcev K7TM-A2 (MIEL Elektronika) 410

NOVOSTI NA TRGU

Nov ekscentrični vpenjalnik LAC-FL (ELESA+GANter) 412

Avtomatski hitro izmenljivi menjalniki orodja FWR za robote (INOTEH) 413

Prijemala za visoke higienske zahteve (INOTEH) 414

Signalna svetilka z zvočnim alarmom Patlite NE-USB (MIEL Elektronika) 415

PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Pametna kamera Omron FHV7 (MIEL Elektronika) 416

Sistem za rekuperacijo toplote stisnjenega zraka – Airwatt (OMEGA AIR) 420

Načini za povečanje učinkovitosti vakuumskega sistema (SMC Industrijska avtomatik) 424

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE 384

INTELIGENTNA IN ROBOTIZIRANA AVTONOMNOST V PAMETNIH TOVARNAH

17. novembra 2022 je na sedežu podjetja Kolektor d. d. v Idriji potekal dogodek iz serije zrelosti pametnih tovarn industrije 4.0 Avtonomnost z naslovom Inteligentna in robotizirana avtonomnost v pametnih tovarnah.



Udeleženci dogodka Inteligentna in robotizirana avtonomnost v pametnih tovarnah

Dogodek sta odprla mag. Valter Leban, predsednik uprave skupine Kolektor, in prof. dr. Igor Kovač, vršilec dolžnosti direktorja SRIP ToP, ki sta poudarila pomen digitalizacije h koraku na poti do tovarne prihodnosti ter povezovanja slovenskih podjetij.

Na uvodnem predavanju je prof. dr. Sašo Džeroski predstavil teoretično ozadje umetne inteligence (AI – Artificial Intelligence), ki je ključna na poti do avtonomnosti, in delovanje Instituta »Jožef Stefan« na področju raziskav AI ter s slovenskimi podjetji.

Na primeru podjetja Kolektor KFH d. o. o. je dr. Tomaž Šuklje iz Qlectorja d. o. o. predstavil implementacijo in uporabo platforme lastnega razvoja QLECTOR LEAP, ki s pomočjo zbiranja podatkov in preteklih izkušenj omogoča avtonomno planiranje proizvodnje.

Dr. Marko Thaler iz Airnamics d. o. o. je prikazal inovativno rešitev modularne robotske celice, ki je prav tako že implementirana v Kolektor KFH d. o. o.

in omogoča večjo fleksibilnost proizvodnje. Predstavili so tudi lastno avtonomno vodeno vozilo, ki je v fazi implementacije po podjetjih skupine Kolektor.

Udeleženci so predstavljene rešitve videli tudi pri ogledu proizvodnje Kolektorja KFH d. o. o., ki je bila v lanskem letu preseljena iz Nemčije v Slovenijo na lokacijo Kolektor Idrija.

V popoldanskem delu so bile predstavljene še štiri dobre prakse in izzivi na področju avtonomnosti in umetne inteligence.

Dr. Peter Korošec iz Instituta »Jožef Stefan« je prikazal projekt napovedovanja trajanja izdelave orodja s pomočjo strojnega učenja.

Podjetje Result d. o. o. je predstavilo projekt sodelovanja z BSH Hišni aparati d. o. o. na tematiko upravljanja izmeta z uporabo umetne inteligence na poti k tovarni brez izmeta.



Nabor dogodkov na tematiko pametnih tovarn

Dr. Hugo Zupan iz podjetja Digitech d. o. o. in Fakultete za strojništvo – LASIM je predstavil razvoj digitalnega dvojčka v sodelovanju s podjetjema Adria Dom d. o. o. in GOInfo d. o. o.

Za zaključno predavanje je Jure Videc iz Jub d. o. o. predstavil, kako se soočajo z izzivi implementacije umetne inteligence v procesni industriji.

Poročilo dostopno tudi na povezavi: <https://www.gzs.si/pametnetovarne/vsebina/Aktualno/Article-Id/84739/dogodek-industrije-40-avtonomnost>.

Organizatorji dogodka so bili Zbornica elektronske in elektroindustrije (GZS), Institut »Jožef Stefan« in Kolektor d.d.

Rok Živec, GZS

Industrijska olja in maziva

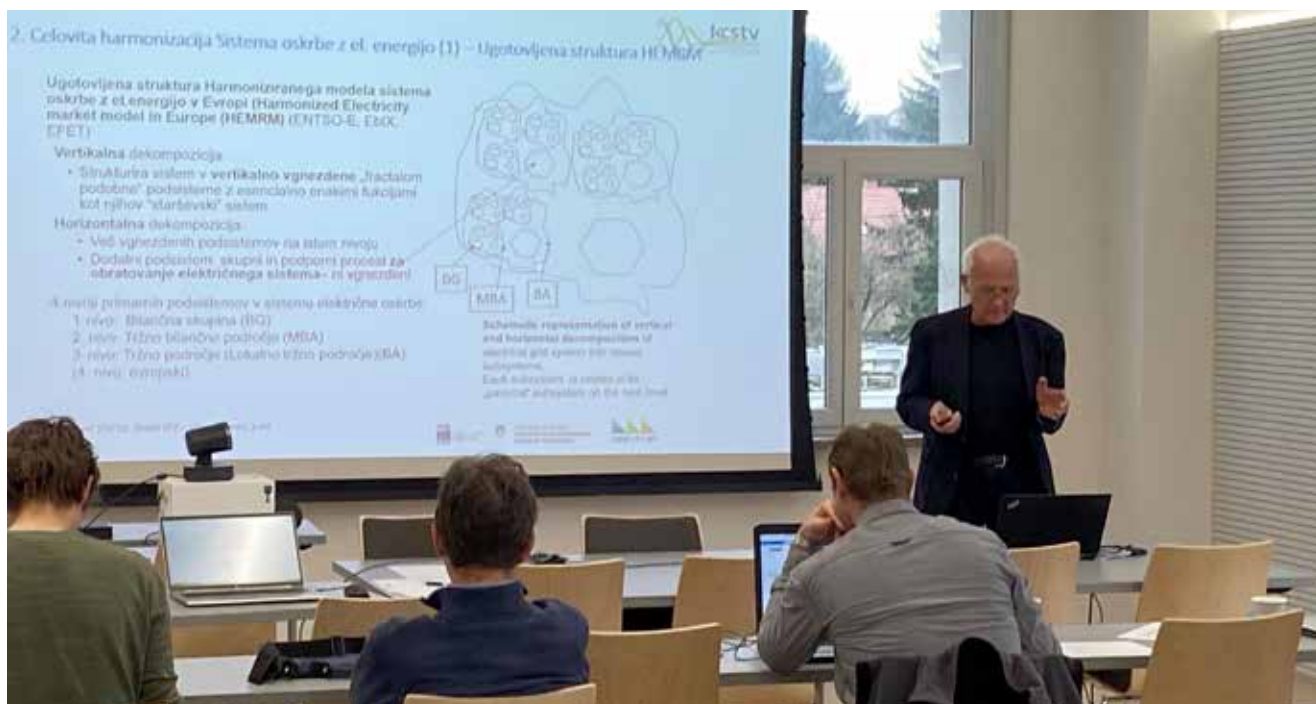


Olma d.o.o., Poljska pot 2, 1000 Ljubljana,
tel.: (01) 58 73 600, faks: 54 63 200,
e-pošta: order@olma.si, <http://www.olma.si>

OLMA75
SINCE 1947

STRATEŠKI POSVET STV'2022

Do konca 3. faze realizacije akcijskega načrta SRIP Tovarne prihodnosti (SRIP ToP) je ostalo še slabo leto. V EU je že nekaj časa bistven vsebinski poudarek na »digitalnem« in »zelenem«, trenutno pa so zaradi vojne v Ukrajini zelo aktualne krizne razmere, ki se odražajo predvsem na področju energetike, pa tudi hrane. Vse to zahteva ponovne strateške razmisleke o prihodnjih smereh razvoja na področju tehnologije vodenja in nekaterih presečnih področjih.



Utrinek s posveta STV'2022

S tem namenom je Kompetenčni center za sodobne tehnologije vodenja (Zavod KC STV), ki vodi grozd Sistemi in tehnologije vodenja (STV), enega od štirih grozdov upravičencev v SRIP ToP, v sredo, 23. 11. 2022, izvedel periodični strateški posvet (STV'2022 – včeraj, danes, jutri) z mednarodno udeležbo in naslednjimi vsebinskimi točkami:

1. Predstavitev globalnih trendov in usmeritev (predstavitev SRIA/programskih usmeritev evropskih javno-zasebnih partnerstev med Evropsko komisijo in evropsko industrijo in raziskovalnimi institucijami MiE (Made in Europe), P4P (Process4Planet), CHP (Clean Hydrogen Partnership) za obdobje do 2027, ki so jih predstavili predstavniki EU združenj EFFRA, A.SPIRE in HE.
2. Kritična analiza stanja na trenutnih prioritarnih tehnoloških področjih (PTP), predstavitev predlogov novih PTP, priprava plana aktivnosti in izbira konkretnih vsebin na obstoječih in/ali novih PTP.
3. Analiza in ocena potenciala obstoječih in morebitnih novih presečnih področij, predvsem tistih, ki se že kažejo kot perspektivna in na katerih že imamo določene izkušnje, kot so na primer področja, povezana z zelenim prehodom oziroma s tehnologijami, ki imajo potencial za zmanjševanje ogljičnega odtisa ter zmanjševanje odvisnosti Slovenije in EU od fosilnih goriv.
4. Preveritev interesa sedanjih partnerjev za sodelovanje v prihodnjem obdobju kakor tudi identifikacija morebitnih novih partnerjev za vzpostavitev verig vrednosti.

Strateškega posveta STV'2022 se je v fizični ali virtualni obliki udeležilo 22 predstavnikov članov SRIP ToP iz akademskih institucij in gospodarstva 3 predstavniki organizacij iz tujine (EU).

Giovanni Godena
Zavod KC STV

ZASLUŽNEMU PROFESORJU DR. ADOLFU ŠOSTARJU

Zaslужni profesor dr. Adolf Šostar se je rodil leta 1934 v Ljubljani, živel in šolal pa se je v Mariboru, kjer je leta 1952 maturiral na I. gimnaziji. Doživljal je vse vzpone in padce medvojnega in povojnega Maribora. Najbrž se je prav zato odločil nadaljevati študij na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Diplomiral je leta 1960, že prej pa se je leta 1959 zaposlil v Tovarni avtomobilov Maribor v sektorju tehnološke priprave proizvodnje.



Prof. dr. Adolf Šostar

Po povabilu na Višjo tehniško šolo je bil leta 1962 izvoljen v naziv honorarni asistent pri prof. Mareku za področja Mehanska tehnologija, Priprava proizvodnje in Tehnološke meritve. Za te predmete je bil leta 1966 na Višji tehniški šoli izvoljen v naziv predavatelja višje šole. Vzpostavil je izjemno sodelovanje Višje tehniške šole s podjetji.

S pridobljenimi izkušnjami v različnih podjetjih po Evropi je leta 1971 postal znanstveni sodelavec Inštituta za proizvodno strojništvo Tehniške univerze v Gradcu, kjer je leta 1975 doktoriral in tako pričel akademsko kariero. V Gradcu se je vrnil leta 1992 kot gostujoči profesor.

Z nadpovprečnim trudom mu je uspelo skupaj s profesorjem Šmarčanom opremiti Tehnološki laboratorij in Laboratorij za tehnološke meritve. To je bila osnova za uspešno delo s študenti, za mlade asistente in tehnične sodelavce, ki so tako lahko izvajali znanstvenoraziskovalno delo na področju tehnike odrezavanja in tehnoloških meritev. Spodbujal je raziskovalno delo in pustil vsem sodelavcem veliko svobode pri iskanju rešitev, predvsem pa

je poudarjal, da industrija z nizko produktivno tehniko in zastarelo tehnologijo brez zadostnega števila ustreznih inženirjev res nima nobene perspektive.

Profesor Šostar je zelo rad delal s študenti. Izkušnje iz prakse je prenašal v procese izobraževanja in raziskovanja. Tako so že njegovi diplomanti dodiplomskega in tudi podiplomskega študija spoznavali nove trende in jih upoštevali pri svojem nadaljnjem delu. Na ta način je vzgojil številne uspešne inženirje, ki so pri njem diplomirali, magistrirali ali doktorirali. Študentom je poudarjal, da je osnovno vprašanje pri uporabi in razvoju visoke tehnologije to, ali hoče podjetje živeti od dela inženirjev ali od dela nekvalificiranih delavcev.

Njegova bibliografija je posebno bogata v poglavjih raziskovalnih in aplikativnih projektov. Kot ekspert za področje koordinatne merilne tehnike je bil povabljen k sodelovanju pri različnih evropskih komisijah.

V vodstveno in organizacijsko delo je profesor Šostar vložil veliko svoje življenjske energije za rast Fakultete za strojništvo in Univerze v Mariboru.

Prišel je leta 1975 kot predstojnik strojništva na tedanji Visoki tehniški šoli, bil je dekan Visoke tehniške šole od 1979 do 1983, prorektor Univerze v Mariboru 1984/85 in od 1995 do 2001 dekan Fakultete za strojništvo. Mnoga leta je bil predstojnik Katedre za proizvodno strojništvo in vodja Laboratorija za tehnološke meritve.

Kot dekan Fakultete za strojništvo je usmerjal in poglobljil mednarodno dejavnost. Zelo rad je pomagal mladim sodelavcem pri iskanju

stikov in štipendij, ki so omogočali študij v tujini in s tem neposredno uveljavljenost fakultete.

Fakulteta za strojništvo je pod vodstvom prof. Šostarja postala ena izmed vodilnih in uspešnih fakultet naše univerze na področju znanstvenoraziskovalnega dela, izvajanja projektov za gospodarstvo, znanstvenih objav in kadrovske preнове.

Profesor Šostar je bil Mariborčan z dušo v pravem pomenu besede, ki mu ni bilo vseeno, kako se ravna z našim gospodarskim prostorom. Po upokojitvi leta 2001 se je vključeval v različne raziskovalne projekte za podjetja in v razprave o možnostih gospodarskega razvoja v Mariboru in regiji.

Na osnovi izjemnih in pomembnih dosežkov je Univerza v Mariboru na predlog Fakultete za strojništvo prof. dr. Adolfu Šostarju podelila naziv zaslužni profesor na področjih visokošolskega izobraževanja, znanstvenoraziskovalne dejavnosti na Univerzi v Mariboru in drugod ter za prenos znanja in razvoja v gospodarstvo in strokovna združenja.

S profesorjem Šostarjem sem se prvič srečal leta 1964, ko je bil moj profesor pri študiju na Višji tehniški šoli v Mariboru, drugič, ko sem postal njegov asistent leta 1973, in tretjič še leta 1982, ko sem pod njegovim mentorstvom doktoriral.

Dragi moj kolega, prijatelj, mentor, šef in dolgoletni sodelavec, hvala ti za vse, kar si nam dal. Vsi, ki smo delali s teboj, te ohranjamo v najlepšem spominu.

Prof. dr. Andrej Polajnar
Univerza v Mariboru
Fakulteta za strojništvo

ČLANI SDFT OBISKALI TU V GRADCU, AVSTRIJA

Darko Lovrec

Pomembnejše aktivnosti vsakodnevne strokovne poklicne dejavnosti so zagotovo tudi širjenje obzorja, spoznavanje in seznanjanje s pristopi, kako in pod kakšnimi pogoji delajo kaj drugi, kakšne možnosti imamo mi, kakšne drugi. Zelo pomembni pa so tudi druženje s strokovnjaki, ki prihajajo iz različnih podjetij ali institucij, izmenjava mnenj in izkušenj, skratka želja: spoznati nekaj novega. Tako smo se sedanji, nekdanji in morda prihodnji člani Slovenskega društva za fluidno tehniko (SDFT) v začetku decembra odpravili na strokovno ekskurzijo na Tehniško univerzo v avstrijskem Gradcu – TU Graz (orig.: Technische Universität Graz).

TU Graz je ena od petih univerz na avstrijskem Štajerskem, ki jo je že leta 1811 ustanovil nadvojvoda Janez (orig.: Erzherzog Johann). Zato je pogosto imenovana tudi Erzherzog-Johann-Universität Graz. 26. novembra 1811 je podaril svojo osebno naravoslovno zbirko novo ustanovljenemu Joanneumu kot pomoč pri lažjem začetku razvoja naravoslovnih znanosti, ekonomije, fizike, kemije in tehnologij. Ta dan zato na TU Graz praznujejo kot praznik današnje Tehniške univerze.

S TU Graz nas povezuje veliko več skupnih stvari, kot mogoče mislimo na prvi pogled. Nadvojvoda Janez (1782-1859) je imel največ zaslug, da so progo južne železnice speljali čez ozemlje dežele Štajerske. 577,2 km dolga dvotirna železniška proga je povezala Dunaj s Trstom. Cesarska južna železnica je predstavljala le del celotne železniške infrastrukture v avstrijskem cesarstvu. Ker je bil Dunaj glavno mesto monarhije in je železnica do Trsta potekala južno od njega, se je proge prijelo poimenovanje »južna železnica«. Progo od Gradca naprej so načrtovali v dveh različicah. Ena naj bi vodila od Gradca preko Ptuja do Poljčan ter dalje v Celje, druga pa čez Maribor do Celja. Odločili so se za slednjo različico, saj je predstavljala krajšo razdaljo, trasa pa je potekala po primernejšem terenu, čeprav je bilo potrebno dolino reke Pesnice premostiti z 21 m visokim in 649 metrov dolgim opečnatim viaduktom. Potek železnice skozi Maribor je botroval tudi ustanovitvi Železniških delavnic, saj so lokacijsko nekako na pol poti med Dunajem in Trstom. Kasneje so delavnice prerasle v podjetje Tovarna železniških vozil (TVT) Boris Kidrič Maribor, ki je na višku leta 1981 zaposlovalo več kot 3000 ljudi in je zagotovo



Slika 1: Predstavitev raziskovalnega kampusa TU Graz na Inffeldgasse pred Laboratorijem Nikole Tesla

med tistimi podjetji, ki so v Mariboru pustila neizbrisljiv pečat.

Nadvojvoda Janez je leta 1822 kupil tudi posestvo v bližini Maribora, danes znano kot Meranovo, in ga z velikimi stroški spremenil v vzorno vinogradniško posest. Na njem je uvedel gojenje porenške sorte vinske trte, s čimer je ustvaril možnost za dvig kakovosti vinogradništva v Podravju. Vinogradi so postali tako ugledni in znani, da so leta 1832 ustanovili še viničarsko šolo, ki je poudarjala pomen praktične izobrazbe. Vrhunec teh prizadevanj pa je bila ustanovitev štajerske Deželne sadjarsko-vinarske šole v Mariboru leta 1872. Kot velik dosežek sistematičnega prepletanja kmetijstva, kulture, raziskovanja in izobraževanja je potrebno omeniti oceno prvovrstnosti vina sorte rizling z Meranovega leta 1855 na veliki mednarodni razstavi kmetijskih, industrijskih in umetnostnih izdelkov v Parizu. Meranovo je leta 1994 prevzela v upravljanje današnja Fakulteta za kmetijstvo in biosis-

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



Slika 2 : V Laboratoriju za fluidno tehniko na Inštitutu za proizvodno strojništvo

temske vede Univerze v Mariboru, ki nadaljuje in neguje približno 200-letno tradicijo.

Skupna stičišča s TU Graz imamo tudi na področju tehnike, saj je bilo v preteklosti in je tudi danes na TU Graz veliko Slovencev – bodisi učiteljev, asistentov in študentov. Od Slovencev je morda najbolj znan Janez Puh, ki sicer ni neposredno povezan s TU Graz, bil pa je eden tistih, ki je z razvojem koles, motorjev in motornih vozil ustanovil zemetke kasnejšega koncerna Steyr-Daimler-Puch Werke A. C., današnje Magne Steyr AG & Co KG, velikega proizvajalca avtomobilov, ki ima tovarno tudi v Hočah pri Mariboru. Zaradi potreb pri razvoju motorjev in vozil je na TU Graz še danes izredno močan razvojni oddelek za motorje in vozila.

Tudi veliko tujcev, ki so danes znani s področja tehnike, je študiralo in raziskovalo na TU Graz. Med njimi je zagotovo najbolj znan Nikola Tesla, ki je med leti 1875 in 1878 študiral in tudi raziskoval na takratni K. K. Technische Hochschule (op.: Cesarska in kraljeva tehnološka visoka šola), za kar so mu leta 1937 za dosežke podelili častni doktorat iz inženirstva. Študij je pričel z veliko vnemo, saj je vsak dan študiral od tretje ure zjutraj do enajstih zvečer in z odliko opravil vse izpite, razen enega. Po dveh letih pa ga je študijska vnema zapustila in z vso strastjo se je posvetil igram na srečo. Študij na TU Graz je prekinil in se novembra 1878 po neuspešnem potegovanju za nove štipendije odpravil najprej v Maribor in leta 1880 naprej v Prago, nato pa v Budimpešto, Pariz in potem v Ameriko. Danes je Laboratorij Nikole Tesla sestavni del Inštituta za visoko napetost in sistemski management (orig.: Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement).

Omenjeni inštitut je danes eden od 97 inštitutov v sklopu TU Graz, na katerih potekajo raziskave in

poučevanje. Odvisno od oddelka so ti organizacijsko razporejeni na eno od 7 fakultet, kar dokazuje raznolikost raziskovanja in poučevanja na TU Graz. Na celotni Tehniški univerzi študira okoli 16.500 študentov, od tega okoli 31 % žensk, delež študentov iz tujine pa znaša okoli 24 %. Letni proračun univerze, na kateri je zaposlenih skoraj 4000 ljudi, je okoli 270 milijonov EUR, pri čemer približno tretjino sredstev dobijo s projekti za gospodarstvo. Več kot 210 let obstoja univerze in razvoja se zrcali tudi v sedanjih miselnosti, v pristopu pri poučevanju in raziskavah, vezanih na področje tehnike, predvsem poznavanja in razvoja tehnologij.

Naš strokovni obisk je bil namenjen Fakulteti za strojništvo in gospodarske vede (orig.: Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften), v okviru katere deluje 17 inštitutov, ki skupaj ponujajo preko 400 učnih vsebin. Podrobneje so nas zanimali inštituti, ki se ukvarjajo in uporabljajo fluidno tehniko, njihovi laboratoriji, oddelki, opremljenost in aktualne aktivnosti. Tako sta bila v ospredju Inštitut za proizvodno strojništvo, v okviru katerega delujeta tudi Laboratorij za fluidno tehniko in Inštitut za preskušanje materialov in strojnih sklopov.

Inštitut za proizvodno strojništvo se v okviru svojih pedagoških in raziskovalnih dejavnosti posveča proizvodnim tehnologijam in vseh njenih vidikih. Inštitut ima že zelo dolgo tradicijo, a svoje aktivnosti vedno dopolnjuje in usmerja v nove tehnologije. Pod njegovo okrilje spadajo Proizvodni laboratorij (ProLab) s poudarkom na strojni obdelavi, Učna delavnica za študente TU Graz, Precision Lab s sodobno merilno tehnologijo, Center za dodajalne tehnologije s poudarkom na 3D-tisku kovin in optimizaciji topologije komponent, predvsem pa sta nas po strokovni plati zanimala Laboratorij za fluidno tehniko, ki se ukvarja z razvojem hidravličnih sistemov na proizvodnih



Slika 3 : Predstavitev dejavnosti v okviru Pametne tovarne

in mobilnih strojih, in pa Pametna tovarna. Osrednje raziskovalne aktivnosti Laboratorija za fluidno tehniko so trenutno usmerjene v razvoj hidrostatično uležajenih hidravličnih valjev, simulacije razmer v notranjosti hidravličnih ventilov, uporabo 3D-tiskanja hidravličnih ventilov in drugih hidravličnih komponent. Prav tako je veliko aktivnosti namenjenih razvoju komponent za področje mobilne hidravlike. Pri tem gre za razvoj zasučnih hidromotorjev ter razvoj in vzdržljivostno testiranje hitre spojke, ki omogoča priklop in odklop dela hidravličnega sistema med obratovanjem, ne da bi se pri tem pojavila kakšna kapljica hidravličnega olja.

Na Inštitutu za proizvodno strojništvo med aktualne prednostne teme proizvodnih tehnologij poleg že omenjenih dodajalnih tehnologij spadata tudi digitalizacija proizvodnih procesov in snovanje fizikalno-kibernetskih sistemov. Menijo, da je natančnost pri oblikovanju in načrtovanju izdelkov ključni dejavnik uspeha v proizvodnji, ki zagotavlja našo bodočnost. S to problematiko se z najnovejšimi proizvodnimi pristopi konceptov industrije 4.0 in 5.0 poglobljeno ukvarjajo tudi v okviru t. i. Pametne tovarne na TU Graz (Smart Factory).

Razen proizvodnim procesom in sodobnim tehnologijam na TU Graz posvečajo veliko pozornosti testiranju materialov in sklopov z različnih področij tehnike, pa naj gre za področje gradbeništva, elektrike in seveda strojništva. Testiranja s področja strojništva so zelo raznolika in se navezujejo na različna strokovna področja, npr. na področje termodinamike, motorjev in vozil ter njihovih delov, toplotnih prenosnikov ali pa namenskih strojnih sklopov. Infrastruktura za testiranje slednjih je bila naša naslednja točka ogleda, saj testiranje ni možno izvesti brez ključne podpore hidravlične tehnike. Testiranju strojnih sklopov se posvečajo v okviru Inštituta za

vzdržljivost konstrukcij in tehnologijo tirnih vozil (orig.: Institut für Betriebsfestigkeit und Schienenfahrzeugtechnik). Njihova glavna dejavnost je usmerjena v podajanje ocene trajnostne trdnosti, testiranje lahkih konstrukcij s poudarkom na tirnih vozilih, kartiranje celotnih korakov pri razvoju dovršenih metod načrtovanja, prav tako pa v razvoj naprednih simulacijskih konceptov za proces projektiranja in konstruiranja ter razvoj eksperimentalnih testnih metod za reprezentativne prototipne in realne sisteme. Še posebej pri testiranju slednjih je servohidravlika ključnega pomena.

V okviru Inštituta izvajajo teste za določanje mehanskih lastnosti pri eno- in večosnih nateznih obremenitvah kot tudi lastnosti materiala pri strižnih, upogibnih in tlačnih preizkusih, za določanje lomne žilavosti, določanje rasti razpok zaradi utrujenosti materiala ipd. Pri tem ne gre zgolj za preskušanje enostavnih oblik preskušancev, temveč za dinamično utrujanje celovitih sklopov, kakršni so npr. okvirji podstavnih vozičkov različnih tirnih vozil – običajnih in hitrih vlakov, metrojev in tramvajev, ali pa gre za sklope s področja avtomobilske industrije, težkih vozil kot tudi s področja energetike ali drugih področij tehnike. Z izkušnjami na področju tehnologije tirnih vozil, avtomobilskih in gospodarskih vozil ter energetske tehnologije in drugih industrijskih sektorjev je omogočeno napovedovanje obnašanja tehničnih rešitev izdelka v realnih obratovalnih pogojih. Sodobna fleksibilna zasnova preskuševališča, krmiljenje naprav in zajemanje podatkov ter predvsem hidravlični sistemi so bili v fokusu našega ogleda.

Za statično in dinamično testiranje komponent in sklopov je na razpolago cela paleta hidravličnih servovaljev z dovoljenimi obremenitvami do 600 kN. Osnovo preskuševališča predstavlja betonski blok mase več 100 ton, ki leži na zračnih mehkih, ki



Slika 4 : Trajnostno preskušanje voznega podstavka tirnega vozila

razen niveliranja omogočajo tudi spreminjanje lastne frekvence osnovne mase. Na njem je nameščena univerzalna vpenjalna plošča velikosti 12 x 7 m, ki omogoča namestitve več testnih portalov (slika 4). Servohidravlični sistem, opremljen s sodobnim krmilnim sistemom, ponuja možnost izvajanja istočasne dinamične ciklične obremenitve do 20 hidravličnih osi. Na TU Graz se zavedajo, da je testiranje najrazličnejših izdelkov v današnjem svetu vse bolj pomembno, saj omogoča, da na trg pridejo le dobro preverjeni izdelki. Pri tovrstnih testih pa brez podpore hidravlične pogonske in krmilne tehnike ne gre.

Čeprav sta v ospredju inštitutov raziskovalna dejavnost in izvajanje projektov za industrijo, sta poučevanje in študij močno vpeta v delo inštituta. Na ta način študentje spoznajo novosti tako glede gradnikov, pristopov kot konceptov in ne samo osnove, vezane na posamezno vejo strojništva. Ob potrebi po novih spoznanjih in razvoju nove veje tehnike pa se kar hitro pojavi nova zgradba z novo vsebino.

Po strokovnem delu ekskurzije smo pod vodstvom izkušenega vodiča spoznali še znamenitosti in utrip predprazničnega Gradca. Številne impozan-



Slika 5 : Oglad predprazničnega Gradca

tne zgradbe in zasnova mesta potrjujejo nekdanji skupni prostor, tako po pristopu k arhitektonskim rešitvam kot po videzu stavb. Pri tem je moč opaziti veliko podobnost tudi z vidnejšimi zgradbami v Sloveniji – po besedah vodiča so namreč večja in pomembnejša mesta v nekdanji monarhiji snovali in gradili isti strokovnjaki.

V okviru ekskurzije smo spoznali morda nekoliko drugačen pristop, kot je značilen za našo sredino. Prvo je zavedanje, da je v današnjem svetu tehnologija ključnega pomena. Brez pravega vlaganja ostaneš na istem mestu ali se le počasi in mukoma prebijaš naprej, medtem ko drugi hitijo z velikimi koraki. Drugi pomemben zaključek pa je ta, da brez velike finančne podpore države, še posebej v razvojni fazi uvajanja in spoznavanja določenega področja tehnike, enostavno ne gre. Uresničevanje takšnega pristopa in zavedanja tega na TU Graz (in celotne države Avstrije) je moč videti po tem, da za vsako novo raziskovalno področje zgradijo nov objekt ali celovito posodobijo ali dogradijo obstoječi, kamor nato umestijo novo raziskovalno področje in sodobno opremo, ki jo kupi država, za hiter začetek delovanja. Pomembnost spoznavanja in razvoja novih tehnologij v novih objektih z novo opremo prepoznavajo v vse večji meri tako domači kot tuji študentje strojništva, zato ni opaziti upada števila študentov strojništva. K temu prispevajo tudi študenti iz Slovenije, ki si po zaključenem študiju poiščejo službo v sredini, ki jo že dobro poznajo, in si tam pogosto ustvarijo tudi družine.

Omenjena strokovna ekskurzija na TU Graz je bila letošnji zadnji strokovni dogodek, ki smo ga organizirali v okviru Slovenskega društva za fluidno tehniko. Udeležilo se nas ga je skoraj trideset zainteresiranih, pisana družčina strokovnjakov, ki se na ta ali drug način dnevno srečujemo s področjem fluidne tehnike. S tem in z naslednjimi dogodki ter aktivnostmi SDFT želimo v Sloveniji povezati čim večje število vseh, ki se ukvarjamo s hidravliko in pnevmatiko, pa naj bodo to proizvajalci, ponudniki, raziskovalci ali uporabniki strojev in naprav s tega področja.

Vse zainteresirane vljudno vabimo, da se nam pridružijo in včlanijo v Slovensko društvo za fluidno tehniko – SDFT (pišite na e-naslov: darko.lovrec@um.si). V prihodnje nas čaka več podobnih strokovnih dogodkov.

Zahvala: Člani SDFT se zahvaljujemo Dipl.-Ing. Dr. tech. Jörgu Edlerju (Institut für Fertigungstechnik) in gospodu Dipl.-Ing. Hauke Miorini (Institut für Betriebsfestigkeit und Schienenfahrzeugtechnik) za vodenje in predstavitev TU-Graz in dejavnosti obeh inštitutov in laboratorijev. Prav tako se zahvaljujemo slovenskim podjetjem, ki so z donacijskimi sredstvi omogočila izvedbo strokovne ekskurzije.

SPLOŠNI SLOVENSKI TEHNIŠKI SLOVAR

Marjeta Humar, Anton Stušek

Prispevek v prvem delu predstavlja novi slovenski tehniški slovar, ki ga že več let pripravlja komisija za izdelavo tehniškega slovarja, ki deluje v okviru Terminološke sekcije Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU (Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti). V komisiji sodelujejo zunanji strokovnjaki različnih tehničnih področij in sodelavci Terminološke sekcije. Slovar naj bi izšel naslednje leto v knjižni obliki in na spletnem portalu Fran. V drugem delu pa je opisano sodelovanje Fakultete za strojništvo iz Ljubljane pri dosedanjem delu za tehniške slovarje.

Novi slovenski tehniški slovar

V okviru Terminološke sekcije Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU že nekaj let nastaja slovenski tehniški slovar, ki bo končan naslednje leto in bo vseboval malo manj kot 20.000 terminov. V njem so upoštevana naslednja strokovna področja (navedeno po abecedi): agrotehnika, astronomija, ekologija, elektrotehnika, fizika, geodezija, gozdarstvo, gradbeništvo, grafika, kemija in kemijska tehnologija, lesarstvo, matematika, mehanika, metalurgija, pošta in elektronske komunikacije, promet, rudarstvo, strojništvo, tekstilstvo in varilstvo. Z največ slovarskimi članki bodo predstavljena naslednja področja (v oklepaju navedeno število, ki pa se pri nadaljnjem delu lahko še spremeni): kemija in kemijska tehnologija (3527), strojništvo (2194), gradbeništvo (1967), fizika (1806), metalurgija (1500), tekstilstvo (745).

Slovar tehniškega izrazja sodi med pomembne slovenske terminološke slovarje. Gradivo zanj se je začelo zbirati že leta 1911, ko je bilo v Ljubljani ustanovljeno Društvo inženirjev in arhitektov. Slovar se je najprej izdeloval v okviru Tehniške sekcije Terminološke komisije Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Pri delu je sodelovala tudi Zveza inženirjev in tehnikov. Komisija za izdelavo slovarja je izdala dve izdaji, vsakič v dveh knjigah: 1. izdaja 1962 in 1964 ter 2. izdaja 1978 in 1981. Kasneje se je delo za slovar po novi zasnovi preneslo v Sekcijo za terminološke slovarje (kasneje Sekcija za terminologijo) Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU.

Za novi slovenski tehniški slovar je bilo gradivo obeh predhodnih izdaj izpisano in pregledano. Iz-

Dr. Marjeta Humar, sodelavka Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU v pokojju; **Mag. Anton Stušek**, uredništvo revije Ventil, UL, FS

ločeno je bilo zastarelo izrazje in dodano sodobno iz strokovne literature, védenja sodelujočih strokovnjakov ter iz razlag. Slovar namreč mora biti samorazlagalen, torej morajo biti vsi strokovni izrazi, ki so v razlagah, predstavljeni v slovarskih člankih.

Pomembno določilo nove zasnove je bilo, da morajo strokovno in jezikovno ustrezni strokovni izrazi imeti pomenske opise. Manj uporabljano izrazje, strokovno in jezikovno neustrezni izrazi pa se prikažejo kot kazalke na pogostejše uporabljan in strokovno ter jezikovno ustrežnejši strokovni izraz. Izhajajoč iz teh načel je komisija leta 2007 izdala poskusni zvezek Slovenskega tehniškega slovarja A-B, ki je obsegal okoli 4100 slovarskih člankov iz več kot 40 tehniških strok. Uredniki so bili: za tehniški del dr. Andrej Paulin, dr. Andrej Šmalc in mag. Anton Stušek, za jezikovno in leksikografsko obdelavo pa sodelavka Sekcije za terminološke slovarje Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU Cvetana Tavzes. Komisijo za izdelavo slovarja so sestavljali dr. Andrej Čadež, Leon Čelik, dr. Peter Glavič, dr. Božo Igljič, dr. Sonja Malej, dr. Andrej Paulin kot predsednik, dr. Jože Spanring, mag. Anton Stušek, dr. Andrej Šmalc, dr. Matija Tuma, Jože Unk in dr. Florijan Vodopivec. Slovarske članke in gradivo pa so prispevali tudi zdaj že pokojni sodelavci Stane Bonač, dr. Alojz Gregorič, dr. Franc Mlakar, Franc Spiller-Muys, Srdan Turk in dr. Vlasto Zemljič. Slovaropisni pregled in korekture so opravile sodelavke Sekcije za terminološke slovarje Milka Bokal, Marjeta Humar, Borislava Košmrli-Levačič in Cvetana Tavzes. Izdajatelj slovarja je bil Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, založnica pa Založba ZRC, ZRC SAZU.

Po izdaji poskusnega zvezka je bila zasnova dopolnjena še z nekaterimi pravili: iztočnice (gesla) slovarskih člankov so termini v celoti, upoštevajo se sodobni tehniški termini, zastareli termini in termini netehniških strok, splošni izrazi, deli terminov, npr. pridevniki (električni ipd.), prvi deli zloženek (elektro... ipd.), se izločijo.



V uvodu poskusnega zvezka je bilo zapisano, da bo slovar izhajal po delih, da bo prej na voljo uporabnikom. V tem času pa so se spremenile navade uporabnikov slovarjev. Ti želijo dobiti informacijo hitro, zato je potrebno ob knjižni izdaji pripraviti tudi digitalno obliko, za kar potrebujemo celotno slovarsko besedilo. Po dogovoru z Inštitutom za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU bo slovar objavljen na njegovem spletnem jezikovnem portalu Fran in v knjižni obliki.

Od leta 2008 naprej poteka intenzivno delo za izdelavo slovarja na rednih tedenskih sejah komisije, na katerih sodelujejo vsi člani. V času epidemije kovida so bile seje prenesene na Zoom. Zelo pomembni so tudi stiki po elektronski pošti, ki prispevajo k hitrejšemu reševanju vprašanj. Gradivo za posamezna strokovna področja so pregledali strokovni recenzenti. Zdaj ga s slovaropisnega stališča pregledujejo sodelavci Sekcije za terminologijo Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU.

Delo v zadnjih letih vodijo dr. Andrej Paulin, dr. Andrej Šmalc in terminografinja dr. Marjeta Humar. Na sejah sodelujejo strokovnjaki za posamezna strokovna področja: dr. Andrej Čadež za fiziko, dr. Peter Glavič za kemijsko tehniko, dr. Ferdinand Gubina za elektrotehniko, dr. Aleš Mohorič za fiziko, dr. Andrej Paulin za metalurgijo, mag. Anton Stušek za strojništvo, dr. Andrej Šmalc za kemijo, Jože Unk za elektroniko in elektrotehniko, dr. Branko Zadnik za

gradbeništvo. S člani komisije z gradivom ali naveti sodelujejo tudi zunanji strokovni sodelavci. Že izdelano slovarsko gradivo za gradbeništvo je prispeval Štefan Žemva. V preteklih letih je umrlo več sodelavcev: Leon Čelik (kemijska tehnika), Božo Igljč (papirništvo), dr. Sonja Malej-Kveder (tekstil), dr. Jože Spanring (agrotehnika) in dr. Florijan Vodopivec (geodezija).

Delo za slovar, ki obsega toliko različnih področij tehnike, znanosti in strok, je zelo zahtevno zaradi velikega števila slovarskih člankov, hitrega razvoja področij in novih terminov. Eden od problemov je tudi, da je vse delo neplačano, zato je zelo težko pridobiti nove sodelavce.

V okviru priprave za izdajo slovenskega tehniškega slovarja je komisija najprej pripravila jezikovni priročnik kot izhodišče za pomoč pri oblikovanju ustreznih slovenskih izrazov in poimenovanj. Za knjižno izdajo sta ga pripravila dr. Andrej Šmalc in Jakob Müller pod naslovom Slovensko tehniško izrazje – jezikovni priročnik. Izšel je leta 2011 pri Založbi ZRC, ZRC SAZU, v obsegu 320 strani.

Dosedanje sodelovanje Fakultete za strojništvo v Ljubljani

Prva izdaja Splošnega tehniškega slovarja je izšla v letih 1962 in 1964. Gradivo zanjo so zbrali in oblikovali tehniki, inženirji in profesorji tehniških strok, predvsem z Univerze v Ljubljani, na osnovi do tedaj uveljavljene in iz različnih virov povzete terminologije. Pri tem so med najbolj prizadevnimi in za področje strojništva bili takratni profesorji Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani na čelu s takrat vodilnim profesorjem Feliksom Lobetom. Jezikovna svetovalca pa sta bila Rudolf Kolarič in Ivan Tominec.

Drugo izdajo, izšla je v letih 1978 in 1981, so pripravili takratni člani Tehniške sekcije Terminološke komisije SAZU: dr. France Adamič za agronomijo, Stane Bonač za papirništvo, Venčeslav Funtek za železnico, dr. Janko Kavčič za kemijo in kemijsko tehnologijo, Leo Knez za varilstvo, Bojan Kraut za strojništvo, France Mlakar za elektrotehniko, dr. Albert Struna za strojništvo in naftno stroko, Franc Spiller-Muys za avtomatizacijo in letalstvo, dr. Srdjan Turk za gradbeništvo ter Lojze Žumer in dr. Marko Kmecl za lesarstvo. Kot jezikovna svetovalca sta sodelovala dr. France Tomšič in za njim Joža Meze.

Kot je iz seznama članov Terminološke komisije razvidno, sta strojništvo uradno zastopala Bojan Kraut in dr. Albert Struna. Slednji je bil tudi predstavnik avtorjev, dejansko tudi glavni urednik slovarja ter istočasno tudi načelnik Tehniške sekcije Terminološke komisije SAZU in predsednik Terminološke komisije. Pri pripravi strojniškega izrazja pa je sodelo-

vala velika večina takratnega profesorskega zbora Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Pri pripravi novega slovenskega tehniškega slovarja je Fakulteta za strojništvo do sedaj sodelovala s svojimi predstavniki v komisiji za izdelavo tehniškega slovarja Terminološke sekcije Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. Zadnjih 30 let so to bili: dr. Jože Puhar za tehniko in tehnologijo, splošno in proizvodno strojništvo, mag. Anton Stušek za tehniko, splošno strojništvo, konstruktorstvo, fluidno tehniko, avtomatiko ter dr. Matija Tuma za tehniko, splošno in energetska strojništvo.

Žal je med tem dr. Jože Puhar preminil, dr. Matija Tuma in mag. Anton Stušek pa sta zaradi bolezni morala prekiniti redno sodelovanje. Občasno še sodelujeta na daljavo z odgovori na posamezna terminološka vprašanja z ožjih področij strojništva. Pri tem so seveda bili in so vedno ljubeznivo na voljo vsi člani profesorskega zbora FS.

Posebej moramo poudariti izredno pomemben prispevek pokojnega dr. Jožeta Puharja na področju splošnega tehniškega in še posebno strojniškega izrazja in izčrpne prispevke dr. Matije Tume. Omeniti pa moramo tudi pogosto sodelovanje drugih pro-

fesorjev FS s področij mehanike, konstrukcij, proizvodnje, toplotne tehnike, avtomatike idr.

Med tem je ob stoletnici Univerze v Ljubljani Fakulteta za strojništvo leta 2019 izdala Razlagalni slovar strojništva. Pri tem je verjetno zaradi stiske s časom izostalo ustrezno sodelovanje in usklajevanje izrazja s terminološko komisijo pri Inštitutu za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. Žal je zato kar nekaj razlik pri opredelitvah posameznih terminov v obeh slovarjih, ki bi jih v prihodnje kazalo uskladiti.

Strojništvo je v celotnem okviru tehnike in tehnologije tako pomembno, da ne sme ostati brez sodelovanja s terminološko komisijo Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, še posebno ob upoštevanjih dosedanjega dolgoletnega prizadevanja profesorjev Fakultete za strojništvo v njej. Ti so opravili tudi recenzijo strojniškega izrazja za novi tehniški slovar. Vodstvu FS zato priporočamo in ga naprošamo, da v prihodnosti najde nove predstavnike za delo v komisiji in s tem zagotovi ustrezno sodelovanje pri vprašanih slovenske tehniške terminologije tudi z drugimi univerzami ter strokovnim šolstvom in strokovnimi združenji v Sloveniji.



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

Vesel božič in
uspešno novo leto 2023

Merry Christmas and
a Happy New Year 2023



RAZISKOVALNA PLATFORMA ZDRAVJE ODGOVARJA NA IZZIVE ZAŠČITE IN IZBOLJŠANJA ZDRAVJA PREBIVALSTA TER POSODOBITVE ZDRAVSTVENE INFRASTRUKTURE

Tanja Potočnik Mesarič

Da bi se uspešno soočili s skupnimi izzivi staranja prebivalstva, naraščajočih stroškov zdravstvenega varstva, globalizacije in omejitev javne porabe, morajo zdravstveni sistemi postati stroškovno učinkovitejši, dostopnejši in robustnejši, da bodo ostali vzdržni. To pomeni uvajanje in polno uporabo inovativnih tehnologij, ki lahko podpirajo učinkovite in fleksibilne rešitve zdravstvenega varstva, kar vodi k preprečevanju in izkoreninjenju bolezni ter uporabi sodobnih tehnologij za podporo nadzoru in odkrivanju zdravstvenega stanja.



Raziskovalna platforma Zdravje

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

Tovarne prihodnosti

Zdravje

Trajnostna energija

Zelena in varna mobilnost

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



Rešimo vaše izzive skupaj!

www.fs.uni-lj.si rr@fs.uni-lj.si

Sledite nam     



Strokovnjaki s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani se ukvarjajo s številnimi zdravstvenimi izzivi, da bi utrli pot do novih in izboljšanih rešitev: od digitalnega zdravja, podatkovne znanosti do razvoja novih tehnologij in procesov.

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani¹ se zaveđa svoje pomembne vloge in družbene odgovornosti, zato je v odgovor na predstavljene izzive oblikovala raziskovalno platformo *Zdravje*.² Z njo ponuja sodelovanje s svojimi raziskovalnimi kapacitetami (specializirano in najaktualnejše znanje iz stroke ter vrhunsko raziskovalno opremo) partnerjem iz gospodarstva in akademskega okolja.

Raziskovalci platforme Zdravje so specialisti za naprave za medicinsko diagnostiko, laserske vire in sisteme za terapije, meroslovje in merilne tehnike, sisteme za dostavo vzorcev, raziskave kavitacije, modeliranje človeškega telesa, tkiv in tekočin. Njihova ekspertiza zajema tudi razvoj terapevtske opreme, vitko in agilno obravnavo, digitalizacijo, hidravlične sisteme in metode čiščenja zraka ter mikroizdelovalne metode.

Medicinski pripomočki in in-vitro diagnostični medicinski pripomočki imajo temeljno vlogo pri varovanju in izboljšanju zdravja starajočega se prebivalstva. Zagotavljajo inovativne zdravstvene rešitve za vse faze bolezni: diagnosticiranje, spremljanje, lajšanje, preprečevanje in napovedovanje. Zato raziskovalci

stremijo k razvoju hitrejših, neinvazivnih ter natančnejših diagnostičnih in medicinskih postopkov s pomočjo inovacij na področju laserskih tehnologij, fotonike, digitalizacije človeškega telesa in medicinske mehatronike ter z najaktualnejšim znanjem o tekočinah, pojavih kavitacije, numeričnem modeliranju in simulacijah procesov v telesu ter 3D-tiskanju naprednih materialov.

Ekipa pokriva dve strokovni področji. Prvo je digitalizacija zdravstva, ki se osredotoča na numerični in eksperimentalni razvoj procesne opreme ter pametno modeliranje, simulacijo in optimizacijo v realnem času za doseganje vitkih in agilnih procesov. Drugo področje se osredotoča na napredne tehnološke rešitve, predstavlja razvoj hidravličnih in pnevmatskih sistemov za zdravstvene pripomočke, inovativne metode čiščenja zraka ter principe mikroizdelovalne in napredne tehnike.

Ekipa 89 strokovnjakov, vključno s 25 doktorskimi in 11 podoktorskimi študenti ter 53 raziskovalci, je pripravljena pomagati pri reševanju izzivov, povezanih z zdravjem. Raziskovalna platforma Zdravje lahko partnerjem ponudi ne le sodelovanje z vrhunsko ekipo raziskovalcev Fakultete za strojništvo, ampak se lahko pohvali tudi s številnimi referencami, saj so samo v zadnjih petih letih pridobili 29 mednarodnih in nacionalnih projektov ter 15 projektov v sodelovanju z gospodarstvom. Pišite na rr@fs.uni-lj.si in sodelujmo pri reševanju vaših izzivov!

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

² Druge raziskovalne platforme so: Tovarne prihodnosti, Zelena in varna mobilnost ter Trajnostna energija.

HLADNOKRVNO S KRIOGENIMI MEDIJI

Martin Knaack, Timo Maus, Andreas Sander

Plini imajo majhno gostoto in zato veliko prostornino glede na svojo težo. Nasprotno velja za kriogene utekočinjene pline, kjer je en liter kapljevine pridobljen iz več sto litrov plina. Plini v takem stanju so zato primernejši za skladiščenje in transport. Kriogeno utekočinjen zemeljski plin (liquefied natural gas, LNG) se danes uporablja v aplikacijah na morju in kot energent. Z utekočinjanjem zraka pridobivamo tehnične pline, kot so kisik (liquid oxygen, LOX), dušik (liquid nitrogen, LIN) in argon (liquid argon, LAR) za uporabo v industrijskih procesih, medicini in raziskavah.



Ventili se uporabljajo tako za regulacijo in zapiranje kriogeno utekočinjenih plinov v rezervoarjih, dovodnih in oskrbovalnih sistemih kakor tudi v funkciji dušilnih ventilov pri utekočinjanju plinov. Ti nizkotemperaturni ventili oz. ventili za kriogeno področje morajo izpolnjevati posebne zahteve.

Splošne zahteve

Transport in skladiščenje kriogenih utekočinjenih plinov potekata pri nizkih temperaturah in lahko tudi pri visokih tlakih. Na ta način je onemogočen porast tlaka v zaprtem oskrbovalnem sistemu zaradi uparjanja tekočega plina, pri katerem plin prehaja iz tekočega nazaj v plinasto agregatno stanje. Ti pogoji zahtevajo posebne izvedbe ventilov. Materiali delov ventila v stiku z medijem, kot sta ohišje in notranja garnitura, morajo biti primerni za ekstremno nizke temperature medijev, vse do bližine absolutne ničle, tudi po dolgotrajnem obratovanju pa ne smejo kaza-

ti nobenih znakov krhkosti. Vsi ventili morajo vzdržati tudi morebitne visoke delovne tlake v sistemu. Ventili za kriogeno področje se vizualno razlikujejo od ostalih ventilov po dolgem izolirnem kosu, ki zagotavlja odmik med ohišjem in zgornjim delom ventila. Konstrukcija s podaljškom za kriogene aplikacije preprečuje, da bi kriogeni pretočni medij poškodoval občutljive komponente, kot je tesnilka, oz. prigrinjane dele, kot so pnevmatski pogoni, regulatorji položaja in magnetni ventili. Za preprečitev izmenjave toplote med toplejšo okolico in hladno notranjostjo ventila so nizkotemperaturni ventili za offshore aplikacije pogosto izolirani, ventili v procesih utekočinjanja plinov pa so nameščeni v t. i. Cold Boxe. Ker je s tem močno omejen dostop do teh ventilov in so dela na njih draga in zamudna, morajo biti konstruirani za preprosto vzdrževanje in dolgo življenjsko dobo.

Dušilni ventili za kriogene aplikacije pri utekočinjanju plinov morajo poleg tega izpolnjevati še druge povišane zahteve. Za utekočinjanje plinov s turbinami in/ali ventili izkoriščamo t. i. Joule-Thomsonov pojav. Plini ekspandirajo pod inverzijsko temperaturo, pri čemer (v nasprotju z njihovim vedenjem nad inverzijsko temperaturo, ki je odvisna od tlaka) preidejo v tekoče stanje. Dušilne ventile, ki se uporabljajo za ta namen, imenujemo Joule-Thomsonovi ventili. Vsak Joule-Thomsonov ventil mora vzdržati velike tlačne razlike med komprimiranim medijem na vstopni in ekspandiranim medijem na izstopni strani. Velike tlačne razlike v Joule-Thomsonovem ventilu ustvarjajo ugodne pogoje za kavitacijo in uparjanje pri konstantni temperaturi, kar privede do hrupnosti, močnih vibracij in erozije na delih ventila. Za zmanjšanje omenjene škode na minimum je priporočljiva uporaba nizko vibracijskih in robustnih garnitur.



Slika 1: Ventil za kriogeno področje

Martin Knaack (B. Eng.), **Timo Maus** (M. Sc.), **Andreas Sander** (Dipl.-Ing. (FH)); vsi trije SAMSON AG, Nemčija

Prevod: Marko Oreškovič, Ladislav Krevs

Glavne prioritete: zanesljivost, enostavno vzdrževanje in energetska učinkovitost

SAMSON že desetletja razvija in izdeluje ventile za kriogeno področje, ki izpolnjujejo vse omenjene zahteve. Različne izvedbe malih in srednjih ventilov za zmerne tlačne razlike so že dolgo del ponudbe za nizkotemperaturne aplikacije. SAMSON z novim tipom 3598 (slika 1) sledi trendu kritičnih aplikacij s čedalje večjimi postrojenji in hkrati naraščajočimi volumskimi pretoki in tlačnimi razlikami, kar vključuje tudi procese za proizvodnjo in distribucijo kriogenih plinov. Pri razvoju ventila so bila upoštevana leta praktičnih izkušenj pri uporabnikih ter spoznanja simulacij dinamike fluidov in praktičnih poskusov v inovacijskem središču ROLF SANDVOSS. Oddelka za produkti management in razvoj sta se posvetila zlasti zmanjšanju skupnih stroškov lastništva (TCO) z izboljšano zanesljivostjo, optimiziranim vzdrževanjem in energetska učinkovitostjo.

Zanesljivost – Novi ventil tipa 3598 za kriogene pretočne medije je primeren za visoke tlačne razlike in je dobavljiv tudi v večjih imenskih premerih. Zato je uporaben tako v velikih postrojenjih z velikimi volumskimi pretoki kakor tudi v funkciji Joule-Thomsonovega ventila, torej v aplikacijah z velikimi tlačnimi razlikami in povezano nevarnostjo kavitacije. Veliki imenski premeri zagotavljajo dovolj prostora za izoblikovanje toka za ventilom ter nemoteno obratovanje kljub pojavom kavitacije in uparjanja. Da bi zmanjšali nezaželene vibracije in grozečo škodo zaradi kavitacije na tesnilnih površinah v notranjosti ventila, se tlak razbremeni v vpeti kletki in ne na površini sedeža kot pri konstrukcijah s sedežem in stožcem.

Enostavno vzdrževanje – Ventil za kriogeno področje je izveden z vstopom od zgoraj. Ta konstrukcija z enodelnim ohišjem ventila vključuje kriogeni podaljšek velikega premera, omogoča pa vzdrževalna dela na delih v notranjosti ventila brez demontaže iz cevovoda in Cold Boxa ali izolacije. Sedež ventila, bat in cirkulacijska zapora so po demontaži pogona prosto dostopni skozi kriogeni podaljšek. Standardna tlačna razbremenitev (slika 2 levo) skrbi za preprosto vzdrževanje in demontažo pri velikih regulacijskih ventilih. Tudi pri večjih regulacijskih ventilih in velikih

tlačnih razlikah so potrebne razmeroma majhne sile za premik bata in tako je mogoče izbrati manjše in lažje pogone. Pozitiven stranski učinek tega je tudi to, da je glede na imenski premer mogoče uporabiti pogone za direktno montažo regulatorjev položaja ali dajalnikov mejnega signala, s čimer se občutno zmanjša obseg cevnih povezav pri montaži.

Energetska učinkovitost – V spodnjem delu kriogenkega podaljška je vgrajena cirkulacijska zapora (slika 2 desno), ki vpliva na porazdelitev temperature medija v izolirnem kosu. Na ta način je po eni strani zagotovljena zaščita pred zaledenitvijo prostora za tesnilko v zgornjem delu ventila zunaj Cold Boxa oz. izolacije, po drugi strani pa je preprečen prenos toplotne energije od zunaj na medij, ki je bil ohlajen z velikimi napori. Poleg tega je z opcijsko pokrivno ploščo na ventilu mogoče izolirati prehod med Cold Boxom in okolico. Na celotno energijsko bilanco poleg optimiziranih temperaturnih razmer vpliva tudi poraba zraka na regulacijskem ventilu. Ta je odvisna predvsem od potrebne sile pogona in vgrajena tlačna razbremenitev nanjo vpliva pozitivno.

Nabavna cena ventila za nizke temperature tipa 3598 je zaradi konstrukcije višja od cene standardnega ventila s privitim izolirnim kosom. Razlika pa se kompenzira s prihranki zaradi zmanjšanja potrebne regulirne sile in s tem povezane uporabe manjših pogonov. Realističen primer je uporaba pogona s površino 1400 cm² pri ventilih s tlačno razbremenitvijo namesto pogona s površino 2 x 2800 cm² pri ventilu enakega imenskega premera in brez tlačne razbremenitve. Neposredna primerjava obeh pogonov pokaže približno 90-odstotno zmanjšanje delovnega volumna in teže ter 80-odstotno zmanjšanje stroškov pogona.

Ventil tipa 3598 je bil skrbno optimiziran za obratovanje pri najnižjih temperaturah ter pri visokih delovnih tlakih in tlačnih razlikah. Optimizacija se je začela pri izbiri materialov za ohišje ventila in garnituro, nadaljevala s konstrukcijskimi ukrepi za nadzor nad kavitacijo in uparjanjem ter končala z načrtovano porazdelitvijo temperature v izolirnem kosu. To skupaj z zasnovo ventila z zgornjim vstopom in tlačno razbremenitvijo v standardni izvedbi omogoča nižje obratovalne stroške in krajši čas vzdrževanja ter s tem nižje stroške življenjskega cikla.

SAMSON že načrtuje nadaljnje izvedenke ventila za kriogene aplikacije, med drugim razširitev modularnega sistema s še večjimi imenskimi premeri in imenskimi tlaki ter konstrukcijo kotnega ohišja. Ventil, ki je trenutno na voljo v izvedbi ANSI, bo tako dobavljiv tudi v izvedbi DIN.

Tlačna razbremenitev

Cirkulacijska zapora



Slika 2 : Poudarki pri standardni izvedbi



GIAFLEX

VODILNE REŠITVE V DALJINSKI ENERGETIKI

2000 toplotnih postaj | 5000 regulacijskih krogov



Tehnično svetovanje
in pomoč



Toplotne
postaje



Servis in
vzdrževanje



Optimizacija
sistema



Elementi
kotlovnice



Nadzorni sistemi
in obračun



ZANESLJIV PARTNER NA PODROČJU INDUSTRIJE



Kemija in
petrokemija



Prehrabena
industrija



Farmacija



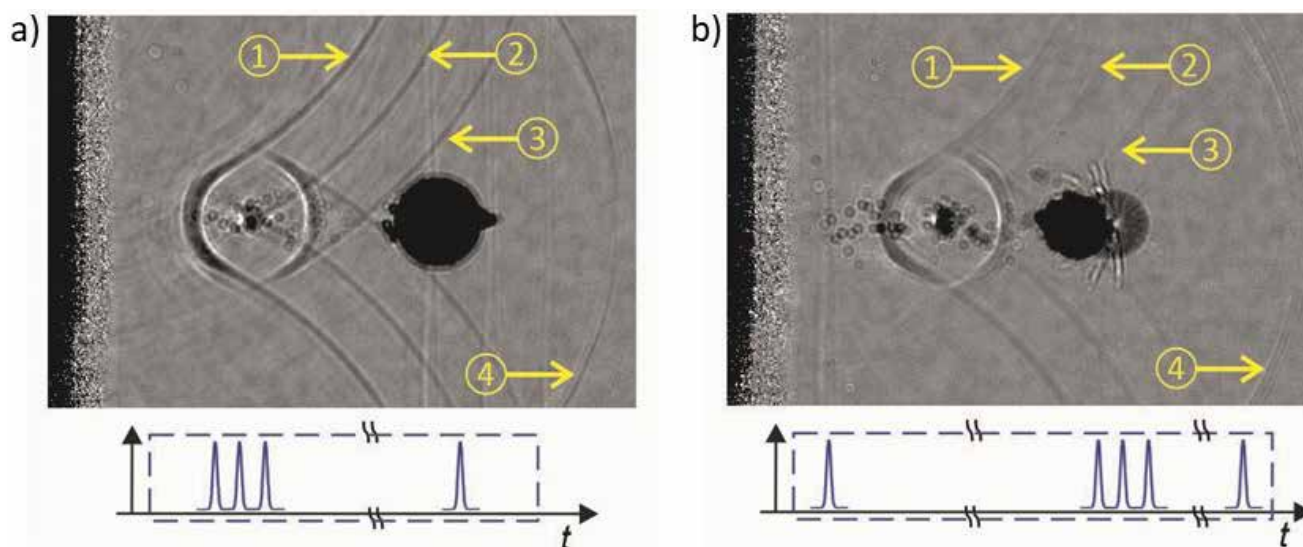
Procesna
energetika

G/A

GIA-S industrijska oprema d.o.o.
Industrijska cesta 1K, 1290 Grosuplje
+386 (0)1 7865 300 | info@gia.si
www.giaflex.com

NASTANEK SEKUNDARNE KAVITACIJE V PRIMERU LASERSKO POVZROČENIH UDARNIH VALOV V TEKOČINI

Raziskovalci laboratorija FOLAS (Laboratorij za fotoniko in laserske sisteme) so v sodelovanju z raziskovalci laboratorija LNMS (Laboratorij za numerično modeliranje in simulacijo v mehaniki) s primerjavo eksperimentalnih rezultatov in simulacije potrdili hipotezo o mehanizmih, ki povzročijo nastanek sekundarne kavitacije v tekočini v primeru lasersko povzročenih udarnih valov, ki se odbijejo od konkavne površine. Rezultate raziskave so objavili v reviji *Ultrasonics Sonochemistry* (IF=9.336).



Slika 1 : Sekundarna kavitacija slikana znotraj ene ekspozicije kamere osvetljene s večimi osvetlitvenimi pulzi po prehodu udarnega vala preko akustičnega fokusa v primeru a) po lasersko povzročinem preboju in b) po prvem kolapsu. Pod vsako sliko je prikazano časovno zaporedje osvetlitvenih pulzov. Časi osvetlitve v mikrosekundah so za primer a) 10.08, 10.83, 11.58 in 15.34 ter b) 6.57, 358.70, 359.45, 360.20 in 364.0

Sekundarna kavitacija je pojav, ko udarni val, nastal ob primarni lasersko povzročeni kavitaciji, povzroči nastanek sekundarnih kavitacijskih mehurčkov drugje v tekočini. V raziskavi so pokazali in potrdili, da na nastanek sekundarne kavitacije bistveno vpliva predhodna osvetlitev tekočine, pa tudi drugi in večkratni prehodi udarnega vala po kolapsu prvotnega mehurčka.

Eksperimentalni rezultati temeljijo na principu večkratne osvetlitve »na zahtevo«, ki omogoča slikanje obravnavane prostornine s sekvenco poljubnega

števila osvetlitvenih pulzov s poljubnim in individualno nastavljivim zamikom med posameznimi pulzi.

Rezultati so pomembni pri načrtovanju laserskih operacij v očesu, pa tudi v industrijskih in drugih aplikacijah v tekočinah, ko se udarni val odbije od ukrivljene površine.

Povezava do članka: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106160>.

www.fs.uni-lj.si



IZR. PROF. DR. UROŠ STRITIH POSTAL KONGRESNI AMBASADOR SLOVENIJE

V torek, 22. novembra 2022, je v Stanovski dvorani na Ljubljanskem gradu potekala slavnostna podelitev častnih nazivov kongresni ambasador Slovenije za leto 2022, ki ga podeljuje Kongresni urad Slovenije. Kongresna ambasadorja Slovenije za leto 2022 sta postala tudi naš sodelavec izr. prof. dr. Uroš Stritih, vodja Laboratorija za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko ter klimatizacijo (LOSK), in dr. Alenka Ristić s Kemijskega inštituta.



Izr. prof. dr. Uroš Stritih (na sliki desno)

Ugledni naziv sta prejela za organizacijo 15. mednarodne konference s področja shranjevanja energije ENERSTOCK 2021 Pametnejšim rešitvam naproti, ki je potekala od 9. do 11. junija 2021 v Cankarjevem domu v Ljubljani v soorganizaciji Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani in Kemijskega inštituta.

Kongresni urad Slovenije je v sklopu slovenskega ambasadorskega programa predstavil letošnje kongresne ambasadorke in ambasadorje Slovenije, ki so s svojo predanostjo, zavzetim delom, mednarodno vpetostjo in vztrajnostjo pripomogli, da je Slovenija v preteklih letih gostila mednarodne

znanstvene, strokovne, poslovne in športne dogodke. Slovenski ambasadorski program je izjemnega pomena za večji uspeh Slovenije na področju pridobivanja mednarodnih znanstveno-strokovnih in poslovnih dogodkov. Na dogodku so podelili tudi naziv kongresni ambasador in kongresna ambasadorka Slovenije 2022, ki ga je tokrat prejelo 13 izjemnih posameznic in posameznikov.

Na mednarodni konferenci ENERSTOCK 2021, ki je v času epidemije kovida-19 potekala virtualno, so svoje najnovejše znanstvene in tehnološke dosežke predstavili številni ugledni mednarodni strokovnjaki s področja energetike. Spregovorili so tudi o trendih in obetih na področju shranjevanja toplotne in električne energije, o napredku raziskav s področja materialov in sistemov za shranjevanje energije ter politiki klimatskih sprememb in drugih pomembnih vsebinah. Več kot 250 raziskovalcev in strokovnjakov iz 28 držav z vsega sveta je lahko prisluhnilo številnim predavanjem, obenem pa so na predstavitev svojega dela. Program konference, na kateri je sodelovalo tudi več kot 50 mladih raziskovalcev, je zajemal še številne razstave in novosti iz gospodarstva in industrije.

Vsem iskreno čestitamo!

www.fs.uni-lj.si
Foto: Žiga Intihar

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

9. Fachtagung »Hybride und energieeffiziente Antriebe

9. strokovno srečanje: Hibridni in energijsko učinkoviti pogoni

28. 02. 2023 | Karlsruhe, ZRN

Tematika:

- ▶ Rešitve pogonov ob upoštevanju industrijske tehnologije 4.0.

▶ Digitalizacija.

▶ Omrežja in komunikacije.

▶ Pogoni mobilnih delovnih strojev in priključnih naprav.

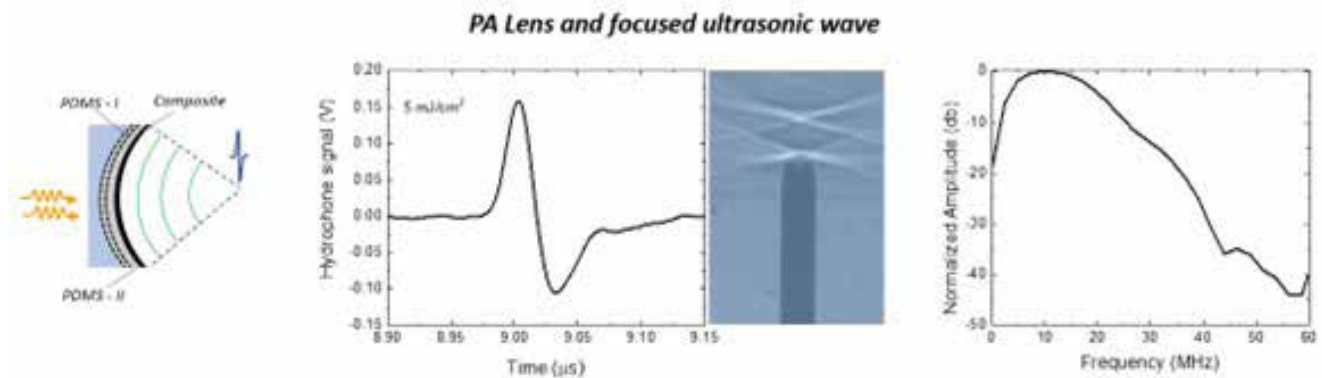
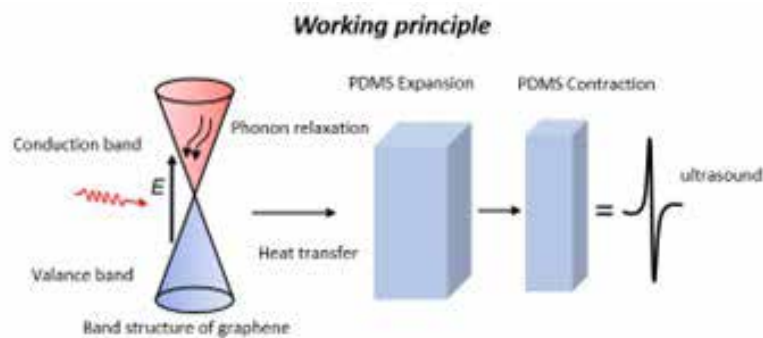
▶ Inteligentni in energijsko učinkoviti pogoni.

Informacije:

- ▶ www.hybridtagung-karlsruhe.de

ULTRAZVOČNI FOTOAKUSTIČNI VIR IZ GRAFENSKEGA NANOKOMPOZITNEGA FILMA NA POLIMERNEM SUBSTRATU

Raziskovalci Laboratorija za lasersko tehniko (LASTEH) so v sodelovanju z raziskovalci Instituta Jožef Stefan razvili kompozit grafen-polidimetilsiloksan (PDMS) na fleksibilnem substratu za fotoakustično generiranje ultrazvoka. Podrobno so raziskali fotoakustični (FA) odziv filma za različne koncentracije in debeline grafena pri obsevanju z nanosekundnim bliskovnim laserjem. Rezultate raziskave so objavili v reviji Photoacoustics (IF=9.656).



Princip laserskega generiranja ultrazvoka v kompozitu na osnovi termoelastičnih učinkov (zgoraj). Skica fotoakustične leče (spodaj levo), meritev ultrazvočnega vala in njegova Schlierenova slika v gorišču (spodaj sredina), frekvenčni spekter ultrazvočnega vala (spodaj desno).

Rezultati kažejo, da amplituda signala FA doseže 11MPa in je linearno odvisna od fluence laserja. Začetek nasičenja signala FA pri visoki fluenci je mogoče interpretirati kot variacije Grüneisenovega parametra z naraščanjem temperature. Poleg tega so dokazali, da je mogoče prostostoječi kompozit FLG enostavno implementirati v optično lečo za proženje prostorsko in časovno omejenega ultrazvočnega vala z visoko amplitudo (> 40 MPa) s centralno frekvenco 11 MHz in pasovno širino 21,5 MHz pri -6 dB. Časovno odvisno opazovanje procesa razkriva nastanek kavitacijskih mikromehurčkov v vodi in v fantomu agarja.

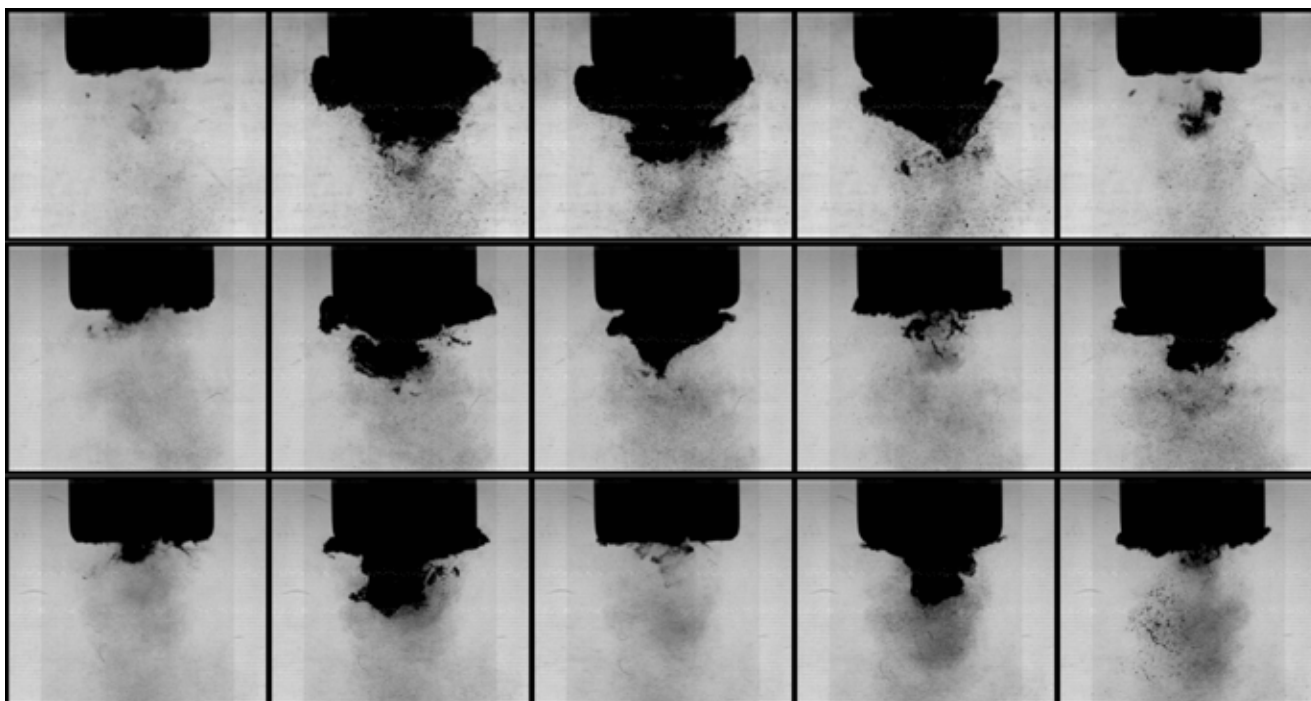
Prispevek pojasnjuje temeljne značilnosti, pomembne za biomedicinske aplikacije, kot tudi fotoakustične parametre kompozita, ki so pomembni za oceno izdelave naprave. Raziskovalci so obravnavali tudi možne uporabe fleksibilnega fotoakustičnega kompozita v biomedicinskih in biokemičnih aplikacijah.

Povezava do članka: <https://doi.org/10.1016/j.pacs.2022.100413>.

www.fs.uni-lj.si

KARAKTERIZACIJA KAVITACIJE POD KONICO ULTRAZVOČNE SONOTRODE S PREDLOGOM AKUSTIČNEGA KAVITACIJSKEGA PARAMETRA

Raziskovalci Laboratorija za vodne in turbinske stroje (LVTS) so izvedli eksperimentalno študijo na področju akustične kavitacije, katere glavni cilj je bila določitev novega akustičnega kavitacijskega števila. Rezultati študije so objavljeni v priznani reviji *Ultrasonics Sonochemistry* (IF: 9,336).



Slika 1: Tipični primer kavitacije na konici 20 kHz ultrazvočne sonotrode premera 4,8 mm

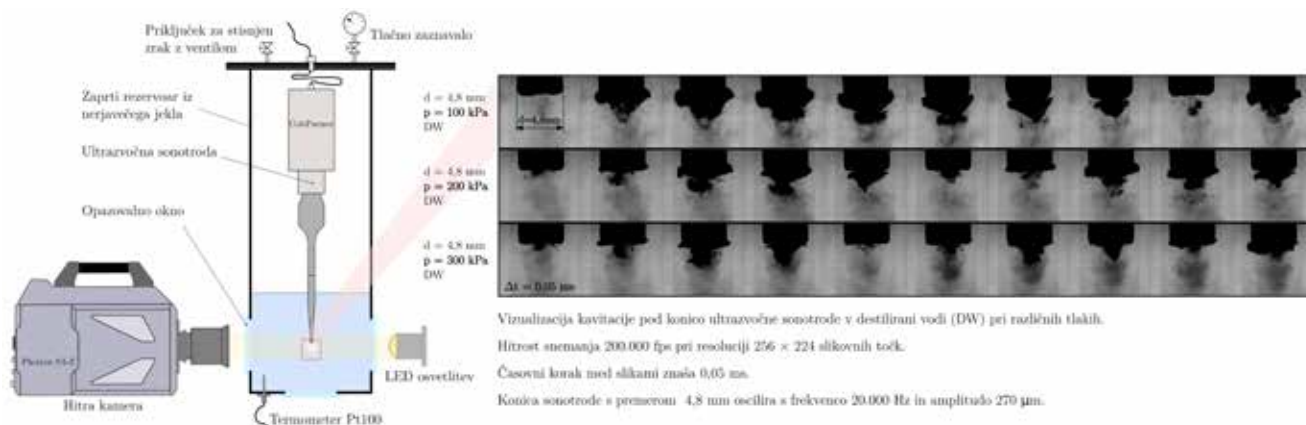
Kavitacija je kot fizikalni pojav posledica hipnega lokalnega zmanjšanja tlaka v kapljevini in se kaže kot nastanek majhnih parnih mehurčkov, ki ob kolapsu lahko povzročajo vrsto težav. Najpogosteje se kavitacija pojavlja na vodnih turbinskih strojih ali raznih zožitvah (npr. šobe za vbrizg goriva v motorjih z notranjim zgorevanjem) in ventilih. Kavitacija lahko povzroči padec izkoristka stroja ali naprave, hrup, vibracije in, česar se inženirji najbolj bojijo, t. i. kavitacijsko erozijo – poškodbe na materialu. V osnovi lahko kavitacijo delimo na hidrodinamsko, ki nastane v toku kapljevine zaradi obtekajočega telesa, in akustično, ki je posledica akustičnega valovanja skozi kapljevino. Dandanes se kavitacija tudi s pridom uporablja na več področjih, npr. v medicini, za čiščenje površin, pri obdelavi pitne ali odpadne vode itd.

Na področju hidrodinamske kavitacije je že vrsto let uveljavljeno t. i. kavitacijsko število, s katerim

lahko na grobo opišemo pojavnost in velikost formirane kavitacije. Kljub nekaterim pomanjkljivostim se kavitacijsko število pogosto uporablja predvsem za relativno primerjavo kavitacijskih razmer v dvo-faznih tokovih. Z njim lahko napovedujemo verjetnost nastopa kavitacije in stopnjo razvitosti pojava pri danih tokovnih razmerah, kar je še posebej pomembno v inženirski praksi.

Na področju akustične kavitacije podobnega parametra, ki bi popisal kavitacijsko stanje, do sedaj še ni bilo. Uporaba ultrazvočnih sonotrod oz. homogenizatorjev je močno razširjena na področjih biologije, kemije, farmacije in varstva okolja, vendar pa kljub temu prisotni fizikalni pojavi še niso povsem raziskani.

S parametrično študijo, s katero so raziskovalci sistematično spreminjali okoliški tlak, premer in poto-



Slika 2 : Eksperimentalna proga (levo) s sekvencami slik hitre vizualizacije pri različnih obratovalnih pogojih (desno)

pitev konice, amplitudo gibanja konice ter lastnosti kapljevine, so izpeljali empirično enačbo, s katero lahko grobo napovemo kavitacijsko stanje pod konico sonotrode. S pomočjo rezultatov, objavljenih v omenjeni reviji, so tako dodali košček znanja v mozaik, ki ga bodo lahko v prihodnosti uporabili drugi

raziskovalci tako za nadaljnje bazične raziskave kot tudi za aplikativne študije.

Povezava do članka: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106159>.

www.fs.uni-lj.si

MEDNARODNI

INDUSTRIJSKI SEJEM 2023

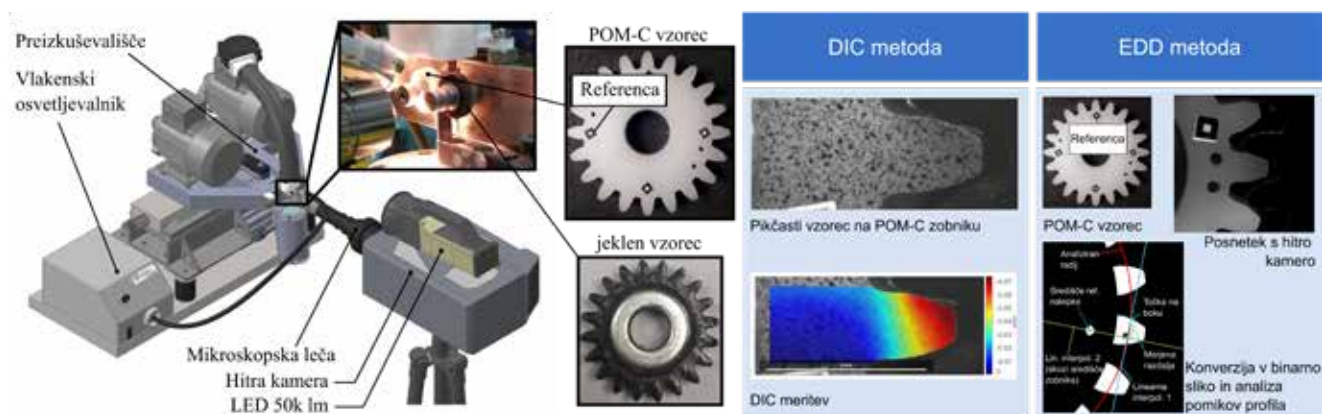
CELJSKI SEJEM
18.–21. APRIL 2023

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


Celjski sejem
www.ce-sejem.si

UPORABA VISOKOZMOGLJIVE HITRE KAMERE ZA SPREMLJANJE NASTANKA UPOGIBNIH DEFORMACIJ POLIMERNIH ZOBNIKOV MED OBRATOVANJEM

Raziskovalca Laboratorija za konstruiranje (LECAD) in Laboratorija za vodne in turbinske stroje (LVTS) sta v novi raziskavi dokazala, da je z uporabo visokozmogljive hitre kamere mogoče spremljati nastanek upogibnih deformacij polimernih zobnikov med obratovanjem. Rezultati opisane raziskave so bili objavljeni v ugledni reviji *Materials & Design* (IF=9.417).



Slika 1: Povzetek metod merjenja deformacij na polimernem ozobju med obratovanjem zobniškega para. Razviti in implementirani EDD in DIC metodi temeljita na meritvah z visokozmogljivo hitro kamero z mikroskopsko lečo, z uporabo katerih je mogoče spremljati pomike in deformacije tekom celotnega cikla ubiranja zobniškega para.

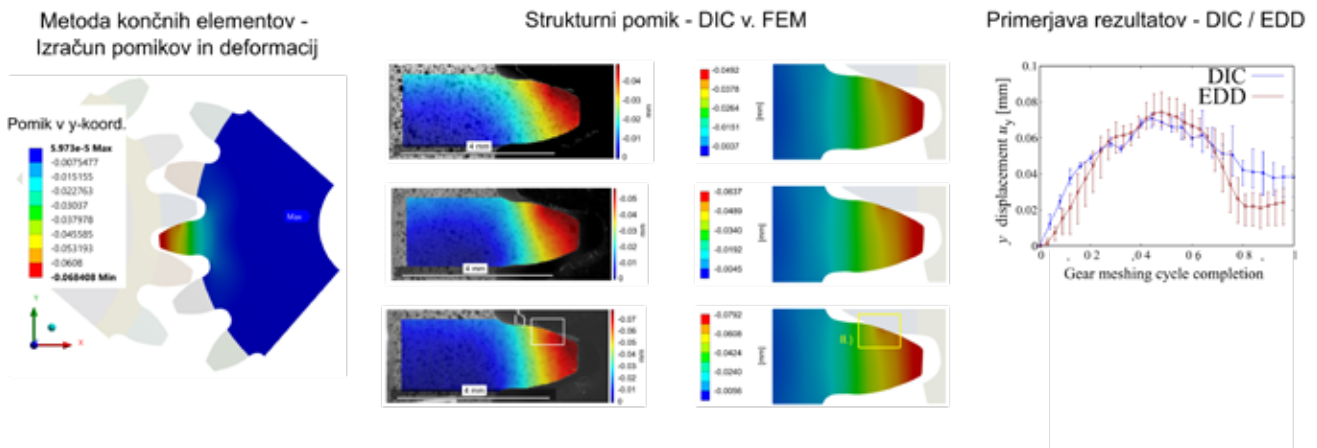
Polimerni zobniki čedalje pogosteje nadomeščajo kovinske zobnike v lažjih aplikacijah v množici različnih segmentov industrije, kot so, denimo, e-mobilnost, gospodinjski aparati, avtomobilska industrija, robotika, industrijska avtomatizacija in druge. Uspešna uporaba polimerov kot material za zobnike zahteva izjemno dobro poznavanje njihovega termomehanskega obnašanja in odpornosti na poškodbene procese, kot so utrujanje, obraba, jamičenje in termično inducirane neelastične deformacije. Omenjeni procesi se odvijajo postopoma pri večjem številu obratovalnih ciklov zobnika in imajo izvor v t. i. procesu ubiranja zobniškega para, tj. v kratki periodi, ko je posamezen par zob zobniškega prenosa v drsno-kotalnem kontaktu. Razumevanje samega procesa ubiranja, ki vpliva tako na napečnostno-deformacijske pogoje v strukturi zobniških materialov kot tudi na procese trenja in generacije toplote zaradi termičnih izgub, je ključnega pomena za doseganje visokozmogljivih polimernih zobniških gonil, ki bodo kos zahtevanim obratovalnim pogojem in bodo dosegali zastavljeno življenjsko dobo.

Doslej je bilo mogoče strukturni odziv zobnika med fazo ubiranja analizirati le z uporabo numeričnih

simulacijskih pristopov, ki zelo pogosto temeljijo na metodi končnih elementov. Čeprav so tovrstne simulacije lahko izjemno koristne, so matematični modeli, na katerih temeljijo, pogosto omejeni s preozkimi predpostavkami in poenostavitvami. V predstavljeni raziskavi sta raziskovalca predlagala pristop optične eksperimentalne analize za ovrednotenje pomikov in deformacij zob polimernega zobnika (kot material sta obravnavala polioksimetilen kopolimer, POM-C) med ciklom ubiranja na podlagi posnetkov s kamero z visoko hitrostjo zajema in mikro-optiko. V ta namen sta raziskovalca implementirala dve metodi obdelave dobljenih posnetkov, in sicer že znano metodo korelacije digitalne slike (DIC) in na novo razvite metode zaznavanja relativnih pomikov profila (EDD).

Prva metoda, tj. DIC-metoda, omogoča podrobno analizo upogibnih pomikov, ki se pojavljajo po celotni domeni stranske površine analiziranega zoba in poleg samih pomikov omogoča tudi direktno pretvorbo v strukturne deformacije (pod pogojem, da sta uporabljeni pegasti vzorec na površini in ločljivost dovolj dobra). Druga metoda, tj. metoda EDD, se osredotoča na analizo profila zoba in poleg zagotavljanja natančnih meritev pomikov profila

Eksperimentalni in numerični rezultati, verifikacija in validacija



Slika 2 : Rezultati meritev in primerjava z numeričnimi izračuni, izvedenimi z metodo končnih elementov. DIC metoda omogoča spremljanje deformacijskih pomikov zoba v ubiranju po celotni stranski površini le-tega in s tem direktno primerjavo z numeričnimi rezultati, pridobljenimi s predhodno validiranim mehanskim modelom. EDD metoda, ki je sicer hitrejša za implementacijo in dopušča visoko stopnjo avtomatizacije, omogoča meritve pomikov po zunanjem profilu zoba, kar zadošča za določitev največjih deformacijskih pomikov na zobu. Tu obe metodi izkazujeta zelo primerljive rezultate.

omogoča tudi obravnavo bolj dolgoročnih procesov, kot sta obraba in akumulacija neelastičnih deformacij – te bodo dodatno raziskane v sklopu prihodnjih raziskav.

Povezava do članka: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.111184>.

www.fs.uni-lj.si

MIEL®

Za višjo produktivnost.

OMRON

QR

MIEL, d.o.o. • Efenkova cesta 61 • SI-3320 Velenje • T +386 (0)3 77 77 000 • F +386 (0)3 77 77 001 • E info@miel.si • S www.miel.si

MERJENJE NIVOJA BITUMNA

Franc Perko

Bitumen je zmes naravnih ali industrijsko pridobljenih ogljikovodikovih spojin. Pri sobni temperaturi je bitumen lepljiva, črna, zelo viskozna tekoča ali poltrdna oblika nafte. Najde se lahko v naravnih nahajališčih ali pa nastane pri destilaciji nafte. Tekoč postane s segrevanjem ali redčenjem.



Asfaltiranje cest z vročim asfaltom



Merilnik nivoja
ThePoint podjetja
Drexelbrook

Do 20. stoletja se je za bitumen uporabljala grška beseda asphaltos. Danes pa je asfalt opredeljen kot zmes utekočinjenega bitumna ter različnih dodatkov – npr. peska, in se uporablja za asfaltiranje cest.

Bitumen je zelo priljubljen gradbeni material. Je visokokakovosten, okolju prijazen gradbeni material. Ne raztopi se v vodi in je izjemno odporen na večino učinkov organskih soli, agresivnih voda, ogljikovih kislin in alkalij. Bitumen odlikujejo izjemna odpornost na vremenske razmere, elastičnost in odpornost na vodo.

Tekoči bitumen se hrani v rezervoarjih, sodih in v cisternah pri prevozu. Zaradi prenapoljenosti rezervoarjev pride do razlitja, kar lahko povzroči resne poškodbe, saj je bitumen shranjen pri visokih temperaturah.

Ker je bitumen lepljiv in je njegova temperatura visoka (150 °C do 180 °C), večina nivojskih stikal ni primerna za merjenje nivoja.

Rešitev za varno merjenje nivojev pri materialnih, ki so lepljivi, ne da bi bilo treba sonde čistiti ob vsa-

kem stiku z merjenim materialom, je točkovno nivojsko stikalo ThePoint podjetja Drexelbrook, ki ima kritični alarm za visok nivo za zavarovanje proizvodnega procesa in preprečitev preliivanja.

Merilna sonda ima funkcijo samodejnega umerjanja s pritiskom na gumb in ročno umerjanje za zahtevnejše aplikacije.

Poleg tega je odbojnost premaza na stikalu ThePoint ključ za uspešno merjenje tega zelo viskoznega medija. Premaz Cote-Shield omogoča, da stikalo (ThePoint) prezre učinek kopičenja materiala na zaznavnem elementu.

Premaz Cote-Shield preprečuje prenos RF-toka preko oblog na senzorskem elementu. Edina pot do tal, ki je na voljo za RF-tok, je skozi material, ki ga merimo.

Meritev je natančna ne glede na količino nabranega materiala na sondi. To je najbolj vsestranska tehnologija, primerna za zelo širok razpon pogojev, od kriogenih do visokih temperatur, od vakuma do tlaka 70 bar in deluje pri merjenju nivojev vseh vrst materialov. Uporaba sonde za merjenje nivoja ThePoint podjetja Drexelbrook pomaga preprečiti nesreče, saj lahko z alarmom za visok nivo zaustavi črpalko ali sproži alarm na nadzorni plošči aplikacije.

Franc Perko, HENNLICH, d. o. o., Kranj

Značilnosti merilnika:

- ▶ Zaščita Cote-shield ne upošteva naloženega materiala na sondi za zaznavanje nivoja.
- ▶ Merilnik je brez gibljivih delov za delovanje brez vzdrževanja.
- ▶ Ko je nameščen in priključen na napajanje, ima stikalo (The Point) funkcijo samodejnega umerjanja s pritiskom na gumb.

Priporočila se tudi za:

- ▶ bobnaste mešalnike,
- ▶ tekoče trakove za vročo mešanico,
- ▶ dostavne žlebove/drče,
- ▶ polagalce asfalta.

Drexelbrook je del podjetja AMETEK STC in je poznan po vsem svetu kot vodilni na področju teh-

nologije merjenja nivojev. Sloves odličnosti so si prislužili z več kot pet desetletij izkušenj pri zagotavljanju nivojskih rešitev v skoraj vseh vejah industrij: naftni in plinski, kemični, petrokemični, rafinerijski, električni, vodni (vključno z odpadnimi vodami), živilski, farmacevtski, celulozni in papirni, rudarski, avtomobilski in številnih drugih.

V Sloveniji jih zastopa podjetje HENNLICH d. o. o., ki je kot lokalni partner z več kot 25-letno tradicijo in izkušnjami takoj pri roki. Za strokovno pomoč in svetovanje se lahko kadarkoli obrnete na njihov tim in skupaj boste našli najustreznejšo rešitev za vas.

Vir:

gradivo podjetja Ametek STC in www.hennlich.si



HENNLICH
Pokličite nas:
041 386 004



www.hennlich.si

Kontaktno mazanje pločevine z valjčki

- za mazanje pločevine pred preoblikovanjem
- mazivo: olje, emulzija
- enakomeren nanos in prihranek maziva
- ročna nastavitvev tlaka za določanje nanosa količine maziva



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

svet ELEKTRONIKE

Naročniška akcija revije Svet elektronike



**Kliknite in
se naročite**



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



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

ALI PRIHAJA ZAČETEK POSTDIGITALNE DOBE?

Organizacije po vsem svetu delajo zelo velike korake in spoznavajo prednosti digitalne transformacije, vendar pa bomo kmalu dosegli ključno točko – postdigitalno dobo, ko bodo individualizacija in takojšnje zmogljivosti na zahtevo ključna gonilna sila. Accenture, veliko podjetje za strokovne storitve, prikazuje postdigitalno dobo kot drzno in zapleteno pot, s katero se bodo podjetja srečala v prihodnjih letih, ko se digitalizacija še naprej uveljavlja, in naslednji val zmogljivih tehnologij predstavlja kot novo dobo. Tu je predvsem govor o DARQ-tehnologiji blokovnih verig, umetne inteligence, razširjene resničnosti in kvantnega računanja, ter o konvergenčnih tehnologijah NBIC (nano-bio-info-cogno) in prihajajoči biodigitalni konvergenci.



Foto: Shutterstock

Digitalizacija namreč danes ni več nekaj, na kar bi morali gledati s strahospoštovanjem in začudenjem, temveč celota tehnologij, ki bi jih morali jemati kot samoumevne kot del sveta, ki nas obdaja (kot to že počnejo nove mlade generacije). In kakšna naj bi bila skrivnost ustvarjanja konkurenčne prednosti v tem postdigitalnem svetu, ki ga predvidevajo tudi veliki mednarodni igralci? V središču Accenturejeve tehnološke vizije je že od leta 2019 postdigitalna doba, ki opredeljuje vrhunske tehnološke trende, strateške posledice in imperitive za podjetja.

Kombiniranje individualizacije s takojšnjimi zmogljivostmi na zahtevo

Pogled v nekoliko bolj oddaljeno prihodnost podjetij bi njihovim strankam in tudi drugim zagotovila

ključno usmeritev. V postdigitalnem svetu diferenciacija izvira iz uporabe digitalnega na zmogljive nove načine. Tehnologije, potrebne za inovacije in razlikovanje, presegajo temeljno sprejetje digitalnih orodij in konceptov. To je obdobje, v katerem je vzpostavljanje zaupanja s strankami, zaposlenimi, poslovnimi partnerji in skupnostmi z odgovornim pristopom do tehnologije glavna in prednostna naloga za vse vodilne kadre, ki želijo rasti in uspeti. Postdigitalna doba naj bi spremenila pogled na tehnološki svet, v katerem bo poudarek na individualizaciji in hitri odzivnosti na trenutne zahteve trga in potrošnikov. Naslednji val tehnologije bo omogočil, da bodo izdelki, storitve in celo okolica ljudi globoko prilagojeni temu, kar Accenture imenuje »individualizacija« in »dostavljeni takoj na zahtevo«. Oboje ima namreč globoko sporočilno vrednost prihajajočih sprememb! Podjetja bodo sposobna

razumeti potrošnike, zaposlene in poslovne partnerje ter njihove cilje bolje kot kadar koli prej, poleg tega bodo imela okretnost in dinamičnost, da se še bolj približajo potrebam ljudi. S kombiniranjem individualizacije s takojšnjimi zmogljivostmi na zahtevo bodo podjetja lahko poskrbela za posameznike v vseh vidikih njihovega življenja, kariere ali poslovnih odnosov, v bistvu bodo oblikovala njihovo realnost. Da bi to dosegle, bodo morale organizacije razumeti ljudi na celostni ravni kot tudi zagotoviti rešitve, ko se potrebe spremenijo v trenutku. Hitrost inovacij ne bo nikoli počasnejša, kot je danes.

Velike spremembe šele prihajajo

Accenture, Boston Consulting Group (BCG), Deloitte in številni drugi napovedujejo velike spremembe na področju industrijske in tehnološke konvergence, zdravstva, medicine, zdravstvene diagnostike, bionike, informatike, umetne inteligence in tako naprej. Posebej se izpostavljajo konvergenčne tehnologije DARQ, NBIC in usmeritev v biodigitalno konvergenco. Gre za mogočna orodja, ki bodo spremenila industrijske procese že v prihajajoči novi industrijski paradigmi industrija 5.0 in družba 5.0. Že zdaj je jasno, da bo bionika tudi integrirana z uporabo bioničnih algoritmov, bioničnim oblikovanjem, sistemi bioničnega načrtovanja, uporabo bioničnih digitalnih dvojčkov (DTB) in uporabo BAS (Bionic Assembly System). V prihodnjih letih bi lahko biodigitalne tehnologije korenito posegale v naša življenja na način, kot so digitalne tehnologije zdaj. Biološki in digitalni sistemi se zblížujejo in lahko spremenijo način dela, življenja in celotnega razvoja.

Biodigitalna konvergenca bo vplivala na industrijo in gospodarstvo

Biodigitalna konvergenca kot proces v malem se danes že dogaja v človeški bioniki. Biodigitalna konvergenca bo lahko močno vplivala na naše gospodarstvo, naše ekosisteme in našo družbo. Pripravljenost, da jo podpiramo, hkrati pa skrbno in občutljivo obvladujemo njena tveganja, bo oblikovala način, kako se bomo usmerjali v družbena in etična vprašanja ter usmerjali pogovore o politiki in upravljanju. Ni naključje da biodigitalni konvergenca v svetu namenjajo vedno več pozornosti. Na primer Policy Horizons Canada (Policy Horizons) je organizacija za strateško predvidevanje znotraj kanadske vlade, ki že resno vodi razprave o prihodnosti biodigitalne konvergence in njenem razvoju, usmeritvah, etičnih in pravnih vprašanjih ter tehnoloških posledicah. V središču dogajanja bi moral biti človek, naravni svet, ne pa samo tehnologija. Apple Watch razkriva, da zaradi vseprisotne tehnologije trpimo za novo nadlogo: dolgočasnostjo. Obstaja očitna nevarnost, da se, če ne sprejmemo pravočasno smernic »postdigitalne usmeritve«, pomikamo v dobo nepovratne digitalne vseprisotnosti. Pogledi ljudi na svet potrebujejo čas, da se spremenijo. Kulturno smo še vedno zelo navdušeni nad novo tehnologijo iz leta 2000. Skrb zbujajoče pa je, da nas ne navdušujejo več novi izdelki, inovacije, ki niso tehnološke. Postdigitalna doba bo priložnost, da človeka vrnemo nazaj v središče dogajanja, s tehnologijo pa dosegamo le boljše rezultate na številnih področjih.

Janez Škrlec, inž.
Uredništvo revije ventil

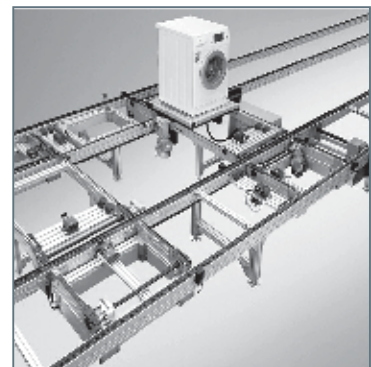
Rexroth

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

PRVA PREDSTAVITEV BIONIKE SLOVENSKI INDUSTRIJI IN GOSPODARSTVU NA PTUJU

V sredo, 26. oktobra, je na VSŠ ŠC Ptuj potekala prva javna predstavitev bionike gospodarstvu in industriji pri nas. Predstavitev je bila fokusirana predvsem na področja, kjer se bionika že vključuje v industrijo. Predaval je Janez Škrlec, dolgoletni član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije in vodja projekta MIZŠ Stičišča znanosti in gospodarstva ter ustanovitelj Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS.



Predstavitev bionike gospodarstvu na VSŠ ŠC Ptuj (Foto: J. Š.)

Izpostavil je, da je bionika interdisciplinarno področje, ki združuje inženirstvo in znanost o življenju oziroma jo pogosto imenujejo tudi biološko navdihnjeno inženirstvo. Bionika je danes konvergenca različnih entitet. V svoji predstavitvi je Škrlec zajel tudi človeško bioniko, ki je danes podpora sodobne medicine in zdravstva. Predstavljal naj bi vse implantabilne vsadke, ki jih sodobna medicina vgrajuje v človeško telo, bionično protetiko, možganske vmesnike, bionični vid in sluh. Izpostavljeno je bilo tudi dejstvo, da so poslanstvo bionike: razvoj inovacij s pomočjo narave, podpora medicini in zdravstvu, pomoč pri razvoju novih industrij, optimiziranje proizvodnih procesov, skrb za okolje in zmanjševanje energetske potrošnje ter preoblikovanje ekonomij in poslovnih modelov.

Škrlec je predstavil tudi bioničnega človeka v virtualnem okolju kot projekt za izobraževalne namene. Izpostavil pa je tudi vse pomembnejše trende tehnološkega razvoja, kjer se bo v prihodnosti bionika integrirala v prihajajočo industrijo 5.0 in družbo 5.0. V predstavitvi so bile posebej izpostavljene številne inovacije, razvojni trendi in pot razvoja, ki vodi v biodigitalno konvergenco in tudi postdigitalno dobo. Ob tej priložnosti so bile izpostavljene tudi izjemno pomembne konvergenčne tehnologije za industrijo prihodnosti, kot so tehnologije NBIC in

DARQ. Bionika naj bi se v prihajajočo industrijo 5.0 in družbo 5.0 vključila z naslednjimi področji: uporaba bioničnih algoritmov, bionično oblikovanje, sistemi bioničnega načrtovanja, uporaba digitalnih dvojčkov DTB ter uporaba BAS (Bionic Assembly System). Spreminjanje proizvodnega okolja na svetovni ravni zahteva ustvarjanje novih proizvodnih sistemov. Na te zahteve pa bi lahko odgovorili z BAS (Bionic Assembly System), ki temelji na konceptih avtonomije, sodelovanja in inteligence svojih enot. Vloga bionike bo namreč razviti sisteme za uravnoteženo in optimizirano proizvodnjo. Ob tej priložnosti je Škrlec Visoki strokovni šoli za bioniko na Ptuj doniral zelo pomembne bionične eksponate, ki bodo koristni za proces izobraževanja bionike na Ptuj. Predstavitev se je udeležila tudi županja MO Ptuj Nuška Gajšek. Županji je Škrlec ob tej priložnosti poklonil prvo avtorsko knjigo o bioniki v Sloveniji. Med udeleženci predstavitve bionike so bili predstavniki ŠC Ptuj, predstavniki Območne obrtno-podjetniške zbornice Ptuj, prof. dr. Janez Kopač UL-FS, številni direktorji in lastniki podjetij. Organizator predstavitve je bil ravnatelj Višje strokovne šole ŠC Ptuj g. Robert Harb, ki je sodelujoče seznanil z izobraževanjem za poklic inženirja bionike na Ptuj.

[Višja strokovna šola ŠC Ptuj](#)

NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

Predstavitev strokovnih prispevkov

Strokovna razstava | Aktualna okrogla miza

Podelitev priznanja TARAS

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

Dogodek je namenjen vsem, ki delujejo v industrijskem okolju ali za industrijo. Na forumu predstavljamo dosežke in novosti, inovativne rešitve, primere prenosa znanja in izkušenj ter njihove uporabe v industrijskem okolju, pri čemer je pozornost usmerjena tako na nove zamisli, zasnove in metode, kot tudi na tehnologije in orodja. Forum je tudi prostor, kjer osvetlimo resnično stanje v industriji, njene zahteve in potrebe. Posebna pozornost je namenjena uspešnim aplikativnim projektom raziskovalnih organizacij, inštitutov in univerz, izvedenih v industrijskem okolju, ter prenosu uporabnega znanja iz znanstveno-raziskovalnega okolja v industrijo.



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



Portorož, 12. in 13. junij 2023

www.forum-irt.si

Glavni pokrovitelji



Razvojna partnerja



Vsebinski partner



Nacionalna pokrovitelja



Pokrovitelji



RAZVOJ HIDRAVLIČNEGA SISTEMA STEWARTOVE PLOŠČADI

Jan Pustavrh, Aljoša Peperko, Franc Majdič

Izvleček:

Stewartova ploščad omogoča simulacijo v šestih prostostnih stopnjah. Sestavljata jo dva nepravilna šestkotnika, ki sta med seboj povezana s šestimi aktuatorji – hidravličnimi valji. S kontroliranim simultanim uvlačenjem ali izvlačenjem batnic iz cevi hidravličnih valjev se spreminja dolžina posamezne noge in tako dosežemo gibanje zgornje pomične ploščadi, ki je opisano s pomočjo matematičnega ozadja. Dimenzioniranje hidravličnega sistema je bilo osnova za zasnovo večje hidravlične ploščadi nosilnosti 2500 kg. Na obstoječi manjši prototipni hidravlični Stewartovi ploščadi smo izvedli matematični popis šolskega kroga, izdelali program za simulacijo ter izvedli meritve hidravličnih parametrov.

Ključne besede:

prostostne stopnje, Stewartova ploščad, zasnova, hidravlika, krmiljenje, meritve

1 Uvod

Prvi simulator letenja Link Trainer je v zgodnjih dvajsetih letih prejšnjega stoletja zgradil Edwin A. Link [1]. Simulator je imel pnevmatično gibljivo ploščad, ki jo je poganjal meh. Omogočala je naklon okoli vzdolžne osi (ang. roll), prečne osi (ang. pitch) ter navpične osi (ang. yaw) letala.

Stewartova ploščad je eden od najbolj reprezentativnih primerov vzporednih manipulatorjev (ang. parallel manipulators). Sestavljata jo dve šesterokotni osnovni nosilni plošči, nepomična in pomična, ki sta povezani s šestimi aktuatorji (hidravličnimi valji). Z ustreznim spreminjanjem dolžin aktuatorjev (hidravličnih valjev) mehanizem zagotavlja šest prostostnih stopenj (6-DOF) zgornje pomične ploščadi. Ta konfiguracija se v veliki meri uporablja za simulatorje gibanja, njen izvor pa je neposredno povezan z razvojem simulatorjev letenja, ki omogočajo simulacijo v šestih prostostnih stopnjah (6-DOF) [2]. Pogosta različica takšnih sistemov je hidravlična Stewartova ploščad, saj imajo hidravlično gnane ploščadi relativno majhno razmerje med velikostjo in močjo, hkrati pa tudi možnost uporabe večjih sil in navorov v primerjavi s podobnimi električnimi aktuatorji [3]. Kljub omenjenim prednostim so hidravlični sistemi nelinearni, zato morajo krmilne sheme običajno upoštevati hidravlično di-

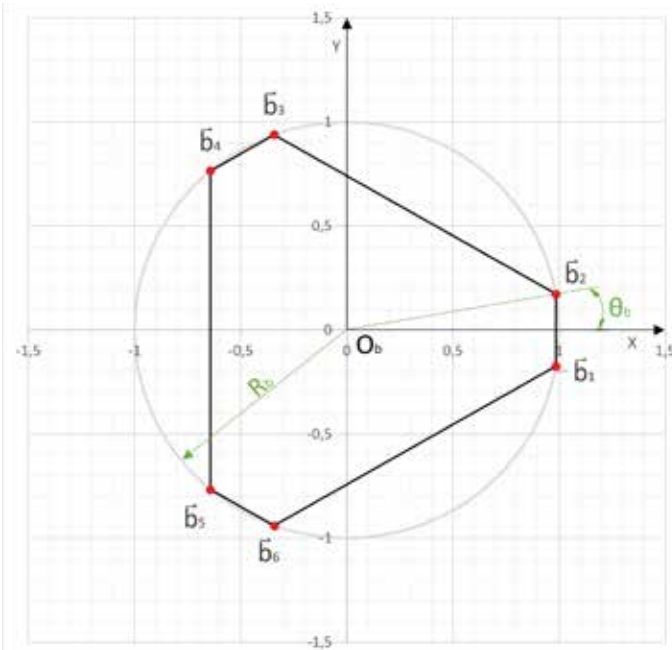
namiko, da dosežejo dobro zmogljivost sledenja položaju [4].

Sistemi, ki omogočajo simulacijo šestih prostostnih stopenj, se uporabljajo v različnih industrijah, kot npr. simulatorji vožnje avtomobila, za izvajanje posebnih učinkov, v filmski industriji, v kinodvoranah za ustvarjanje različnih efektov, na montažnih linijah, kjer je potrebno hitro pobiranje in nameščanje, delta 3D-tiskalniki, v zabaviščnih parkih, zlasti pa za šolanje in izobraževanje pilotov. S pomočjo Stewartove ploščadi lahko umešno ustvarimo pogoje, ki se v realnosti praktično ne morejo zgoditi ali pa se zgodijo izredno redko, in na ta način pripravimo pilote, da se v primeru kakršnih koli težav v zraku odzovejo bolj premišljeno in hitreje, saj so s pomočjo simulatorja že podoživeli podobno situacijo.

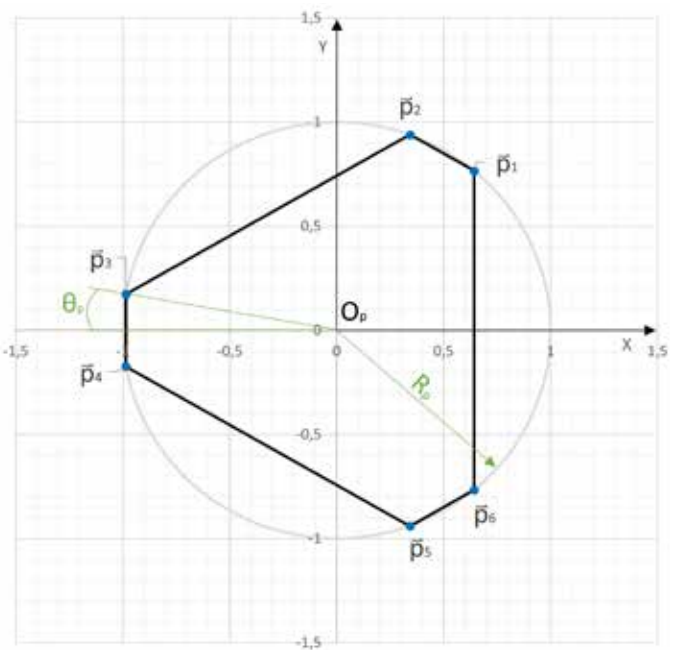
2 Matematično ozadje problema

Na spodnji nepomični (slika 1) (\vec{b}_i ($i = 1, \dots, 6$)) in zgornji pomični (slika 2) (\vec{p}_i ($i = 1, \dots, 6$)) ploščadi imamo šest vpetij, ki jih vektorsko opišemo glede na koordinatni sistem na nepomični (O_b) oz. pomični ploščadi (O_p). i -ta noga je določena z vektorjem \vec{l}_i ($i = 1, \dots, 6$), kar prikazuje enačba (1). S tem vektorjem izračunamo dolžino i -te noge ($|l_i|$), kar je prikazano z enačbo (2). Za izračun vektorja i -te noge je potrebno upoštevati rotacijsko matriko R_p^B (3), ki vsebuje kote α (naklon ali ang. roll), β (nagib ali ang. pitch) ter γ (zasuk ali ang. yaw) in krajevni vektor \vec{T} , ki določa razdaljo med koordinatnim sistemom na nepomični in pomični ploščadi. Slika 3 prikazuje vse komponente, ki jih potrebujemo za izračun dolžine i -te noge.

Jan Pustavrh, mag. inž. str., doc. dr. Aljoša Peperko, prof. mat., doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž.; vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



Slika 1 : Nepomična ploščad s krajevnimi vektorji šestih vpetij (\vec{b}_i ($i = 1, \dots, 6$)), polmerom R_b in kotom med vpetjema $\hat{\theta}_b$



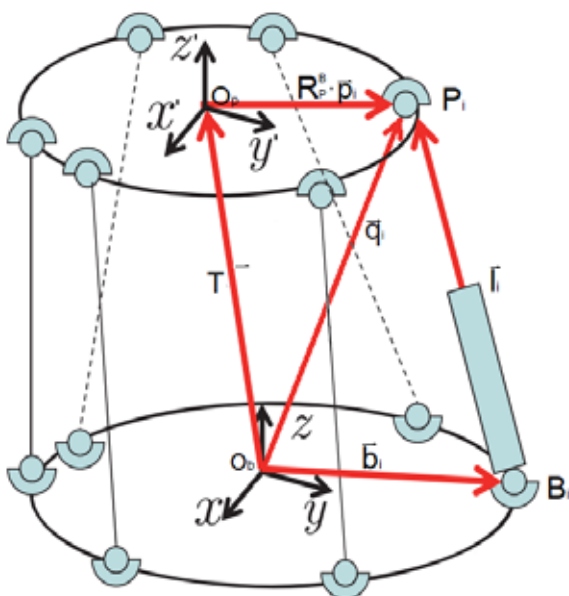
Slika 2 : Pomična ploščad s krajevnimi vektorji šestih vpetij (\vec{p}_i ($i = 1, \dots, 6$)), polmerom R_p in kotom med vpetjema $\hat{\theta}_p$

$$\vec{l}_i = \vec{T} + R_p^B \cdot \vec{p}_i - \vec{b}_i, \quad i = 1, \dots, 6 \quad (1)$$

$$|l_i| = \sqrt{X_{l_i}^2 + Y_{l_i}^2 + Z_{l_i}^2}, \quad i = 1, \dots, 6 \quad (2)$$

$$R_p^B = \begin{bmatrix} C\gamma C\beta & -S\gamma C\alpha + C\gamma S\beta S\alpha & S\gamma S\alpha + C\gamma S\beta C\alpha \\ S\gamma C\beta & C\gamma C\alpha + S\gamma S\beta S\alpha & -C\gamma S\alpha + S\gamma S\beta C\alpha \\ -S\beta & C\beta S\alpha & C\beta C\alpha \end{bmatrix} \quad (3)$$

kjer C predstavlja kosinus in S sinus.



Slika 3 : Komponente s pomočjo katerih izračunamo dolžine i -te noge in vektor \vec{l}_i , s katerim opišemo vpetja na pomični ploščadi [4].

3 Pregled trga

V nadaljevanju bomo prikazali nekaj simulacijskih ploščadi, ki jih je na trgu mogoče dobiti, in izpisali tehnične specifikacije o simulacijskih ploščadih.

Najprej bomo predstavili simulacijsko ploščad PS-6TL-LP2000 (slika 4) s tehničnimi specifikacijami,



Slika 4 : Električna simulacijska ploščad PS-6TL-LP2000 (3406 mm x 3928 mm x 1352 mm) [5]

Preglednica 1 : Tehnične specifikacije simulacijske ploščadi PS-6TL-LP2000 [5]

Model	PS-6TL-LP2000
Največja obremenitev na ploščadi [kg]	2000
Dolžina [mm]	3406
Širina [mm]	3928
Višina (ko je ploščad v začetni legi) [mm]	1352

zapisanimi v *preglednici 1* in v *preglednici 2* [5]. Ploščad za izvajanje simulacije uporablja električne aktuatorje. Uporabljamo jo lahko za simulacijo okolijskih učinkov (npr. potresi), simulacijo vožnje vozil, v filmski industriji, kot simulatorje v zabavni industriji, za pozicioniranje satelitov, teleskopov ter anten in kot simulatorje letenja.

Preglednica 2 : Pomiki, nagibi, nakloni in zasuki simulacijske ploščadi PS-6TL-LP2000 [5]

(X) V smeri leta letala (ang. surge)	Pomik [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	+200/-260 0,65 2,5
(Y) Prečno na let letala (ang. sway)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±200 0,63 2,5
(Z) Vertikalna smer (ang. vertical)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±110 0,3 2,9
Nagib (ang. roll)	Nagib [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±5,9 20 70
Naklon (ang. pitch)	Naklon [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±5,6 20 80
Zasuk (ang. yaw)	Zasuk [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±10,2 30 125

Naslednja ploščad, ki jo bomo predstavili, je električno gnana simulacijska ploščad eMotion-2700 (*slika 5*) s tehničnimi specifikacijami, zapisanimi v *preglednici 3* in v *preglednici 4* [6]. Ploščad je primerna za simulacijo vožnje avtomobila, vlaka, tramvaja, tovornjaka, terenskih vozil, zabavne aplikacije in simulatorje letenja.

Preglednica 4 : Pomiki, nagibi, nakloni in zasuki simulacijske ploščadi PS-6TL-LP2000 [5]

(X) V smeri leta letala (ang. surge)	Pomik [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	+620/-500 0,79 0,6
(Y) Prečno na let letala (ang. sway)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±500 0,81 0,6
(Z) Vertikalna smer (ang. vertical)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	+370/-380 0,55 0,9
Nagib (ang. roll)	Nagib [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±24 34,3 200
Naklon (ang. pitch)	Naklon [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	+28/-25 37,4 200
Zasuk (ang. yaw)	Zasuk [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±27 41,3 400



Slika 5 : Električna simulacijska ploščad eMotion-2700 (2600 mm x 2300 mm x 1280 mm) [6]

Preglednica 3 : Tehnične specifikacije simulacijske ploščadi eMotion-2700 [6]

Model	eMotion-2700
Največja obremenitev na ploščadi [kg]	2700
Dolžina [mm]	2600
Širina [mm]	2300
Višina (ko je ploščad v začetni legi) [mm]	1280

Na trgu je mogoče najti tudi zelo majhne simulacijske ploščadi.

Med najmanjšimi na trgu je električna simulacijska ploščad M-811 (*slika 6*), katere masa je le 2,2 kg. Ločljivost pozicioniranja je 40 nm, ostale tehnične specifikacije pa so prikazane v *preglednici 5* in v *preglednici 6*. Uporablja se v biotehnologiji, polprevodniški tehnologiji, za mikroobdelavo, mikromanipulacijo, meritve, upravljanje orodja itd.



Slika 6 : Manjša električna simulacijska ploščad M-811 (136 mm x 136 mm x 114,3 mm) [7]

Preglednica 5 : Tehnične specifikacije simulacijske ploščadi M-811 [7]

Model	M-811
Največja obremenitev na ploščadi [kg]	5
Dolžina [mm]	136
Širina [mm]	136
Višina (ko je ploščad v začetni legi) [mm]	114,3

Preglednica 6 : Pomiki, nagibi, nakloni in zasuki simulacijske ploščadi M-811 [7]

(X) V smeri leta letala (ang. surge)	Pomik [mm]	±17
	Hitrost [m/s]	0,01
	Pospešek [m/s ²]	/
(Y) Prečno na let letala (ang. sway)	Gib [mm]	±16
	Hitrost [m/s]	0,01
	Pospešek [m/s ²]	/
(Z) Vertikalna smer (ang. vertical)	Gib [mm]	±6,5
	Hitrost [m/s]	0,01
	Pospešek [m/s ²]	/
Nagib (ang. roll)	Nagib [°]	±10
	Hitrost [°/s]	14,32
	Pospešek [°/s ²]	/
Naklon (ang. pitch)	Naklon [°]	±10
	Hitrost [°/s]	14,32
	Pospešek [°/s ²]	/
Zasuk (ang. yaw)	Zasuk [°]	±21
	Hitrost [°/s]	14,32
	Pospešek [°/s ²]	/

Preglednica 7 : Tehnične specifikacije hidravlične simulacijske ploščadi 353.50 [8]

Model	353.50
Največja obremenitev na ploščadi [kg]	3000
Dolžina [mm]	2500
Širina [mm]	2500
Višina (ko je ploščad v začetni legi) [mm]	/

Preglednica 8 : Pomiki, nagibi, nakloni in zasuki simulacijske ploščadi 353.50 [8]

(X) V smeri leta letala (ang. surge)	Pomik [mm]	±200
	Hitrost [m/s]	1,74
	Pospešek [m/s ²]	7,5/maks 6,0
(Y) Prečno na let letala (ang. sway)	Gib [mm]	±170
	Hitrost [m/s]	1,8
	Pospešek [m/s ²]	8,5/maks 5,5
(Z) Vertikalna smer (ang. vertical)	Gib [mm]	±164
	Hitrost [m/s]	2,18
	Pospešek [m/s ²]	16,0/maks 9,5
Nagib (ang. roll)	Nagib [°]	±10
	Hitrost [°/s]	110
	Pospešek [°/s ²]	/
Naklon (ang. pitch)	Naklon [°]	±10
	Hitrost [°/s]	110
	Pospešek [°/s ²]	/
Zasuk (ang. yaw)	Zasuk [°]	±8,4
	Hitrost [°/s]	90
	Pospešek [°/s ²]	/

Naslednji simulacijski ploščadi sta hidravlični. Gre za ploščad 353.50 (slika 7), ki ima največjo obremenitev na ploščadi 3000 kg in katere specifikacije so prikazane v preglednici 7 in preglednici 8, ter za ploščad 354.20 (slika 8), ki ima največjo obremenitev 2000 kg, specifikacije pa so prikazane v preglednici 9 in preglednici 10.



Slika 7 : Hidravlična simulacijska ploščad 353.50 (tloris 2500 mm x 2500 mm) [8]

Natančno in ponovljivo testiranje vibracij zagotavlja podatke, ki jih potrebujejo avtomobilski, vesoljski in drugi inženirji za ustvarjanje varnejših, zanesljivejših in udobnejših vozil in struktur. Večosno simuliranje vibracij privede do realnih oz. tudi do nerealnih pogojev. Simulacijska ploščad se lahko uporablja za testiranje ogrodja avtomobila, armaturnih plošč, rezervoarjev za gorivo, nosilcev motorjev, izpušnih sistemov, sedežev itd.



Slika 8 : Hidravlična simulacijska ploščad 354.20 (tloris 2200 mm x 2200 mm) [8]

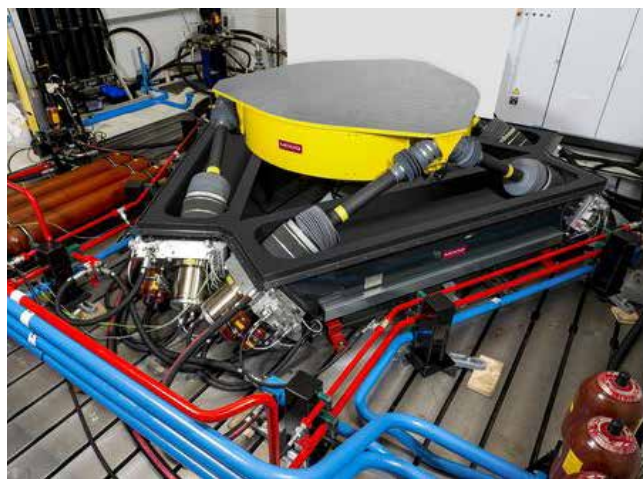
Preglednica 9 : Tehnične specifikacije hidravlične simulacijske ploščadi 354.20 [8]

Model	354.20
Največja obremenitev na ploščadi [kg]	2000
Dolžina [mm]	2200
Širina [mm]	2200
Višina (ko je ploščad v začetni legi) [mm]	/

Preglednica 10 : Pomiki, nagibi, nakloni in zasuki simulacijske ploščadi 354.20 [8]

(X) V smeri leta letala (ang. surge)	Pomik [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±125 1,35 12,8/maks 4,8
(Y) Prečno na let letala (ang. sway)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±110 1,3 11,6/maks 4,2
(Z) Vertikalna smer (ang. vertical)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±140 1,7 15,9/maks 6,0
Nagib (ang. roll)	Nagib [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±9 70 /
Naklon (ang. pitch)	Naklon [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±8 70 /
Zasuk (ang. yaw)	Zasuk [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±6 50 /

V nadaljevanju bomo predstavili še visokofrekvenčno hidravlično simulacijsko ploščad (ang. High Frequency Simulation Table) (slika 9), za katero so tehnične specifikacije podane v preglednici 11 in preglednici 12.



Slika 9 : Hidravlična simulacijska ploščad High Frequency Simulation Table (4167 mm x 3762 mm x 1586,9 mm) [9]

Preglednica 11 : Tehnične specifikacije hidravlične simulacijske ploščadi High Frequency Simulation Table [9]

Model	High Frequency Simulation Table
Največja obremenitev na ploščadi [kg]	600, (masa mize = 742 kg, skupaj = 1342 kg)
Dolžina [mm]	4167
Širina [mm]	3762
Višina (ko je ploščad v začetni legi) [mm]	1586,9

Preglednica 12 : Pomiki, nagibi, nakloni in zasuki hidravlične simulacijske ploščadi High Frequency Simulation Table [9]

(X) V smeri leta letala (ang. surge)	Pomik [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±118 1,405 0,08
(Y) Prečno na let letala (ang. sway)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	±103 1,218 0,064
(Z) Vertikalna smer (ang. vertical)	Gib [mm] Hitrost [m/s] Pospešek [m/s ²]	+163/-140 1,753 +0,109, -0,089
Nagib (ang. roll)	Nagib [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±7,6 95,6 4000
Naklon (ang. pitch)	Naklon [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	+7,2/-8,4 88,9 +4000, -5000
Zasuk (ang. yaw)	Zasuk [°] Hitrost [°/s] Pospešek [°/s ²]	±5,3 62,5 8900

4 Povzetek pregleda trga

Po pregledu trga smo ugotovili, da je mogoče dobiti različne simulacijske ploščadi, od najmanjših, ki imajo pomike nekaj milimetrov in nosilnosti nekaj kilogramov, pa vse do ploščadi, ki imajo pomike nekaj sto milimetrov in nosilnosti več tisoč kilogramov. Kot smo zapisali, se ploščadi uporabljajo za različne namene - od simulacij okoljskih učinkov, vožnje vozil, plovil, vlakov, za pozicioniranje satelitov, teleskopov in anten, v vesoljski industriji, v obdelovalni industriji, meritvah, skeniranju, letalstvu itd. Čedalje več pa se podobne simulacijske ploščadi uporabljajo v zabavni, filmski, igralniški in podobni industriji. Tu lahko zasledimo ploščadi, ki omogočajo simulacijo v dveh prostostnih stopnjah, cene pa se gibljejo že od nekaj tisoč evrov navzgor, vse do simulacijskih ploščadi, ki omogočajo simulacijo v šestih prostostnih stopnjah, cene pa se gibljejo od nekaj deset tisoč evrov navzgor.

Ugotavljamo, da trenutna ponudba na trgu ne pokriva zelenih visokodinamičnih simulacij, pomiki obstoječih pomičnih ploščadi so premajhni za realno simulacijo letenja. Naš namen je torej zasnovati večjo hidravlično ploščad, ki bi omogočala visokodinamično simulacijo in pomike batnic hidravličnih valjev vsaj 500 mm.

5 Konstrukcijska zasnova ploščadi

Pri snovanju Stewartove ploščadi smo izhajali iz znanja, ki smo ga pridobili pri izdelavi prototipa hidravlične Stewartove ploščadi [10, 11], zelenih vhodnih parametrov, tj. nosilnost ploščadi 2500 kg, ter pomikov aktuatorjev vsaj 500 mm in tlorisnih gabaritnih mer (2700 x 2700 mm). Zasnovali smo ploščad (slika 10), ki je kombinacija tipa 6-6 in 3-3, ker je bolj podobna tipu ploščadi 3-3, vendar ima tako na nepomični kot tudi na pomični ploščadi šest vpetij.



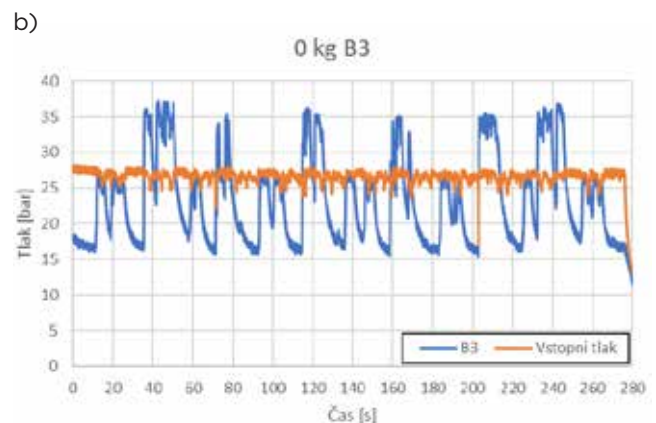
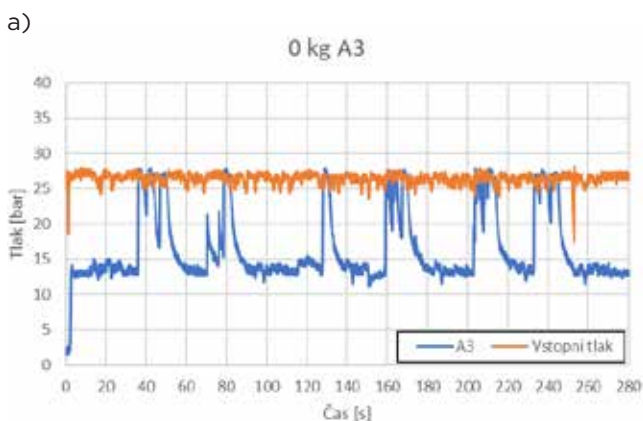
Slika 10 : Stewartova ploščad s prikazano letalsko kabino (4220 mm x 2815 mm x 3735 mm)

6 Eksperimentalni del

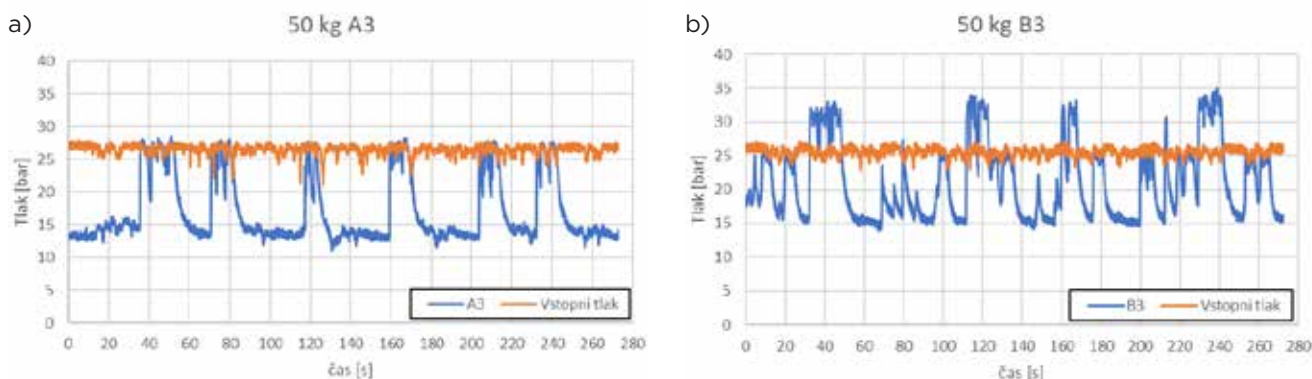
Meritve med simulacijo poenostavljenega šolskega kroga smo izvedli na manjši prototipni Stewartovi ploščadi [10, 11], ki je prikazana na sliki 11. Opravili smo meritve pri neobremenjeni ploščadi in povečevali obremenitev po 10 kg do maksimalne obremenitve 50 kg. Na sliki 12 so prikazani rezultati meritev vstopnega tlaka ter tlaka na vodu A (a) in B (b) v odvisnosti od časa pri neobremenjeni ploščadi, slika 13 pa prikazuje rezultate vstopnega tlaka ter tlaka na vodu A (a) in B (b) v odvisnosti od časa pri obremenitvi 50 kg.



Slika 11 : Obstoječa manjša prototipna hidravlična Stewartova ploščad (685 mm x 844 mm x 1505 mm) [10, 11]



Slika 12 : Rezultati meritve vstopnega tlaka in tlaka na vodu A (a) in B (b) ventila 3 pri simulaciji šolskega kroga pri neobremenjeni ploščadi



Slika 13 : Rezultati meritve vstopnega tlaka ter tlaka na vodu A (a) in B (b) ventila 3 pri simulaciji šolskega kroga pri obremenitvi 50 kg

7 Zaključki

V okviru predstavljenega projekta je prikazana zasnova večje hidravlične Stewartove ploščadi, na katero bi lahko postavili kabino ter izvajali različne simulacije – od vožnje avtomobila, valovanja, letenja itd. Namen zasnove večje ploščadi je, da bi jo v prihodnosti izdelali in nanjo postavili letalsko kabino. Izvajali bomo različne simulacije in meritve ter jo izboljševali, da bo konkurenčna obstoječim ploščadim na trgu. V delu smo:

- ▶ podrobno pregledali stanje tehnike večprostorskih simulacijskih ploščadi;
- ▶ zapisali matematično ozadje problema za izračun i-te noge – aktuatorja;
- ▶ izvedli preračun hidravličnih parametrov, potrebnih za snovanje večje ploščadi in izbiro hidravličnih sestavin;
- ▶ zasnovali večjo hidravlično ploščad na podlagi izvedenih preračunov, zasnovali hidravlično shemo večje simulacijske ploščadi in izbrali nekaj primerov servoventilov ter črpalk, ki bi jih lahko uporabili pri dejanski izdelavi;
- ▶ postavili enostaven simulacijski model in naredili nekaj numeričnih izračunov;
- ▶ izdelali program za poenostavljen levi in desni šolski krog ter med simulacijo izvedli meritve hidravličnih parametrov pri neobremenjeni ploščadi ter obremenitev povečevali do 50 kg s korakom po 10 kg.

Glavni prispevek tega dela je zasnova večje hidravlične Stewartove ploščadi, ki bo v prihodnosti omogočala njeno izdelavo. Postavljen je bil simulacijski model, ki bo osnova za nadaljnje delo in razvoj krmiljenja.

Iščemo investitorja za projekt izdelave večje simulacijske hidravlične ploščadi nosilnosti 2,5 t.

Literatura

- [1] R. Aharrah, "Flight simulation, past, present, and future," in 2nd Annual Meeting, 1965, pp. 371–386. doi: 10.2514/6.1965-480.
- [2] D. Stewart, "A Platform with Six Degrees of Freedom," Proc. Inst. Mech. Eng., vol. 180, no. 1, pp. 371–386, Jun. 1965, doi: 10.1243/PIME_PROC_1965_180_029_02.
- [3] B. Dasgupta and T. S. Mruthyunjaya, "The Stewart platform manipulator: a review," Mech. Mach. Theory, vol. 35, no. 1, 2000, doi: 10.1016/S0094-114X(99)00006-3.
- [4] Bu F. and Yao B., "Observer based coordinated adaptive robust control of robot manipulators driven by single-rod hydraulic actuators," in Proceedings 2000 ICRA. Millennium Conference. IEEE International Conference on Robotics and Automation. Symposia Proceedings (Cat. No.00CH37065), vol. 3, pp. 3034–3039. doi: 10.1109/ROBOT.2000.846488.
- [5] SystemsMotion, "Motion Platforms." 2022. [Online]. Available: <https://motionsystems.eu/>
- [6] Bosch Group BV, "Electric 6DOF Motion system eMotion-2700." 2020.
- [7] Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, "M-811 Vacuum-Compatible Miniature Hexapod 6-Axis Positioner." 2011.
- [8] MTS Systems, "MASTTM (Multi-axial Simulation Table) Systems." 2021.
- [9] I. Moog, "Hydraulic Simulation Tables." 2018.
- [10] J. Pustavrh, "Snovanje hidravličnega sistema prototipa Stewartove ploščadi," Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, 2020.
- [11] J. Pustavrh, A. Peperko and F. Majdič, "Razvoj in raziskave prototipa Stewartove ploščadi," Ventil, vol. letnik 26, pp. 264–271.

Development of the hydraulic system of the Stewart platform

Abstract:

The Stewart platform allows simulation in six degrees of freedom. It consists of two irregular hexagons connected by six actuators - hydraulic cylinders. The controlled simultaneous retraction or extraction of the piston rods from the tubes of the hydraulic cylinders changes the length of each leg, achieving the movement of the upper moving platform, which is described using a mathematical background. The dimensioning of the hydraulic system was the basis for the design of a larger hydraulic platform with a load capacity of 2500 kg. On the existing smaller prototype of a hydraulic Stewart platform, we performed a mathematical calculation of the pilot-school circuit, created a simulation program and made measurements of the hydraulic parameters.

Keywords:

degrees of freedom, Stewart platform, design, hydraulics, control, measurements

LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO

Smo laboratorij z dolgoletno tradicijo na področju fluidne tehnike. Ukvarjamo se z oljno in tudi ekološko prijazno vodno pogonsko-krmilno hidravliko, pri tem pa uporabljamo sofisticirano in sodobno merilno in programsko opremo.

Obrnite se na nas, če potrebujete:

- razvoj in optimiranje hidravličnih komponent in naprav,
- izdelavo hidravličnih naprav,
- izboljšave in popravila hidravličnih strojev in naprav,
- izdelavo sodobnega krmilja za hidravlične stroje,
- industrijsko izobraževanje na področju fluidne tehnike,
- ekološke hidravlične naprave na pitno vodo,
- nudimo visokotlačne trajnostne teste,
- nudimo testiranje hidravličnih filtrov ter izdelavo sodobne filtrirne naprave, ...



S3C



Hvala da ste postali in ostali
naš partner. Sodelovanje z vami
nam je v veselje in izziv, zato
upamo, da tudi v prihodnje
skupaj zmagujemo.

Srečno in uspehov polno
novo leto 2023.

www.stric.si

RS35220

VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV - 12. DEL

Franc Majdič

V enajstem delu *Vzdrževanja hidravličnih naprav* smo predstavili možnosti popravil hidravličnih valjev (cilindrov), ki poleg hidravličnih črpalk spadajo med bolj uporabljane hidravlične komponente. Ker so manj kompleksni, jih je razmeroma preprosto popraviti. Tako kot druge komponente imajo tudi hidravlični valji omejeno uporabno dobo. Ob določenem stanju obrabe jih je treba obnoviti oz. vsaj pretesniti. Predstavili smo, kako jih razstavimo in pregledamo. Zapisali smo napotke, kako naročimo prava tesnila in kako jih sestavimo nazaj.

IZBOR USTREZNEGA SERVISNEGA HIDRAVLIČNEGA PODJETJA

Povzetek

V tem prispevku bomo pisali o tem, kako izbrati ustrezno podjetje za servis hidravlične naprave. Če ste odgovorni za delovanje več hidravličnih naprav in resno želite zmanjšati obratovalne stroške, potem boste prišli do situacije, ko boste potrebovali zunanjega strokovnjaka za posebna popravila. Obstajajo tri možnosti: dobavitelj stroja, proizvajalec posameznih hidravličnih komponent ali neodvisen hidravlični servis. Kot smo že omenili v eni izmed prejšnjih šol vzdrževanja hidravlike, je zadnje odvisno od zmogljivosti in izkušenj strokovnjaka, kar ima poglobljen vpliv na ceno in odločitev o popravilu obstoječe komponente ali nakupu nove.

Dobavitelji strojev

Pri vprašanju o popravilu posamezne hidravlične komponente se sposobnosti posameznih dobaviteljev strojev zelo razlikujejo. Nekateri imajo potrebne izkušnje in opremo za popravilo velike večine hidravličnih okvar, drugi pa so popolnoma odvisni od zunanjih izvajalcev – serviserjev. Običajno je strošek popravila hidravlične komponente višji, če ga naročite pri dobavitelju strojev. Višja cena popravila je pogost primer takrat, ko dobavitelji strojev naročajo servisne usluge pri tretjem podjetju [1].

Programi menjave

Če pride do okvare stroja in dobavitelj stroja ponuja menjavo z novim ali obnovljenim delom, je to

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

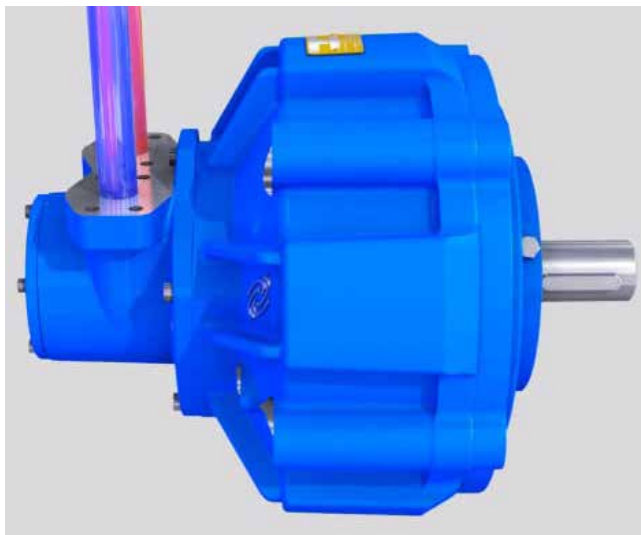
lahko atraktivna rešitev. Prednost menjave okvarjene komponente je, da dobavitelj stroja poskrbi za njeno obnovo. V tem primeru ne čakate na obnovo okvarjene komponente, ampak jo dobavitelj stroja zamenja z že obnovljeno. Popravilo je hitro opravljeno, dobavitelju stroja pa plačate stroške obnove in hitrega odziva. Pri tem se je treba zavedati, da cena odprave napake ni nujno povezana z dejanskim stroškom popravila okvarjene komponente. Cena takega popravila je običajno odvisna od povprečne cene obnove komponente, od stroška skladiščenja ter od posameznih delov, ki jih lahko ponovno uporabite.

Ker je dobaviteljeva cena odvisna od povprečne cene obnove posamezne komponente, je strošek menjave okvarjene komponente z obnovljeno lahko večji, lahko pa je tudi znatno manjši od dejanske. Ker seveda zastoj na stroju stane, je glavna prednost menjave okvarjene komponente z obnovljeno znatno zmanjšan čas odprave napake.

V primeru, da čas zastoja ni problematičen, pa je dobro pridobiti ponudbo za menjavo okvarjene komponente z obnovljeno. To je dodaten razlog za spremljanje uporabne dobe posameznih komponent. Če lahko na podlagi spremljanja stanja stroja določimo uporabno dobo posameznih komponent, lahko napovemo, kdaj bo potrebno naročiti nov rezervni del. S tem lahko veliko privarčujemo.

Proizvajalec posameznih hidravličnih komponent

Če je treba popraviti posamezno hidravlično komponento [2, 3], se na prvi pogled zdi logično, da jo pošljemo v popravilo njenemu proizvajalcu. Pri tem mislimo na servis, ki je v lasti proizvajalca hidravličnih komponent, ne pa na neodvisni hidravlični servis ali na zastopnika proizvajalca komponent.



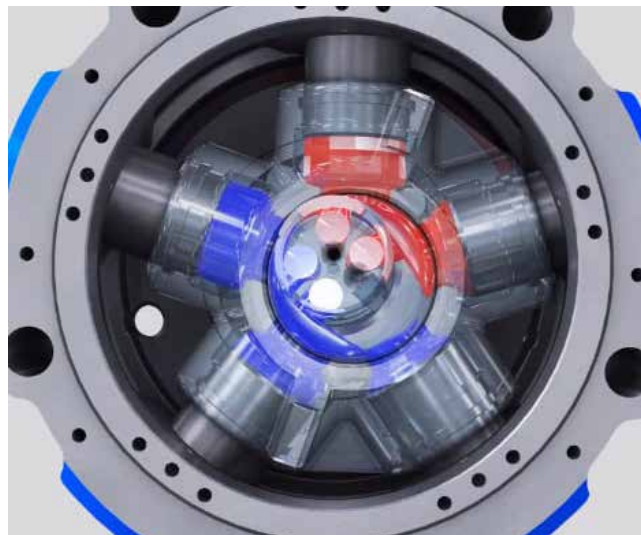
Slika 1 : Radialni batni motor [4]

Obstaja veliko pasti, na katere je treba paziti, če pošljete okvarjeno komponento v popravilo proizvajalcu.

Prvič: proizvajalec hidravličnih komponent je vedno bolj naklonjen prodaji nove komponente kot pa popravilu stare. To ima smisel takrat, ko je glavni namen proizvajalca zgolj zaslužek od količinske prodaje komponent. Posledično uporabljajo različne pristope, da prodajo nove komponente. Včasih povedo, da je vaša okvarjena hidravlična komponenta neekonomično popravljati ali pa, da je bil ta model zamenjan z novim, čeprav je vaš stroj star šele nekaj let. Ne glede na zgodbo bo vaša edina rešitev ta, da kupite novo komponento. Tako bo odplavala možnost prihranka denarja z obnovo okvarjene stare komponente.

Drugič: če vam proizvajalec ne more prodati nove komponente, bodo običajno izkoristili naslednjo priložnost in prodali čim več rezervnih delov. To pomeni, da v primeru, ko oni obnavljajo komponento, niso motivirani, da znižajo stroške popravila z iskanjem poceni rešitev. V nadaljevanju vam bomo predstavili konkreten primer.

Recimo, da ste odmontirali radialni batni motor (slika 1) iz vašega stroja in ga odpeljali na popravilo k proizvajalcu. Ko razstavijo motor, ugotovijo, da je več batov in njihovih izvrtin močno obrabljenih zaradi zelo slabe čistoče hidravličnega olja. Proizvajalec priporoča, da zamenjate ohišje in vse bate. Cena predlaganega popravila je skoraj enako visoka kot cena novega motorja. Če vi ne želite kupiti novega motorja, poiščete neodvisni hidravlični servis in prosite za ponudbo. Tak servis je običajno cenejši in recimo, da vam ponudijo popravilo za 60 % cene novega motorja. To je v primeru večjega radialnega batnega motorja ogromen prihranek. Neodvisen hidravlični servis je sposoben to izvesti, saj uporabljajo obdelavo poškodovanih izvrtin in uporabijo večji



premer batov. Tako lahko obdržijo staro ohišje radialnega batnega motorja. Večji premeri batov niso originalni, a je bila njihova kvaliteta že preverjena pri številnih prejšnjih obnovah. Običajno hidravlični servisi jamčijo eno leto za obnovljene komponente. Boljši in izkušeni servisi ob dani garanciji v drobnem tisku zapišejo, da ta velja le ob ustrezno čistem hidravličnem olju.

Pri vsem tem pa je treba omeniti, da je v današnjem času večina dobrih proizvajalcev hidravličnih komponent zelo zasedena in da ne uspejo dovolj hitro proizvajati in zadostiti potrebam trga. Omenjeno daje prednost obnovam okvarjenih komponent pred nakupom novih.

Neodvisen hidravlični servis

Predhodno opisan primer daje prednost naročilu obnove hidravličnih komponent pri neodvisnem servisu. Proizvajalec hidravličnega motorja ni ponudil najcenejše rešitve predvsem zato, ker nimajo na razpolago originalnih batov z večjim premerom. Čeprav bati niso originalni, to ne pomeni, da bo zato tako obnovljen hidravlični motor vzdržal manj kot nov.

Pomembno je razlikovati med preverjeno korektno inženirsko obnovo, ki vam privarčuje denar, in med dvomljivimi cenejšimi popravili, ki jih je treba izvesti dvakrat. Te dvome lahko odpravite tako, da servisu postavite dve vprašanji:

- ▶ Ali je bil predlagani postopek popravil preverjen in kakšna je uporabna doba tako obnovljene komponente?
- ▶ Ali ponujajo garancijo za opravljeno popravilo in kakšna je?

Če predlagana tehnika popravila ni preverjena ali če vam servis za popravilo ne da garancije, dvakrat

premislite o popravilu pri takem servisu. Odločiti se morate na podlagi pristnih informacij, prava odločitev bo rešila vašo okvaro le, če bo delovala. Napačna odločitev pa bo, v primeru neustreznega popravila, le veliko stala. Mogoče bo servis pripravljen prevzeti nekaj tveganja pri iskanju rešitve, saj v primeru uspešno odpravljenih napake to izkušnjo lahko proda tudi drugim. To je dobro izhodišče za pogajanje pred naročilom popravila.

Nadomestni deli

Podoben pristop je možen tudi v primeru, da vam servisna delavnica ponudi poceni obnovo hidravlične komponente zaradi uporabe neoriginalnih ali nadomestnih delov. Nadomestni deli za hidravlične komponente včasih izhajajo od istih podizvajalcev, ki dobavljajo tudi glavnemu proizvajalcu hidravlične komponente. V takem primeru je kvaliteta nadomestnega dela enaka originalnemu delu. Kvaliteta nadomestnih delov lahko na trgu zelo odstopa – lahko je zelo slaba, lahko je odlična.

Če je znana kvaliteta nadomestnih delov in servis jamči zanje, potem je tveganje za nekvalitetno popravilo okvarjene hidravlične komponente zelo majhno. Če servis še ni uporabil takih nadomestnih delov in njihova kvaliteta ni znana, se morate odločiti sami. Osnova za odločitev naj bo, koliko denarja boste privarčevali, če bodo nadomestni deli uporabni pričakovano dobo, in koliko vas bo stalo, če ne bodo uporabni. Pri tem je treba upoštevati tudi pripravljenost servisa, da prevzame del odgovornosti v primeru neuporabnosti nadomestnih rezervnih delov.

Večja podjetja imajo pogosto interno pravilo, da popravila posameznih komponent lahko izvajajo le njihovi proizvajalci ali pa pooblaščen serviserji, ki uporabljajo le originalne rezervne dele. Seveda s tem ni nič narobe, le pogosto lahko stane več od predhodno predstavljene alternativne rešitve.

Pristranskost distributerja

Medtem ko vam lahko ugleden servis odlično obnovi okvarjeno hidravlično komponento in s tem privarčujete precej denarja, obstajajo pasti v povezavi s pristranskostjo distributerja. Večina lastniško odvisnih servisov zastopa enega ali več proizvajalcev hidravličnih komponent. To pomeni dvoje. Prvo je, da ima tak servis finančne obveznosti do proizvajalca, ki ga zastopa. Drugo pa je, da kot distributer dobi poseben popust od proizvajalca za rezervne dele.

Za servis je neobičajno, da je zastopnik za več proizvajalcev hidravličnih komponent, ker dobivajo različne popuste od posameznih dobaviteljev. To je glavno bistvo pristranskosti distributerja. Na primer: če vi pošljete na popravilo hidravlično črpalko (slika 2) proizvajalca A, za katerega servis ni



Slika 2 : Aksialna batna črpalka [5]

distributer, se pogosto zgodi, da ugotovi, da vam namesto popravila črpalke proizvajalca A raje po zelo ugodni ceni ponudi novo črpalko proizvajalca B, za katerega je ta distributer. Servis vam bo npr. povedal, da vam lahko popravijo vašo črpalko A ali pa vam prodajo novo črpalko proizvajalca B le za 20 % višjo ceno. Taka situacija je posledica različnih popustov dveh različnih proizvajalcev. V takem primeru je verjetno najbolje kupiti novo črpalko.

Posledice pristranskosti distributerja

Pristranskost distributerja vas lahko stane precej denarja. To je prikazano na primeru v nadaljevanju. Vodja vzdrževanja večjega proizvodnega podjetja je poslal eno izmed hidravličnih črpalk na popravilo k neodvisnemu serviserju. Namesto, da bi ta popravil črpalko, je ponudil njeno zamenjavo z drugim proizvajalcem, ki ga je zastopal. Njihov izgovor je bil, da je popravilo neekonomično. To je vsekakor past za naročnika. Po dveh letih je nadomestna črpalka odpovedala in ugotovili so, da je dejanski strošek popravila prve črpalke pri distributerju za te črpalke le polovica cene nove.

Viri

- [1] Casey, B.: Insider secrets to hydraulics, Brendan Casey, West Perth, 2002.
- [2] Pezdinik, J., Majdič, F.: Hidravlika in pnevmatika, skripta; Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2011.
- [3] Findeisen, D.: Ölhydraulik, 5. Auflage, Berlin, 2005.
- [4] Rotary Power: How does a radial piston motor work?, spletna stran: <https://rotarypower.com/how-does-a-radial-piston-motor-work/>, poskus dostopa: 25. 11. 2022.
- [5] Bosch Rexroth: Axial piston variable pump A4VSG, spletna stran: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/industrial-hydraulics/pumps/axial-piston-pumps/variable-pumps-closed-circuit/a4vsg>, poskus dostopa: 25. 11. 2022.

DOBRO ZAVAROVANA ZAPORA

Zaklepni standardni elementi se vse pogosteje uporabljajo v strojništvu in industriji, zlasti pa pri organizaciji dogodkov, za zapiranje in varovanje različnih sestavnih delov. Podjetje Eles+Ganter zdaj širi svojo ponudbo zaskočnih elementov z zaklepnim zaskočnim sornikom GN 814 iz nerjavnega jekla. Vgrajeni mehanizem za zaklepanje štiti pred nepooblaščenim in nenadzorovanim zaklepanjem ali odklepanjem.

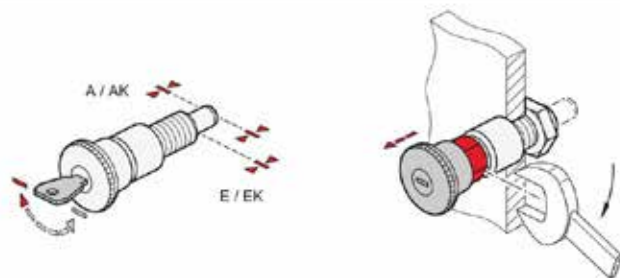
Zaklepni zaskočni sorniki GN 814 iz nerjavnega jekla vključujejo preverjene osnovne funkcije različnih zaskočnih sornikov Eles+Ganter. Novost je pametna kombinacija z možnostjo zaklepanja kot varnostno funkcijo. V ta namen je v črn plastični gumb vgrajena ključavnica. Z zaklepanjem za 180 stopinj in odstranitvijo ključa se pri oblikah A in AK zaskočni sornik zavaruje v sprednjem položaju ter preprečuje premikanje iz začetnega položaja. Pri oblikah E in EK se lahko zaskočni sornik dodatno zavaruje tudi v zadnjem položaju, kar omogoča tudi zaklepanje z zaskočitvijo za primere in situacije, v katerih zaskočni sornik začasno ne sme izskočiti. Pri vseh oblikah je mogoče ključ odstraniti tudi v nezaklepanem položaju, da se prepreči nepooblaščen zapiranje.

Zaskočni sornik iz nerjavnega jekla je na voljo z dvema različicama zaklepa: pri tipu zaklepa SC je mogoče vse uporabljene zaskočne sornike upravljati z istim ključem, pri zaklepem tipu SU pa je za vsak zaskočni sornik na voljo ločen ključ.

Da bi preprečili nepooblaščen demontažo ali nastavitev zaklepnega sornika, je vijak s šestrobo glavo za montažo ali demontažo dostopen le, če je zaklep odklenjen in je glava umaknjena. Kot dodatna oprema je na voljo tudi protimatica.

V nekaterih primerih je morda koristno zaskočni sornik in matico pritrditi z lepljenjem ali varjenjem in s tem dodatno zaščititi pred neželeno manipulacijo.

INOX
STAINLESS
STEEL



Vir:

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

07.-09.3.2023

IFM

AINTRONIKA

ROBOTICS

GR, Ljubljana, Slovenija

REGULATOR MASNEGA PRETOKA VEMD

Proporcionalni ventil za regulacijo pretoka VEMD je primeren za uporabo pri regulaciji masnih pretokov zraka, kisika in inertnih plinov. V številnih aplikacijah je potrebno nadzorovati pretok zraka ali drugih plinov. Kisik postaja vse pomembnejši, ne le v sektorju naravoslovja, temveč tudi v živilski industriji in biotehnologiji. Plin je potrebno vedno natančno dozirati, ne glede na to, ali se uporablja za nadzor zaščitnih plinov v proizvodnji ali za dihalni zrak v medicinskih pripomočkih. Pri tem je izpolnjevanje visokih zahtev glede zanesljivosti in učinkovitosti prav tako pomembno kot stroškovna učinkovitost. Novi modul VEMD izpolnjuje oboje, ponuja visoko dinamično odzivnost in je cenovno zelo ugoden.



Videz modula VEMD

Enostaven proporcionalni nadzor

Pretok plina na izhodu krmilnika masnega pretoka je mogoče enostavno prilagoditi in nadzirati v linearnem načinu glede na specifikacijo nastavljene vrednosti. Na voljo so različni analogni in digitalni vmesniki: 0 ... 10 V, 4 ... 20 mA, Ethernet/ModBus TCP in RS232/RS485 z ModBus RTU.

Dinamičen in natančen

Z integrirano krmilno zanko s termičnim senzorjem je modul VEMD dinamičen in natančen. Zelo hitro se odziva na spremembe nastavljene vrednosti.

Prilagodljiv

Modul VEMD pokriva več razponov pretoka: široka območja pretoka od 0 ... 10 l/min pa vse do 0 ... 200 l/min. Dejanska vrednost pretoka je na voljo tudi krmilniku višjega reda, ne glede na to, kateri vmesnik se uporablja.

Tiho delovanje

Na račun tehnologije proporcionalnega ventila za nadzor pretoka ni potreben signal s širinsko modulacijo impulza. To pomeni, da proporcionalni ventil VEMD za regulacijo pretoka deluje tiho.

Poudarki

- ▶ različna območja pretoka: 10, 20, 50, 100 in 200 l/min,
- ▶ vgrajeni so analogni in digitalni vmesniki,
- ▶ najboljša cena v razredu,
- ▶ najboljši dinamični odziv v razredu,
- ▶ linearni krmilni odziv,
- ▶ čvrsta in vzdržljiva zasnova.

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

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2023 - ASM '23

06. decembra 2023

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

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

TESTER STIKAL IN SENZORJEV PS101 ZA STROJNIKE

V industrijo se pospešeno vgrajujejo stroji, ki avtonomno opravljajo določene operacije. Vedno več ljudi živi v bolj ali manj pametnih hišah. Da avtomatizacija deluje samostojno, pa so potrebni delujoči senzori. Senzorje je tako potrebno mehansko nastaviti, kalibrirati in vzdrževati.

V podjetju FBS elektronik d. o. o. so razvili in izdelali tester senzorjev PS101, ki je namenjen za nastavitve, vzdrževanje in testiranje delovanja različnih tipov senzorjev predvsem v strojni in elektroindustriji. Z njim se lahko nastavljajo senzori brez električnega priklopa na stroju. Lahko pa se preverja tudi pravilnost delovanja že vgrajenih senzorjev. Ker se v praksi oznake senzorjev pogosto izbrišejo in je rokovanje z merilnim inštrumentom ter napajalnikom za ugotovitev izhoda zamudno, potrebna pa je tudi spretnost strojnika, je tester PS101 pri vzdrževanju nepogrešljiv.

Tester senzorjev PS101 se uporablja za nastavitve in priključite senzorjev tako pri prvi vgradnji in kot pomagalo pri vzdrževanju za nastavitve razdalj/odmikov senzorjev v obstoječi napravi. Omogoča hiter priklop po barvah žic in pregled delovanja stikal na terenu. Testiranje poteka brez demontaže senzorjev in izklopa celotne naprave, tako da ni moten proces proizvodnje. Tester je primeren za različne predstavitve delovanja senzorjev. Omogoča testiranje večine senzorjev, ki uporabljajo enosmerno (DC) napajanje od 5 V do 30 V. Uporablja se lahko za testiranje induktivnih, kapacitivnih, optičnih (fotocelic), ultrazvočnih, magnetnih in drugih elektronskih, mehanskih stikal, žičnih senzorjev NAMUR 2 in podobno.

Prednosti testerja senzorjev PS101:

- ▶ Tester senzorjev PS101 avtomatsko prepozna tip senzorja PNP, NPN ali NAMUR.
- ▶ Vgrajen je magnet za testiranje magnetnih/HALL senzorjev.
- ▶ Vgrajena je polnilna akumulatorska Li-Po baterija (ekološki kot tudi ekonomski vidik), polnjenje poteka s priključkom USB-C.
- ▶ Samodejni vklop načina »spanje« ob neuporabi (automatic switch off) podaljšuje čas delovanja.
- ▶ Eno polnjenje baterijskega akumulatorja zadoštuje za cca 16 ur aktivnega delovanja.
- ▶ Prikaz stanja napoljenosti baterije poteka s pomočjo 4 x LED-diod.
- ▶ Folijska tipkovnica z integriranimi tipkami in LED-diodami omogoča višjo odpornost na prah in mehansko obrabo.
- ▶ Stabilna izhodna napetost je 24 V DC za test senzorjev napajanja 5–30 V.



- ▶ Priklop 2-, 3-, 4-žičnih izvedb senzorjev.
- ▶ Povečana univerzalnost, testirati je mogoče senzore različnih proizvajalcev.
- ▶ Vizualni prikaz funkcije priključenega senzorja z uporabo LED-diod in z zvočnim signalom, ki se lahko po želji izključi.
- ▶ Trpežen ovitek poveča odpornost na udarce in omogoča namestitve na pas.

PS101 in podjetje FBS elektronik sta nova hitra pomočnika pri senzorskih izzivih strojnikov v industriji!

Vir:

FBS Elektronik, d.o.o. Prešernova cesta 8, 3320 Velenje, tel.: +386 3-898-3702, fax.: +386 3 8983 718, e-mail: info@fbselektronik.com, internet: <http://www.fbselektronik.com/>



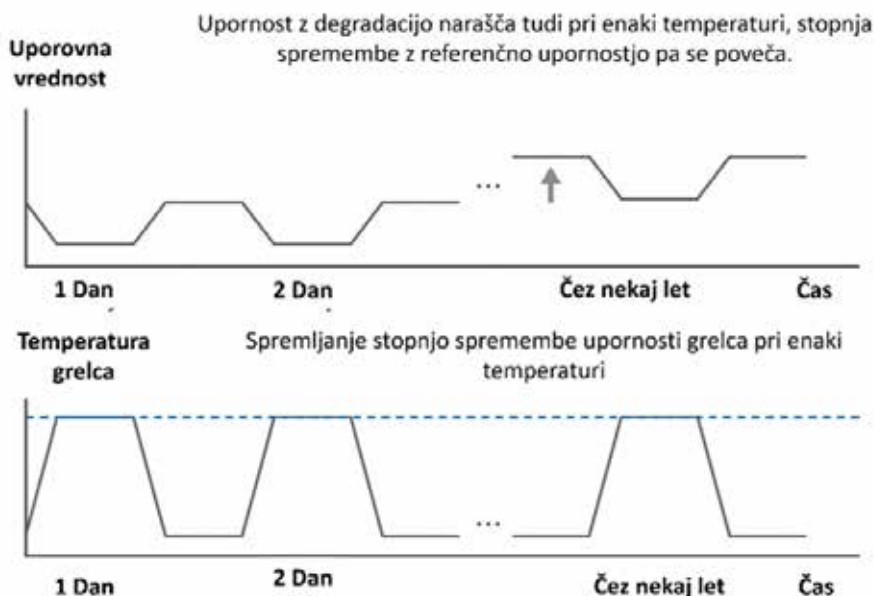
NADZORNA NAPRAVA ZA SPREMLJANJE UPORNOSTI GRELCEV K7TM-A2

Nova nadzorna naprava za spremljanje upornosti grelcev je zasnovana za merjenje in analizo degradacije grelcev, ki se uporabljajo v industriji. Serija K7TM omogoča načrtno vzdrževanje, s katerim se izognemo dragim izgubam in izpadom proizvodnih delovnih procesov.

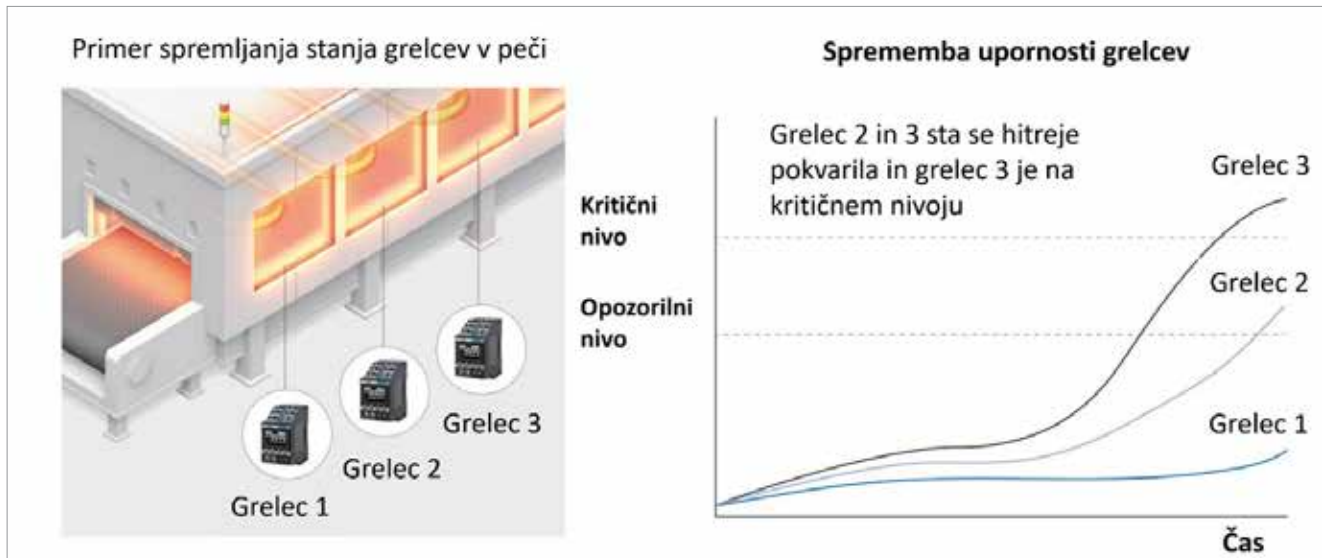
Naprava v zgodnji fazi signalizira optimalni čas za menjavo grelcev z opozorilno lučko ali komunikacijo RS-485.

Značilnosti:

- ▶ avtomatsko merjenje upornosti med samim delovanjem za analizo trenda staranja;
- ▶ omogočeno spremljanje stanja grelcev na daljavo;
- ▶ enostavna nadgradnja obstoječega sistema;



Slika 1 : Grelci v peči (a) in potek upornosti posameznih grelcev (b)



Slika 2 : Grelci v peči (a) in potek upornosti posameznih grelcev (b)

- ▶ podpira merjenje dveh grelcev hkrati;
- ▶ sposobnost meritve do 600 A izmeničnega toka;
- ▶ K7TM sproži opozorila in alarme, ko je dosežen določen nivo, kar omogoča uporabniku, da določi optimalni čas za servis ali zamenjavo grelca.

K7TM-A2 izračuna stopnjo spremembe uporovne vrednosti med referenčno in trenutno vrednostjo ter jo uporabi kot kazalnik za merjenje trenda degradacije.

Vir:

MIEL Elektronika, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 777 70 00, fax: +386 3 777 70 01, internet: www.miel.si, e-pošta: info@miel.si, info@miel.si



Slika 3 : Nadzorna naprava za spremljanje upornosti grelcev K7TM-A2

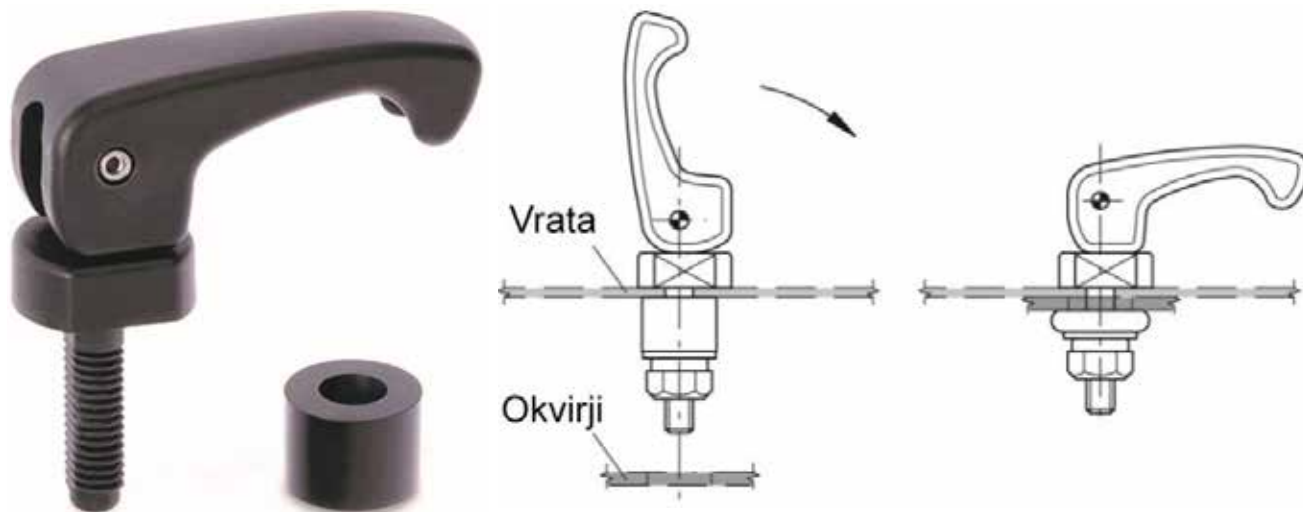
OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana391, 426
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....387
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin.....361, 428
- ▶ GIA-S, d. o. o., Grosuplje..... 361, 382
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj.....391
- ▶ ICM, d. o. o., Vojnik 407, 427
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija413
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi.....413
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana376
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje361, 389
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....367
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana.....361, 422
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin 361, 393
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto.....361
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri..... 361, 362
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana361, 364
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....395, 426
- ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana 403
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana383
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo 377, 379, 403

NOV EKSCENTRIČNI VPENJALNIK LAC-FL

Hitro in enostavno vpenjanje

Ekscentrični vpenjalnik omogoča hitro in učinkovito vpenjanje plošče (npr. vrat) v strukturo (npr. podboj).



Ekscentrični vpenjalnik LAC-FL- a in vpenjanje elementov - b

Elastični pritrdilni element iz gume NBR zagotavlja popolno zapiranje tudi pri vibracijah ali medsebojnem zamiku elementov.

S preklopom ročice se elastični držalni element razširi, kar zagotovi zaklepanje vrat na okvir.

Ročica in naležna podložka ekscentričnega vpenjalnika LAC-FL sta izdelani iz termoplasta (poliamid - PA).

Samovarovalna matica in podložka sta narejeni iz nerjavnega jekla 1.4301. Korozijska odpornost zagotavlja, da je ekscentrični vpenjalnik LAC-FL idealen za uporabo pri visokih higienskih standardih.

Ekscentrični vpenjalnik LAC-FL je na voljo v dveh izvedbah:

- ▶ ročico je mogoče premikati v poljubno smer

(LAC-FL-F-SST);

- ▶ ročica je zaradi vgrajenega zatiča proti vrtenju vedno usmerjena v zeleni položaj (LA-GL-O-SST).

V ponudbi so na voljo tudi ekscentrični vpenjalniki LAC - LAC.R in GN 927.

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

Vir:

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

REVILJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
VENTIL


strojnistvo.com
križišče strojnikov

AVTOMATSKI HITRO IZMENLJIVI MENJALNIKI ORODJA FWR ZA ROBOTE

Nova serija avtomatskih menjalnikov orodij na obdelovalnih strojih FWR deluje popolnoma brez zunanega napajanja. Menjalnik orodij je zaklenjen z drsnikom na spodnjem delu menjalnika. Odpiranje menjalnika orodja FWR in menjava orodja sta mogoča na odlagalnem mestu samo z gibom robota na drsnik. Tako za izvedbo operacije ni potrebno dodatno napajanje.

Druga prednost tega menjalnika je tudi, da je menjava orodja mogoča ne samo avtomatično z robotom, ampak tudi enostavno ročno brez dodatnega orodja. Ročna menjava orodja se lahko opravi samo z eno roko, saj so vsi priključki v ta namen na eni strani.

V popolnoma avtomatiziranih sistemih je ročna menjava blokirana samo z odvitjem dveh vijakov. To preprečuje neželjeno odpiranje in izgubljanje orodij.

Modularna gradnja ima tudi dodatne prednosti. Za aplikacije, pri katerih mora menjalik orodja posredovati informacijske signale ali zagotavljati prenos vakuumu, so v menjalik vgrajeni štirje nastavki za pnevmatično povezavo in ustrezni konektorji. To omogoča uporabo menjalnika za realizacijo številnih drugih nalog v robotiziranih sistemih in ne samo za menjavanje orodij na obdelovalnih strojih.

Menjalnik orodja je glede na standard EN ISO 9409-1 lahko pritrjen neposredno na prirobnico robotske roke. Menjalniki serije FWR so na razpolago v štirih



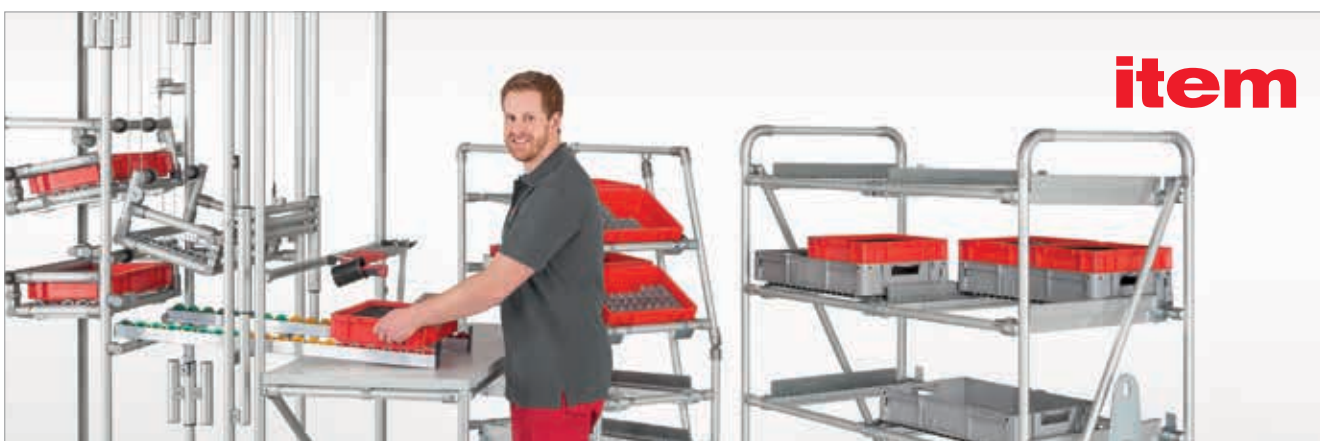
Menjalnik orodja FWR

namestitvenih velikostih TH 40 do TK 80 z nizko in srednjo nosilnostjo

Več informacij o produktih proizvajalca ZIMMER GROUP 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@inotech.si, internet: www.inotech.si



Vitka proizvodnja.

item. Your ideas are worth it.®

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

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

PRIJEMALA ZA VISOKE HIGIENSKE ZAhteVE

**Električno prijemalo GEP2000 -
zaščitena varianta**

Uspešna električna prijemala za prijemanje manjših komponent serije GEP2000 proizvajalca ZIMMER GROUP dobivajo različico s povečano zaščito. Prijemala GEP2000 so s certifikatom razreda 2 za čiste prostore idealna za uporabo pri visokih higienskih zahtevah. Izdelana so v zaščitnem razredu IP54.



Prijemala GEP2000

Vodila prijemal so zatesnjena in mazana z mazivom H1, zato so idealna za uporabo v prehranski industriji. Imajo tudi optimizirano zaščito pred korozijo in se zelo enostavno čistijo zaradi pokrova in vijakov iz nerjavnega jekla.

V primerjavi s prijemali brez dodatne zaščite ima nova različica povečan hod za 10 mm na prijemno čeljust.

Certificirana prijemala TÜV

Čiste sobe so glede na gostoto delcev in emisije razdeljene v posebne razrede. Zanje veljajo stroge, standardizirane zahteve, razvrščene glede na stopnjo čistosti zraka. Največja dovoljena koncentracija in velikost delcev imata pri tem pomembno vlogo. Čiste sobe so razdeljene v ISO-razrede od 1 do 9, kjer je razred čistosti 1 najčistejši, saj ima najnižjo možno koncentracijo delcev. Po uspešnih postopkih certificiranja je bilo več kot 500 prijemal in pritrtilnih ter zavornih elementov proizvajalca ZIMMER GROUP certificiranih v skladu z mednarodnim standardom DIN EN ISO 14644-1 za razrede čistih sob med 2 in 6, zahvaljujoč nizkim emisijam delcev. Več informacij o produktih proizvajalca ZIMMER GROUP 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

časopis
industrija

**Vaša sigurna pot
do tržišča v Srbiji**



**Promovišite svoj posao i predstavite
Vašu kompaniju.**

**Najnovije vesti, intervjui, reportaže
sa sajmova u Srbiji i regionu,
predstavljanje kompanija, sve na
jednom mestu.**

www.industrija.rs

www.facebook.com/casopis.industrija

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA
Lazara Kujundžića 88,
11030 Beograd, Srbija

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

SIGNALNA SVETILKA Z ZVOČNIM ALARMOM

PATLITE NE-USB

Predstavljamo novo serijo signalnih svetilk Patlite z zvočnim alarmom NE-USB, ki jih je mogoče priključiti na napravo preko USB-kabla. NE-USB je skladen s standardom USB 2.0, kar omogoča napajanje preko USB-kabla in proženje signalizacije ali alarma neposredno iz računalnika.

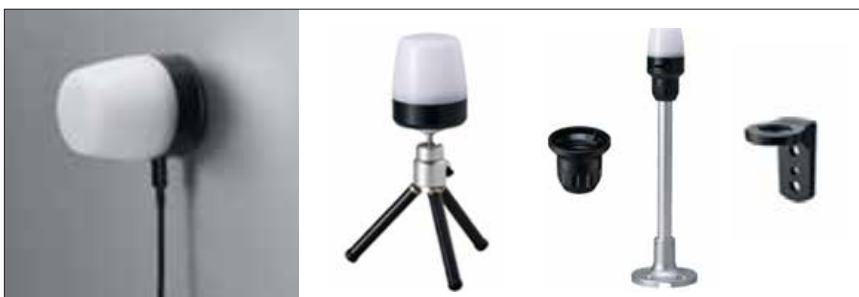


Slika 1 : Signalne svetilke z zvočnim alarmom Patlite NE-USB

NE-USB je na voljo v sedmih različnih barvah. Svetlobna in zvočna signalizacija je nastavljiva in odvisno od nastavitve utripa v šestih različnih svetlobnih in sedmih različnih zvočnih vzorcih.

Značilnosti in prednosti signalnih svetilk z zvočnim alarmom Patlite NE-USB:

- ▶ enostavno ožičenje – napajanje in upravljanje signalne svetilke z zvočnim alarmom preko USB-kabla;
- ▶ enostavna uporaba – priklop signalne svetilke z zvočnim alarmom na računalnik preko kabla USB Type C, brez namestitve programske opreme na napravo;
- ▶ enostavna nastavitvev in upravljanje z uporabo DLL-knjžnice. NE-USB je mogoče upravljati s pomočjo različnih protokolov, kar omogoča priklop tudi na računalnike, ki ne delujejo v Windows okolju;
- ▶ NE-USB je idealna rešitev, ko potrebujemo signalizacijo v prostorih, kjer je več ljudi (npr. pisarne, nakupovalni centri, različni javni prostori ...), saj svetlobno in zvočno signalizacijo lahko prilagodimo tako, da bo opozorjeno odgovorno osebje, drugih udeleženih pa signalizacija ne moti;
- ▶ velik nabor dodatne opreme omogoča enostavno montažo v vsakem okolju. Na voljo so različni nosilci, oprema za različno montažo ali montaža na tripod stojalo. NE-USB lahko s pomočjo magnetov enostavno namestimo tudi na kovinsko podlago (slika 2);
- ▶ uporaba LED-svetlečih diod zagotavlja dolgo življenjsko dobo.



Slika 2 : Pritrditev s pomočjo magnetov (a), na tripod stojalo (b), nosilec (c), stojalo (d)

Vir:

MIEL Elektronika, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 777 70 00, fax: +386 3 777 70 01, internet: www.miel.si, e-pošta: info@miel.si, info@miel.si

PAMETNA KAMERA OMRON FHV7

Pametna kamera Omron FHV7 vključuje zmogljivost več sistemov strojnega vida v eni napravi in pomeni zagotovitev izbora ustrezne kamere za strojni vid, ki je dovolj zmogljiv in prilagodljiv vsem zahtevam predvidenih primerov uporabe.

Kamera Omron FHV7 je ena izmed najbolj naprednih pametnih kamer na trgu, opremljena je z visokozmogljivim dvojedrnim procesorjem, s katerim opravi celotno procesiranje aplikacije. Na voljo je širok nabor barvnih in monokromatskih senzorjev z ločljivostjo do 12 MP, ki jih je mogoče združiti z optičnimi objektivami s fiksnim ali avtomatskim fokusom in vgrajeno ali zunanjo osvetlitvijo. Modularna zasnova, zmogljivost in napredni algoritmi kamere FHV7 zagotavljajo najoptimalnejšo rešitev za večino aplikacij strojnega vida (*slika 1*)

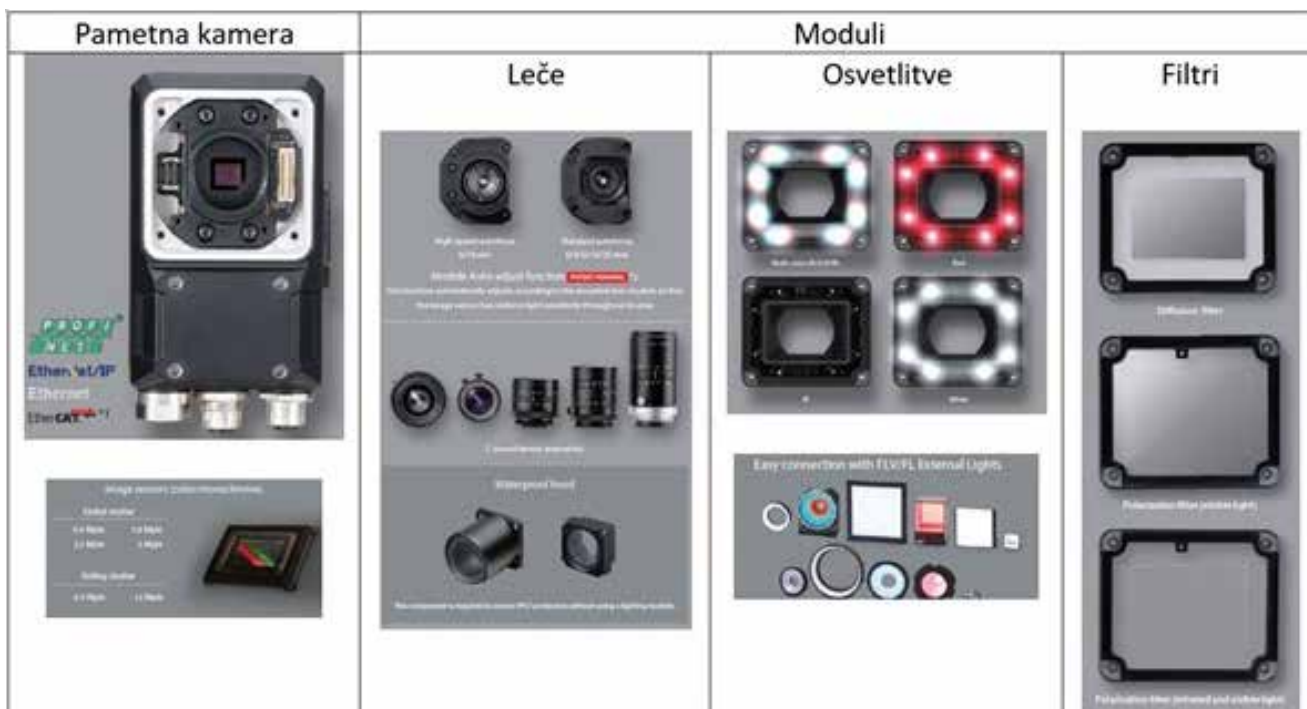
Modularnost in visoko zmogljivost sistema za več nadzorov na eni liniji zagotavljajo:

- ▶ širok nabor barvnih oz. monokromatskih CMOS-senzorjev različnih ločljivosti slikovnih točk: 0,4 MP, 1,6 MP, 3,2 MP, 5,0 MP, 6,3 MP in 12,0 MP, pri katerih hitrosti zajemanja slike segajo do 430 fps (2,3 ms);
- ▶ objektivni s samodejnim ostrenjem (Auto Focus) z goriščnimi razdaljami 6 mm, 9 mm, 12 mm, 16 mm in 25 mm;
- ▶ na voljo so tudi objektivni s standardno fiksno ostrino (fokusom) C-MOUNT;

- ▶ vgrajeni so osvetlitveni moduli z možnostjo bele, rdeče, IR ali večbarvne osvetlitve;
- ▶ dvojedrni procesor zagotavlja najhitrejšo obdelavo slik med vsemi ostalimi pametnimi kamerami;
- ▶ robustno ohišje s stopnjo zaščite do nivoja IP67;
- ▶ priložena so visokozmogljiva orodja strojnega vida iz serije FH;
- ▶ podprte so standardne komunikacije Ethernet TCP/IP, EtherNet/IP, RS232, PROFINET in EtherCAT.

Razširitev zajema števila merilnih mest

Natančen in obsežen pregled pritrdilnih mest delov na različnih modelih avtomobilov je omogočen brez premikajočih se kamer. Uporaba senzorja kamere z do kar 12 MP ločljivostjo slikovnih točk omogoča visoko natančno optično kontrolo kot tudi preverjanje širšega področja zajete slike (*slika 2*). Visoka ločljivost senzorja odpravi potrebo po uporabi večkamerne sistema ali mehanizma za premikanje kamer, da bi v aplikaciji lahko zajeli celotno območje kontroliranih točk, s tem pa se zmanjšajo



Slika 1 : Modularnost pametne kamere Omron FHV7



Slika 2 : Zajemanje slike in merilnih mest s kamero ločljivosti 5 MP in 12 MP

stroški projektiranja in same investicije v potrebno opremo. Hkrati pa se čas zajemanja slike in obdelave podatkov ne podaljša, poveča se kakovost proizvodnje, delovni cikli pa se ne podaljšajo.

Uporaba ene kamere za pregled različnih izdelkov

Za osvetlitev se običajno uporabljajo kamere z različnimi barvnimi osvetlitvami, ki so prilagojene določenim izdelkom. Pri menjavi izdelkov so potrebne menjave osvetlitvene enote in/ali natančne prilagoditve programov, kar pa predstavlja dodatne stroške in daljši čas menjave programa.

Z uporabo večbarvnega osvetlitvenega modula FHV-LTM-MC se preprosto spreminjajo parametri jakosti posameznih barv in sistem je pripravljen za novo kontrolo. Tako se lahko z eno kamero opravi inšpekcija izdelkov različnih barv, kjer se z ustrezno nastavitvijo barve svetlobe ustvari razlika kontrastov med ozadjem in detajlom. Osvetlitvena enota spremeni svojo barvo osvetlitve tako, da se prilega vsakemu nadzorovanemu izdelku. Tako so, na pri-

mer, raznobarvni paketi na proizvodni liniji pravilno osvetljeni. Ko se spremeni zasnova izdelka ali se dodajo novi modeli, se preprosto spremenijo parametri, namesto da se zamenjajo ali natančno prilagodijo luči. Proizvodna linija je tako vedno pripravljena za večjo paleto izdelkov.

Fotometrična stereo osvetlitev

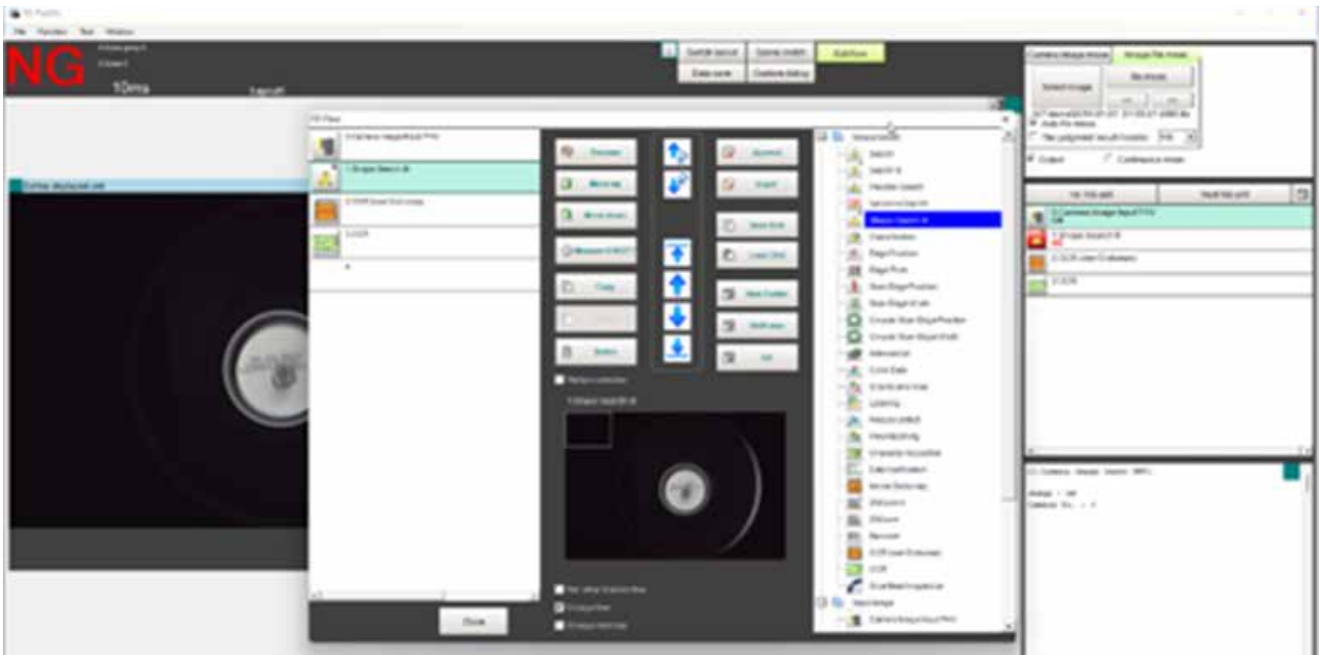
Edinstveni algoritem za fotometrično stereo osvetlitev osvetli izdelek z več strani in nato iz posameznih slik sestavi končno sliko, ki zajema vse detajle (slika 3). Glede na površino izdelka se pri usmerjeni svetlobi ustvarijo svetla in senčna območja, ki zanesljivo izpostavijo obliko tekstur in natisnjenih znakov. To funkcionalnost zagotavlja vgrajeni osvetlitveni modul FHV-LTM-bela/ rdeča/ IR ali pa zunanji svetlobni modul FL-PS.

Programsko orodje FZ-PanDa

Robusten in prilagodljiv uporabniški vmesnik FZ-PanDA vsebuje več kot 100 orodij strojnega vida, slikovnih filtrov, matematičnih funkcij, kalibracij in



Slika 3 : Fotometrična stereo osvetlitev



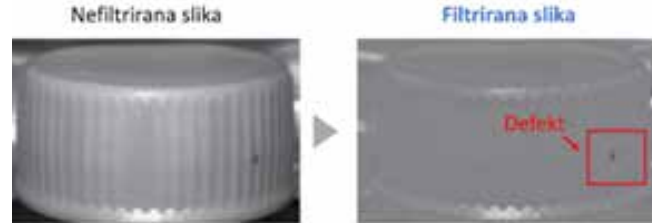
Slika 4 : Delo s programskim orodjem

Tabela 1 : Nekaj primerov algoritmov za obdelavo slik

<p>Algoritem za iskanje pravilno orientiranih izdelkov omogoča visoko natančno in robustno iskanje oblik tudi v neugodnih razmerah, kadar se spremeni okolje ali material izdelka. Shape search III zagotavlja stabilno delovanje tudi pri poškodovanih oblikah, prekrivanju in zamegljenosti. Naučene oblike (model) so definirani pogoji (deformiranost, velikost in prekrivanje), ki vplivajo na končni rezultat meritve.</p>	
<p>Algoritem je namenjen odkrivanju majhnih defektov, prask, nečistoč v materialu, tekstur in mehanskih poškodb. V nastavitvah lahko definiramo velikost defekta in določimo tolerančno mejo. Za odkrite defekte algoritem poda koordinatne vrednosti x, y in rotacijo.</p>	
<p>Algoritmi za stabilno branje v zahtevnih pogojih in pri slabi kakovosti tiska.</p>	
<p>Algoritem primerja referenčno sliko dobre etikete z zajeto sliko. Razlike med slikama izpostavi in upošteva nastavljeno tolerančno mejo slabe slike. Na zapletenih vzorcih se lahko natančno zaznavajo praske, defekti, umazanije in manjše razlike pri visokih hitrostih.</p>	
<p>Algoritem za položaj in mere robov opravi kontrolo dimenzijskih meritev kontur. Z iskanjem robov ugotovi medsebojno razdaljo in poda splošne meritve kot tudi maksimalno in minimalno vrednost. Algoritem je še posebej uporaben za merjenje globine utorov, navojev in prekinitev.</p>	
<p>Algoritem za kontrolo, štetje in meritve je primeren za kontrolo, izvoz specifičnih barv in štetje detajlov, ki jim hkrati izmeri površino in težišče.</p>	



Slika 5 : Prikaz napake na nagubani površini



Slika 6 : Filtri za odkrivanje napak na strukturirani površini

kompensacij, s pomočjo katerih se lahko kreirajo aplikacije strojnega vida na najvišjem nivoju. Upravljanje s programom je po načinu »drag & drop«, s katerim si uporabnik lahko prilagodi postavitve zaslonov, gumbov, avtomatskega učenja, varnostnih prijav, menjave programov in še mnogo več (slika 4).

Napredna orodja strojnega vida

Veliko število naprednih algoritmov za obdelavo slik omogoča številne možnosti uporabe. Nekaj takih vgrajenih algoritmov omogoča iskanje pravilno orientiranih izdelkov, odkrivanje drobnih napak, razpoznavanje vzorcev in zapisov tudi pri nejasnih ali zapisih slabe kakovosti, natančno določitev kontur, zaznavanje skoraj nevidnih poškodb vzorcev in podobno.

Uporaba filtrov

Odkrivanje napak je lahko precej oteženo pri napakah in poškodbah na kompleksnih površinah. Glavne probleme povzročajo: bleščanje, nagubana in strukturirana površina, neenakomerna osvetlitev in opraskana površina, kar lahko generira veliko motenj v sliki (šum).

S pomočjo 18 robustnih slikovnih filtrov se lahko enostavno izpostavijo defekti, ki so skriti v kompleksni sliki. Za specifične primere pa je na voljo Advanced Filtering, kjer si lahko uporabnik sestavi unikatni filter do 16 slojev.

Filter lahko odpravi vertikalne, horizontalne in diagonalne linije, ki povzročajo težave pri zaznavanju

defektov. Napake je mogoče jasno zaznati tudi na strukturirani površini.

Področja uporabe pametne kamere Omron FHV7

Področja uporabe pametne kamere Omron FHV7 so številna in so ekonomsko upravičena, saj povečajo hitrost in kakovost obdelave slik, hkrati pa tudi omogočajo prihranke časa pri preureditvah, kar je dobrodošlo še posebno pri spremembah izdelkov in spremembah kontrolnih mest. Številni algoritmi pa podpirajo uporabnika tudi pri razvoju lastnih aplikacij. Modularna gradnja zadovoljuje še tako številne zahteve pri gradnji optičnih sistemov za nadzor in kontrolo.

Področja uporabe so tako:

- ▶ avtomatizirana kontrola sestavov v procesu montaže v avtomobilski industriji,
- ▶ visokohitrostni nadzor izdelkov v prehrabni industriji in industriji pijač ter drugih potrošniških izdelkov,
- ▶ elektronska industrija, površinska montaža,
- ▶ nadzor izdelkov v farmacevtski industriji,
- ▶ kontrola in nadzor pakiranja in paketov splošno,
- ▶ splošna proizvodnja (obdelava, izdelava).

Vir:

MIEL Elektronika, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 777 70 00, fax: +386 3 777 70 01, internet: www.miel.si, e-pošta: info@miel.si, info@miel.si

SISTEM ZA REKUPERACIJO TOPLOTE STISNJENEGA ZRAKA - AIRWATT

V času višanja cen energentov mnogi odgovorni proizvajalci industrijske opreme iščejo nove načine za zmanjšanje porabe energije. Uporaba nizkoenergijskih strojev in avtomatizirano ogrevanje z odpadno toploto ponujata takojšnje prihranke.

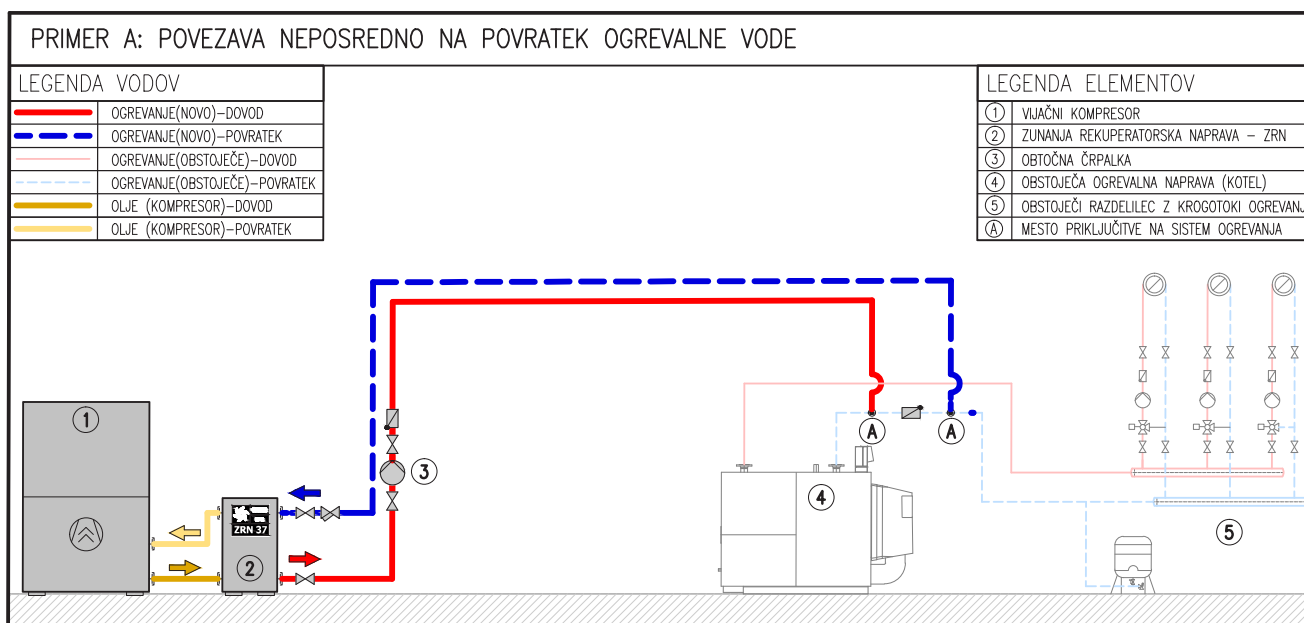
Sistemi AIRWATT za rekuperacijo toplote pri vijčnih kompresorjih omogočajo recikliranje odvečne toplote v korist uporabnika. S preusmeritvijo vročega olja v visoko učinkovit izmenjevalnik toplote olje-voda se lahko toplota prenese na vodo, s čimer se temperatura dvigne na zahtevano raven za številne aplikacije.

Obstaja več načinov uporabe oziroma povezav rekuperacijskega sistema AIRWATT z ogrevalnimi sistemi, ki so prikazani na spodnjih shemah.

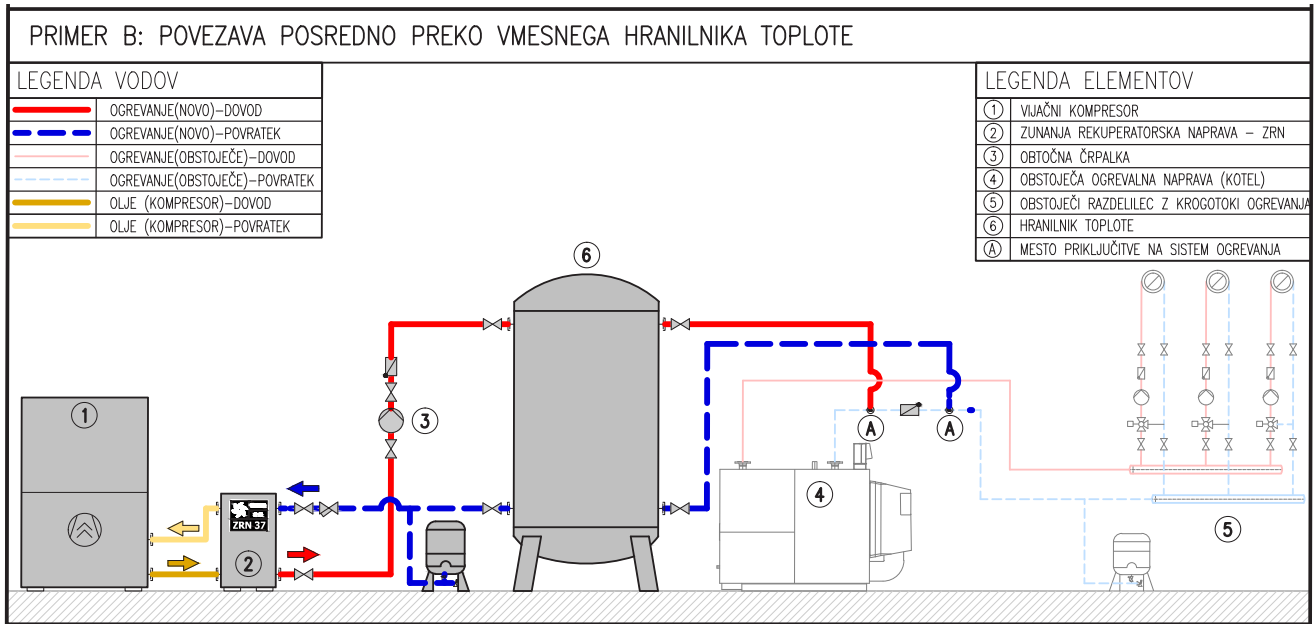
Neposredna povezava AIRWAT-a na povratek ogrevalne vode je primerna pri manjših sistemih, kjer je pretok ogrevalnega medija na strani rekuperacije in na strani odjema toplote približno enak oziroma je toplotna moč rekuperacije enaka toplotni moči na strani odjema toplote (ogrevalnega sistema). Strošek investicije poleg rekuperacijskega sistema predstavljajo še obtočna črpalka in cevovodi s pripadajočimi armaturami (slika 2).



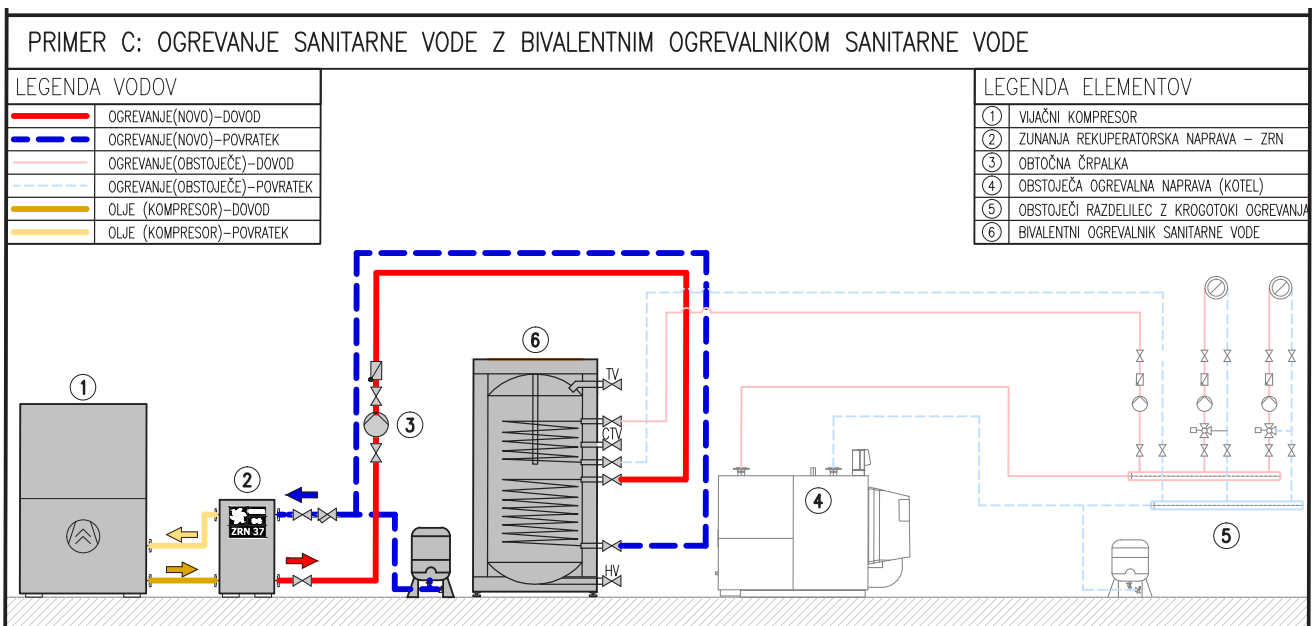
Slika 1 : AIRWATT



Slika 2 : Primer neposredne povezave na povratek ogrevalne vode



Slika 3 : Primer posredne povezave preko vmesnega hranilnika vode



Slika 4 : Primer ogrevanja sanitarne vode z bivalentnim ogrevalnikom sanitarne vode

Pri sistemih, kjer pretoka ogrevalnega medija na strani rekuperacije in na strani odjema toplote nista enaka oziroma toplotna moč rekuperacije ni enaka toplotni moči na strani odjema toplote (ogrevalnega sistema), je primernejša **vezava AIRWAT-a preko vmesnega hladilnika vode** (slika 3). Hranilnik toplote predstavlja tudi hidravlično ločnico med sistemom rekuperacije in ogrevalnim sistemom (odjem toplote). Strošek investicije poleg rekuperacijskega sistema predstavljajo še obtočna črpalka, cevovodi s pripadajočimi armaturami ter hranilnik toplote in raztezna posoda.

Kjer je večja potreba po topli sanitarni vodi (na primer kuhinje), je primerno **ogrevanje z bivalentnim ogrevalnikom sanitarne vode** (slika 4).

Strošek investicije poleg rekuperacijskega sistema predstavljajo še obtočna črpalka, cevovodi s pripadajočimi armaturami ter raztezna posoda in ogrevalnik sanitarne vode (bivalentni).

Uporaba sistema rekuperacije

Učinkovitost sistema rekuperacije bo največja tam, kjer potreba po toploti sovпада z obratovanjem kompresorja. Za rekuperacijo so primerni predvsem objekti z veliko in stalno porabo toplote, torej povsod tam, kjer je stalna potreba po toplotni energiji. Seveda je možno rekuperacijo uporabljati tudi samo za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode, vendar je v teh primerih potreba po toploti omejena na ogrevalno sezono in na ciklično porabo sanitarne vode.

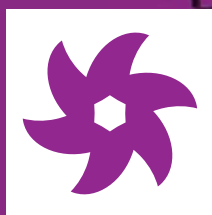
Prihranki so odvisni predvsem od obratovanja kompresorja in odjema toplote. Kjer kompresorji obratujejo stalno in je toploto, pridobljeno z rekuperacijskim sistemom, možno koristno uporabiti (dovolj

velik odjem toplote za ogrevanje, poraba tople sanitarne vode), se s prihranki že v relativno kratkem času lahko pokrije investicija.

Podjetje OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana nudi kupcem podporo od uvodnega pregleda obstoječega stanja do izvedbe:

1. oceno izvedljivosti, s katero se preverita možnost izvedbe rekuperacije in ekonomska upravičenost;
2. izdelavo projekta izvedbenih del, lahko tudi PZI-načrte strojnih in električnih inštalacij za izvedbo rekuperacije;
3. celovito izvedbo strojnih in elektroinštalacijskih del.

www.omega-air.si



OMEGA

AIR

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenija

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

RAZPON TLAKOV

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



MEDIJI

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



© Ventil 28(2022)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
 © Ventil 28(2022)6. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Internet: <http://www.revija-ventil.si>
 E-mail: ventil@fs.uni-lj.si

ISSN 1318-7279
 UDK 62-82 + 62-85 + 62-31/-33 + 681.523 (497.12)

VENTIL Revija za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko
 Journal for Fluid Power, Automation and Mechatronics

Volume Letnik 28
 Year Letnica 2022
 Number Številka 6

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

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

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

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

Naklada: 1.000 izvodov
 Cena: 5,00 EUR – letna naročnina 30,00 EUR

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

NAČINI ZA POVEČANJE UČINKOVITOSTI VAKUUMSKEGA SISTEMA

Naraščanje cen energije zahteva, da proizvodni in predelovalni obrati, ki uporabljajo vakuumske sisteme, povečajo njihovo učinkovitost. Manjša poraba energije neposredno prispeva k zmanjšanju stroškov in hkrati k znižanju ogljičnega odtisa. Podjetje SMC na podlagi desetletij izkušenj in znanja predstavlja štiri preproste načine za zmanjšanje porabe energije v vakuumskih sistemih.

Vakuumski sistem

Vakuum je mogoče ustvariti centralno z vakuumskimi črpalkami ali decentralno (neposredno na stroju) z uporabo vakuumskih ejektorjev. Podjetje SMC ima v svojem prodajnem programu široko paleto vakuumskih ejektorjev: od zelo kompaktnih linijskih do zelo učinkovitih visokozmogljivih večstopenjskih ejektorjev, primernih za vakuumske pretoke do 600 NI/min, ki zadostijo potrebam po vakuumu pri skoraj vseh industrijskih aplikacijah.

Vsaka vrsta ejektorja ima značilne parametre, ki so soodvisni. Tu so vključeni parametri, kot so: dovodni tlak, največji pretok sesanja, največji vakuumski podtlak in poraba zraka.

Za znižanje porabe energije in povečanje učinkovitosti vakuumskih sistemov so na voljo štiri koraki:

- ▶ izbira optimalnega napajalnega tlaka,
- ▶ sprememba premera prisesnega elementa,
- ▶ uporaba ejektorjev z vgrajeno funkcijo varčevanja energije,
- ▶ uporaba pametnega upravljanja.

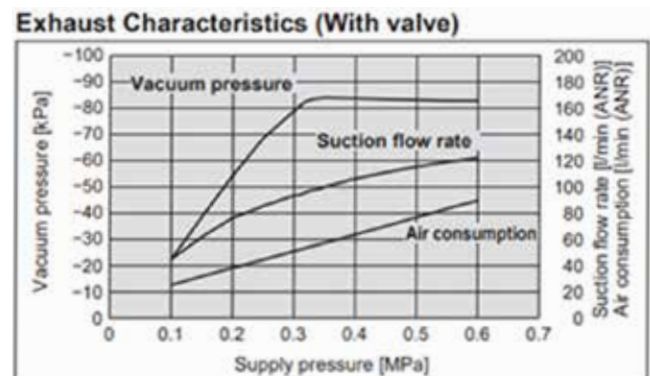
Optimalni napajalni tlak za ejektorje SMC

Vprašanje je, kako visok napajalni tlak za zahtevani vakuum pri predvideni vakuumski aplikaciji je ustrezen? To vprašanje si je treba zastaviti, ker je raven vakuumskega tlaka neposredno povezana s porabo zraka in s stroški.

Če se na primer za delovanje ejektorja ZL112A (z ventili) uporablja v glavni napajalni liniji komprimirani zrak tlaka 0,5 MPa (5 barov), bo poraba zraka znašala približno 78 l/min (4680 l/uro) za doseganje najvišjega vakuuma -84 kPa. Če pa se za delovanje ejektorja uporabi napajalni tlak 0,35 MPa (standardni dobavni tlak za to vrsto ejektorja), je poraba zraka 57 l/min (3420 l/uro), še vedno pa se doseže enak vakuum (-84 kPa) (slika 2). Za večstopenjski ejektor SMC, serija ZL, pomeni to znaten 27-odstotni prihranek energije (slika 1).



Slika 1 : Večstopenjski ejektor SMC, serija ZL, lahek in učinkovit



Slika 2 : Vakuum in poraba zraka v odvisnosti od napajalnega tlaka

Čeprav številni proizvajalci vakuumskih sistemov še vedno uporabljajo standardni tlak 7 barov, je dokazano, da je delovanje vakuumskih naprav optimalno pri 4 barih. Znižanje tlaka od 7 barov na 4 bare znatno vpliva na učinkovitost sistemov, ki uporabljajo vakuumska prijemala.

Če je mogoče varna uporaba vakuumskih naprav, da je največji podtlak -65 kPa, se lahko napajalni tlak še bolj zmanjša - na primer na samo 0,25 MPa (2,5 bara). S tem se poraba zraka zmanjša na 45 l/min (2700 l/uro), kar pomeni impresiven 43-odstotni prihranek energije (slika 2).

Uporaba večjega premera vakuumskega seska in ne višjega napajalnega tlaka

Nekateri snovalci strojev v želji po doseganju večje držalne sile vakuumskih seskov višajo napajalni tlak ejektorjev, kar privede do večje porabe energije in višjih obratovalnih stroškov. Omenjeni parametri so v sorazmerni korelaciji, podvojitvev podtlaka podvoji držalno silo seska in hkrati tudi stroške zaradi povišane porabe energenta.

Pri aplikacijah, kjer je to mogoče, se namesto višanja dovodnega tlaka podvoji premer vakuumskega seska. Sila prijemanja se početverji, stroški, vezani s porabo energenta, pa ostanejo enaki, saj se dovodni tlak in poraba zraka ne povečata. Razlika v ceni zaradi večjega ejektorja pa je le nekaj €.

Vakuumski ejektorji s funkcijo varčevanja z energijo

Nekateri vakuumski ejektorji imajo vgrajeno vakuumsko tlačno stikalo s funkcijo varčevanja z energijo, ki lahko zmanjša porabo energije do 93 %. Kako delujejo? Najprej določite območje tlaka, v katerem lahko varno držite obdelovanec, na primer od -65 do -55 kPa. Integracija tlačnega stikala s funkcijo varčevanja z energijo služi za prekinitev dovoda zraka, ko je dosežena zelena raven vakuum. Vakuum se ponovno ustvari šele, ko tlak pade pod spodnje območje, v tem primeru -55 kPa.

Pri vakuumskem sistemu, ki vključuje običajni ejektor, ki deluje s 450 cikli na uro, 10 ur na dan, 250 dni na leto, se vsako leto porabi približno 9350 m³ stisnjene zraka. Z uporabo vakuumskega ejektorja s funkcijo varčevanja z energijo pa se bo poraba zraka zmanjšala na samo 638 m³ na leto, s čimer bo dosežen omenjeni 93-odstotni prihranek. Potencialni prihranki so večji pri aplikacijah z dolgimi cikli.

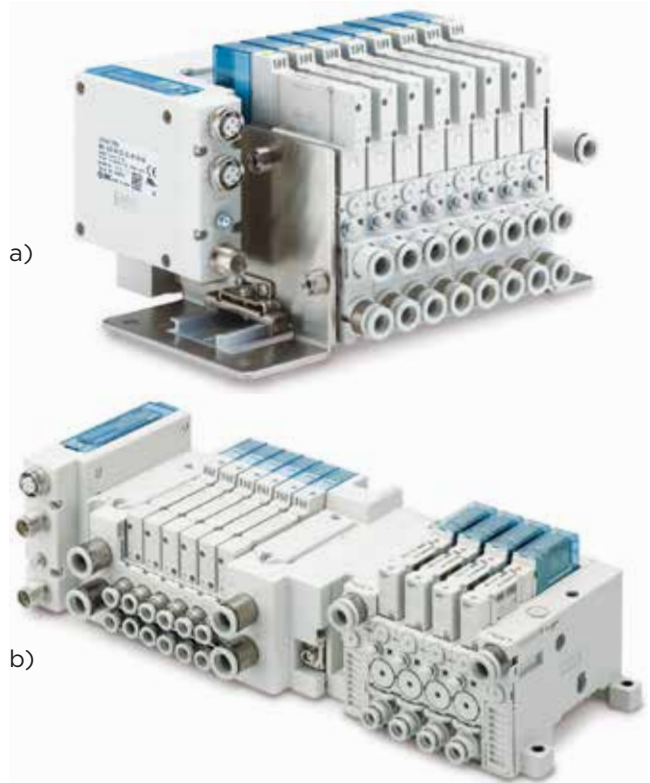


Slika 3 : Vakuumski ejektor SMC, serija ZK2-A: vsestranski rešitev za tiho varčevanje z energijo

Pametno upravljanje

Da bi čim bolj izkoristili energetsko učinkovit sistem za vakuumsko obdelavo, SMC priporoča uporabo »pametnih«
ejektorskih sistemov. Vakuumski ejektorjski razdelilnik s serijskim vmesnikom za delovanje ne potrebuje ločenih vhodno-izhodnih enot in se izogne zapleteni električni napeljavi ventilov in senzorjev.

Tovrstne naprave se lahko povežejo neposredno s krmilnikom PLC. Preko PLC-ja je mogoče nastaviti in spremljati vrednosti tlaka, preverjanje sesanja ali izpiha, funkcijo varčevanja z energijo in funkcijo zaščite ventilov. Ta koncept omogoča boljši nadzor nad aplikacijo, več dragocenih podatkov, preprosto nastavitvev in diagnostiko izdelka na kontrolnem mestu ter enostaven nadzor.



Slika 4 : SMC-jev vakuumski razdelilnik s serijskim vmesnikom, serija ZKJ, daljinski in učinkovit nadzor vakuuma (a) in kombinacija ventilov in ejektorjev SMC, serija JSY, kombinirano krmiljenje ventilov in ejektorjev (b)

Tehnična podpora

Uporabniki vakuumskih sistemov vedo, da je njihova uporaba nepredvidljiva, saj se sodelovanje in obnašanje obdelovancev ter prisesnih elementov razlikujeta glede na specifično aplikacijo. Edini pravilni način je sodelovanje s strokovnjaki dobaviteljev vakuumske tehnologije. Podjetje SMC lahko izvede preskuse na lokacijah strank ali v svojih la-

boratorijih po vsej Evropi. Pri vakuumu gre pogosto za poskušanje glede tlaka, pretoka, velikosti seska, števila seskov in še česa, zlasti če gre za posebne materiale obdelovancev.

Ker stroški energije po vsem svetu hitro naraščajo, si le malokdo lahko privoščiti zanemarjanje možnosti varčevanja z energijo, ki jih lahko prinese pravilno določen in konfiguriran vakuumski sistem. Čas je za večjo učinkovitost.

Najnovejše tehnologije za varčevanje z energijo in procesni inženiring lahko resnično spremenijo aplikacije vakuumske sistemov, ne glede na to, ali gre za ravnanje z embalažo, obdelavo kovin, avtom-

bilsko industrijo, zdravstvo ali katero koli drugo panogo. Treba je preprosto slediti tem štirim korakom, da se opazno izboljša učinkovitost sistema.

Vir: SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: + 386 73 885 424, faks: +386 7 3885 435, internet: www.smc.si, e-pošta: v.bozic@smc.si

Vir: SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: + 386 73 885 424, faks: +386 7 3885 435, internet: www.smc.si, e-pošta: v.bozic@smc.si



SPLAČA SE BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

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



Revija v hrvaškem jeziku

ZA SAMO 20€ DOBITE:

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

DIGITALNA NAROČNINA



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

BUTIK IRT3000



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

NAROČITE SE!



051 322 442



info@irt3000.si



www.irt3000.si/narocilo-revije

WWW.IRT3000.COM

Najpopolnejši Arduino KIT za nadebudne programerje

Vsebuje:

- displeje (LED, LCD, matrični)
- motorje (servo, koračne, DC)
- IR oddajnik in sprejemnik
- VF oddajnik in sprejemnik
- drobni material



AX elektronika d.o.o.

1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110
10001100110101010 100011001101010 1100011001101010
01010101010111001010110011 1100110100110

07.-09.3.2023

GR, Ljubljana , Slovenija

ICM

ELÉTRONIKA

Robotics



100011001101010 1100011001101010 1100011001101010
1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110
10101011100101011001100001001100110100110
1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110



FESTO

Preprosto: del rešitve

Festo ★ osnovni program

Prednosti na prvi pogled:

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

Osnovni program za avtomatizacijo

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

Poenostavite svojo nabavo -
Samo poiščite modro zvezdo!



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