

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 28 / 2022 / 1 / Februar

Elektrohidravlični
servopogoni

Nastavitev parametrov
pospeškomera

Optični pregled
izdelkov

Vzdrževanje
hidravlike

industrijska

olja in maziva



OLMA
www.olma.si

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

Parker

MIEL OMRON
www.miel.si

PPT commerce

OPL

samsen
www.gia.si

OMEGA
AIR

ZAVORNE REŠITVE

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

VSESTRANSKOST / VARNOST / ENOSTAVNOST UPORABE / ERGONOMIJA



Ventil za delavno zavoro



Ventil za parkirno zavoro



Ventil za polnjenje akumulatorja



Zavorni ventil za dvolinijski zavorni sistem – traktor



NOVO



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

www.poclain-hydraulics.com



ZAKAJ SE ENERGENTI V ZADNJEM ČASU TAKO ZELO DRAŽIJO?



V zadnjih mesecih se je večina energentov podražila. To ne velja le za Slovenijo, ampak za celo Evropo in ves svet. Med razlogi za nastalo situacijo izpostavljajo predvsem lansko relativno mrzlo in dolgo zimo, ki je izpraznila zaloge plina po Evropi in v svetu ter začetek razvoja cepiv proti covidu-19, ki je znova zagnal gospodarsko aktivnost ter povpraševanje po energentih. Dodati je treba tudi porabo električne energije za pogon vozil, ki se stalno zvišuje. Ponudba na trgu pa tudi zaradi nizke proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov čez poletje ni mogla slediti.

Poleg teh »uradnih« razlogov, ki jih navajajo politiki in mediji za podražitve energentov, so vzroki tudi v neoptimalnem vodenju energetske politike pri nas in v razvitem svetu. Še posebno v Evropi in pri nas. Načrti za proizvodnjo »zelenih« energije so se izjalovili. Pridobivanje električne energije z vetrnimi in sončnimi elektrarnami je drago z omejenimi zmogljivostmi in s številnimi vprašanji o okolju, recikliranju in učinkovitosti. Številne države se odpovedujejo premogu in jedrski energiji. Podobno je pri nas. Z letom 2033 bomo zaprli termoelektrarne, hidroelektrarno na reki ne gradimo in slabo kaže gradnja drugega bloka nuklearne elektrarne. Zelena politika je dobila moč, kar ni slabo do razumne meje. Pri nas pa ta »zelenih« politika meji že na nerazsodnost. Če pogledamo, kako gradimo elektrarne na reki Savi, da smo se odpovedali reki Muri, ne izkoriščamo vetra in slabo sončno energijo. Zakaj imajo lahko Avstrijci na reki Muri v zgornjem toku 22 elektrarn, pri nas pa le eno in še to zelo skromne moči in precej izčrpano.

Številni poznavalci reke Mure so prepričani, da bi s pametnim dogovorom vseh deležnikov te naše reke lahko našli ugodno rešitev za vse: to so okoljevarstveniki, ljubitelji rib, ptic in drugih živali v reki in ob njej, gospodarstveniki, kmetje in drugi prebivalci ob reki Muri. S primernim posegom v tok reke okoljevarstveniki in drugi skrbniki narave ne bi nič izgubili, kmetje bi dobili namakalne sisteme in celotno prebivalstvo Slovenije poceni in predvsem zeleno električno energijo.

Oblastniki v Bruslju želijo zemeljski plin in nuklearno energijo razglasiti za zeleno energijo. To bi omogočilo lažje investiranje v proizvodnjo elektrike s plinsko ali jedrsko energijo. Tej odločitvi močno nasprotujeta Nemčija in Avstrija, ki sta se odpovedali jedrskim elektrarnam.

Zakaj so se države oziroma prebivalci določenih držav odpovedali jedrski energiji? Večina zaradi strahu. Če pa pogledamo zgodovino jedrskih nesreč v svetu in jih primerjamo z drugimi nesrečami, na primer v hidroelektrarnah ali pa na cestah, potem vidimo, da niso nič posebnega.

Največje jedrske nesreče so: Černobil leta 1986 z okoli 4000 žrtvami, Fukušima na Japonskem, kjer je zaradi cunamija, ne zaradi jedrske energije, umrlo okoli 18 000 ljudi, Kištim v takratni Sovjetski zvezi leta 1957 z 200 žrtvami in Otok treh milj v ZDA, kjer pa o žrtvah ne poročajo. Če te nesreče primerjamo z nesrečami v hidroelektrarnah, vidimo, da ni bistvene razlike. Samo jez Vajot v dolini Pijave v sosednji Italiji je pred 60-timi leti zahteval okoli 2000 žrtev. Številne nesreče z jezovi v južni Ameriki in na Kitajskem so povsem neraziskane in zamolčane. Porušitev večjega jez na Kitajskem je pred desetletji zahtevala celo 150 000 smrtnih žrtev. O tem se ne sme poročati. Če pa pogledamo promet, je število smrtnih žrtev neprimerno večje. Leta 2020 je v Evropi v cestnem prometu umrlo 18 000 ljudi. Pred dobrim desetletjem pa celo 50 000.

Kaj pomeni za prebivalce Nemčije in Avstrije, če so brez nuklearnih elektrarn, ko pa jih imajo vse sosednje države na njihovih mejah? Številne druge evropske države pa jih celo pospešeno gradijo. Naj tu omenim Francijo, Slovaško, Poljsko itd.

Trenutno obratuje v svetu 444 reaktorjev v 30 državah, v gradnji je 54 novih, še 111 jih je načrtovanih. Jedrske elektrarne proizvedejo približno 11 odstotkov vse električne energije na svetu.

V zadnjih desetletjih je bilo veliko narejenega na razvoju jedrskih sistemov za proizvodnjo električne energije. Razviti so bili učinkovitejši, varnejši jedrski reaktorji. Uvedeni so bili številni varnostni ukrepi in povečana kontrola delovanja vseh jedrskih sistemov in podsistemov, ki jih opravljajo državne inštitucije in mednarodne organizacije.

Za Slovenijo bi bila izgradnja drugega bloka jedrskega reaktorja v Krškem verjetno edina in vsekakor najoptimalnejša rešitev, če želimo v bodoče zagotoviti dovolj lastne električne energije.

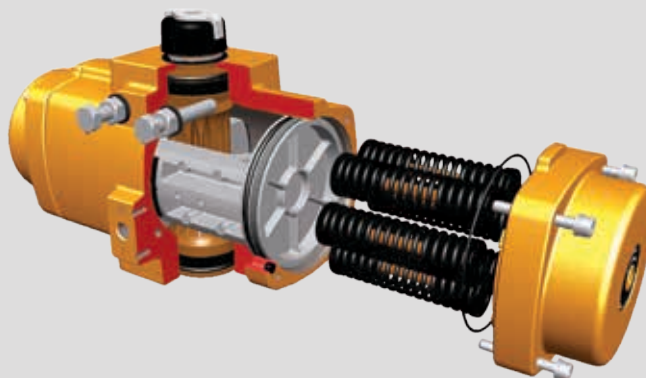
Janez Tušek




EMERSON™
 Process Management



EL Matic™



Field



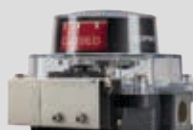
BETTIS™



 **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	
Inženirka Leta 2021	10
IN MEMORIAM	
Zaslужni profesor prof. dr. Jože Hlebanja	12
PREDSTAVITEV	
Tanja Potočnik Mesarić Fakulteta za strojništvo ima z novo raziskovalno opremo še več možnosti vrhunskih raziskav in sodelovanja z industrijo - 1. del	14
JUBILEJ	
Mag. Anton Stušek - 90 letnik	18
NOVICE • ZANIMIVOSTI	20
BIONIKA	
Janez Škrlec Bionični vid	28
ELEKTROHIDRAVLIČNI SERVOPOGONI	
Mitja Kastrevc Nelinearni model elektrohidravličnega podajalnega servopogona	32
NAPREDNI KRMILNI SISTEMI	
Aleš Rosenstein, Timi Karner, Ervin Strmčnik Nastavitev parametrov pospeškomera za preprečevanje udarov in premikov pralnih strojev pri nizkih vrtilnih hitrostih bobna	40
OPTIČNI PREGLED IZDELKOV	
George Cordoyiannis, Iris Fink Grubačević, Tomaž Savšek Testing the impact of light conditions on image quality for optical inspection of surface defects	46
VZDRŽEVANJE HIDRAVLIKE	
<b b="" franc="" majdič<=""> Vzdrževanje hidravličnih naprav - 11. del	50
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Polipropilenski fittingi NPQP, odporni na kemikalije PGVA (FESTO)	54
Študija primera: rešitev podjetja Eles+Ganter za visoke temperature - MMT. Ročaji (ELESA+GANter)	55
Z nastavitvenimi vijaki iz nerjavnega jekla vedno na pravem mestu (ELESA+GANter)	56
Podporni voziček za cevi Elaflex 'HTR-T' za terminalske operacije (GIA-S)	57
OMRON RT1 - nova rešitev za varno daljinsko povezovanje M2M (MIEL Elektronika)	58
Tesnila za hidravliko, tesnilna masa, tesnilni trak in mnogi drugi izdelki (S3C)	60
NOVOSTI NA TRGU	
Senzor kakovosti zraka VOC (FBS)	61
Precizni linearni aktuatorji THOMSON LINEAR serije T (INOTEH)	62
Največje prijemalo v seriji piSOFTGRIP® (INOTEH)	63
Ventilski otoki Serije D (KOVIMEX)	64
Čitalniki kode - Omron V440-F (MIEL)	65
SMC-jeva procesna črpalka serije PA5000, odporna na abrazijo in korozijo (SMC)	66
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Nova Igusova energijska veriga E4Q (HENNLICH)	68
Serija induktivnih stikal OMRON E2EW v kovinskem ohišju (MIEL Elektronika)	70
Hlajenje procesne vode v industriji s hladilnimi stolpi (OMEGA AIR)	72
Premični hidravlični agregat (PPT Commerce)	74
LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA	
Pilotka Bessie Coleman	77

DOGODEK UI4ToP – UMETNA INTELIGENCA PRI OPTIMIZACIJI PROIZVODNIH PROCESOV V TOVARNAH PRIHODNOSTI

Dogodek UI4ToP – Umetna inteligenca pri optimizaciji proizvodnih procesov v tovarnah prihodnosti – je potekal v hibridni izvedbi 20. 10. 2021 od 9. do 11. ure. V živo je bil v Digitalnem središču Slovenije pod sloganom Tehnologija za ljudi v BTC Cityju v Ljubljani. Za oddaljeno spremljanje pa je bil vzpostavljen spletni prenos dogodka.



Glavni organizator dogodka AI4SI je v času predsedovanja Slovenije Svetu Evrope v Digitalnem središču Slovenije organiziral hibridni seminar, osredotočen na uporabo umetne inteligence (UI) pri optimizaciji proizvodnih procesov v tovarnah prihodnosti.

Z uporabo potenciala umetne inteligence bi organizacije lahko povečale svojo konkurenčno prednost in produktivnost, ki sta dva ključna elementa, ki vodita do večje blaginje. V Sloveniji imamo na tem področju izjemne strokovnjake in prebojne tehnologije, potrebno pa je narediti korak naprej k širši uporabi umetne inteligence tako pri podpori poslovnih in proizvodnih procesov kot pri nadgradnji proizvodov in storitev.



Predavatelj iz laboratorija LASIM, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, pri predstavitvi tematike S kombinacijo digitalnega dvojčka in UI do učinkovite proizvodnje

Na seminarju so bile obravnavane tematike o uporabi umetne inteligence v tovarnah prihodnosti. Namen je bil osvetliti in demistificirati umetno inteligenco in jo prikazati kot enega od temeljnih gradnikov sodobnih pametnih tovarn za optimizacijo proizvodnje v več pogledih: ekološkem, ekonomskem, socialnem (omogočanje večje produktivnosti, manjših stroškov, večje ekološke prijaznosti in večje fleksibilnosti proizvodnje).

Za navdih je bilo predstavljenih nekaj uspešnih primerov uporabe tehnologij umetne inteligence v slovenski industriji, ki v sodelovanju z znanostjo že pogumno gradi tovarne prihodnosti.

Na dogodku sta aktivno sodelovala dr. Hugo Zupan in prof. dr. Niko Herakovič, oba člana laboratorija LASIM iz Univerze v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo. Dr. Hugo Zupan je v predavanju S kombinacijo digitalnega dvojčka in umetne inteligence do učinkovite proizvodnje prikazal koncepte, ki jih laboratorij razvija v okviru akcijskega načrta SRIP ToP skupaj z Zbornico za elektronsko in elektroindustrijo iz GZS. Prof. dr. Niko Herakovič pa je sodeloval na okrogli mizi, kjer so potekali pogovori o aktualnem stanju uporabe umetne inteligence v proizvodnji.

Udeleženci so na podlagi predavanj in predstavitev spoznali:

- ▶ umetna inteligenca v pametnih tovarnah omogoča povečanje produktivnosti in zmanjšanje stroškov, predvsem pa veliko večjo prožnost proizvodnje pri prilagajanju novim proizvodom;
- ▶ umetna inteligenca kot gradnik pametnih tovarn omogoča razvoj novih rešitev na ravni spremljanja, vodenja in optimizacije proizvodnih procesov.

V zaključnem delu prireditve je potekala okrogla miza z zanimivimi udeleženci, ki so podrobneje osvetlili izzive uvajanja umetne inteligence v tovarnah prihodnosti.

Dr. Mihael Debevec, UL, Fakulteta za strojništvo

DOGODEK INDUSTRIJA 4.0 IN ROBOTIKA V SLOVENIJI IN B2B MATCHING Z AVSTRIJSKIMI PODJETJI

V Digitalnem središču Slovenije v Ljubljani je pod krovnim naslovom Tehnologija za ljudi v sredo, 1. decembra 2021, potekal dogodek na temo industrije 4.0 in robotike v Sloveniji, ki so se ga udeležila tudi avstrijska podjetja s teh in sorodnih področij. December je v Digitalnem središču Slovenije posvečen prav industriji 4.0 in robotiki. Pri uvajanju konceptov 4.0 so slovenska podjetja na različnih stopnjah zahtevnosti, pomembno pa je, da se implementacije industrije 4.0 lotijo strateško, sistematično. Glavni sponzor krovnega dogodka je bilo podjetje Yaskawa.



Na srečanju so bili podrobneje predstavljeni slovenska industrija in robotika, uspešni primeri dobrih praks slovenskih podjetij s področij industrije 4.0 in robotike, njihove inovativne in tehnološko napredne rešitve ter proizvodi, predstavljen pa je bil tudi pregled različnih konceptov industrije 4.0 s fokusom na transparentnosti v proizvodnji.



Predavatelj prof. dr. Niko Herakovič iz laboratorija LASIM, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, pri predstavitvi tematike *Transparency in production*

Dogodek je ponujal izmenjavo izkušenj in dobrih praks kot vodilo za razvoj medsebojnih sodelovanj. Prav tako je bil edinstvena priložnost za generiranje novih poslovnih kontaktov, saj so se ga udeležila uspešna podjetja iz Avstrije, organizirani pa so bili tudi B2B-sestanki med slovenskimi in avstrijskimi podjetji.

V sekciji Industry 4.0 & Smart Factories in Slovenia sta imela predavanja dva člana laboratorija LASIM. Prof. dr. Niko Herakovič je v predavanju z naslovom *Transparency in production* osvetlil ključne segmente v organizacijski strukturi industrije 4.0 in poudaril pomembnost transparentnosti v celotnem sistemu. V drugem predavanju z naslovom *Data flow in DEMO Center of Smart Factory LASIM* pa je doc. dr. Marko Šimic predstavil zasnovo, strukturo in delovanje DEMO centra pametne tovarne, ki deluje v laboratoriju LASIM na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, in se posebej osredotočil na podatkovne tokove znotraj DEMO centra.

Več o dogodku je na voljo na povezavi: <http://ctop.ijs.si/sl/2021/12/22/industrija-4-0-in-robotika/>.

Dr. Mihael Debevec, UL, Fakulteta za strojništvo

DOGODEK TEHNOLOGIJE VODENJA – TEHNOLOGIJE, KI OMOGOČAJO STVAREM, DA DELUJEJO

Pod okriljem dogodkov v decembru 2021 s skupnim imenom Digitalno razstavišče – tehnologija za ljudi je o tematici industrija 4.0 in robotika Kompetenčni center za napredne tehnologije vodenja (KC STV) organiziral dogodek z naslovom Tehnologije vodenja – tehnologije, ki omogočajo stvarjem, da delujejo. Dogodek je potekal v petek, 3. decembra, v hibridni obliki: v živo v Digitalnem središču v BTC in obenem preko spletnega prenosa.



Dogodek je organiziral grozd Sistemi in tehnologije vodenja (SRIP Tovarne prihodnosti), ki deluje v okviru zavoda KC STV in je eden izmed upravičencev SRIP ToP. Predavanja so potekala v angleškem jeziku.

Na dogodku je bil predstavljen pregled prednostnih področij tehnologij vodenja za tovarne prihodnosti v Sloveniji. Poudarek je bil na (1) umetni inteligenci za vodenje in optimizacijo sistemov, (2) digitalnih dvojčkih v tehničnih procesih, (3) energetski domeni v kompleksnih sistemih, (4) prediktivnem vzdrževanju, prognostiki in ocenjevanju stanja strojev in procesov, (5) industrijskem internetu stvari, (6) integriranih sistemih MES in (7) nekaterih specifičnih aplikacijah vodenja. Za vsako prednostno področje tehnologij vodenja so bili prikazani splošen pregled področja in zanimive aplikativne rešitve.

Na dogodku je sodeloval doc. dr. Marko Šimic, član laboratorija LASIM z Univerze v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, z dvema predavanjema. S prvim predavanjem Digitalni dvojčki v tehničnih procesih je osvetlil možnosti in izzive pri uporabi digitalnih dvojčkov v tehničnih procesih, v drugem predavanju z naslovom Demonstracijski center za digitalne dvojčke in logistične procese pa je razložil zasno-



Predavatelj doc. dr. Marko Šimic iz laboratorija LASIM, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, pri predstavitvi tematike Digitalni dvojčki v tehničnih procesih

vo, strukturo in delovanje DEMO centra pametne tovarne, ki deluje v laboratoriju LASIM na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Več o dogodku je na voljo preko povezave: <http://www.kcstv.si/2021/12/dogodek-tehnologije-vodenja-tehnologije-ki-omogočajo-stvarem-da-delujejo/>.

Dr. Mihael Debevec, UL, Fakulteta za strojništvo

KAKO DO PAMETNE TOVARNE V KEMIJI?

Po spletu je 3. februarja potekalo izobraževanje Kako do pametne tovarne v kemiji. V sodelovanju z grozdom Pametne tovarne (pri Zbornici elektronske in elektroindustrije) in laboratorijem LASIM (Fakulteta za strojništvo, UL) so bile predstavljene aktualne tematike s področja industrije 4.0 in pametnih tovarn.

V začetnem delu dogodka sta člana laboratorija LASIM doc. dr. Marko Šimic in Matevž Resman v predavanju Industrija 4.0 in pametna tovarna - uvod, trendi podala osnove pametnih tovarn ter smernice za vzpostavitev pametne tovarne. V nadaljevanju so člani laboratorija LASIM izvedli prikaz delovanja democentra Pametne tovarne LASIM (Demonstracijski center industrije 4.0) in razložili koncepte, gradnike in tehnologije, ki so potrebni za delovanje pametne tovarne.

Predavatelju z Instituta Jožef Stefan je sledila predstavitev trendov v kemijski industriji in dveh primerov dobrih praks uvedbe industrije 4.0 in digitalizacije procesov v kemijski industriji, ki sta jih podala predstavnik podjetij Metronik d. o. o. in Cinkarne Celje d. d.

V zaključnem delu je predstavnik Združenja kemijske industrije v predavanju Vključevanje elementov presoje tveganj in procesne varnosti v industrijo 4.0 podal trende glede tveganj in procesne varnosti v pametnih tovarnah.

Iz izobraževanja lahko strnemo sledeče zaključke:

- ▶ Industrija 4.0 ne prinaša pozitivnih učinkov le v avtomobilski, temveč tudi v procesni industriji. Za podjetja iz kemijske industrije bi bilo smiselno, da začnejo z digitalno preobrazbo, ne samo z vidika proizvodnje, ampak celotnega poslovnega procesa. Preobrazba se začne pri vodstvu podjetja, ki nato s svojim delovanjem vertikalno vpliva na celotno strukturo.
- ▶ Pri prehodu v pametne tovarne ne gre samo za digitalizacijo in avtomatizacijo proizvodnega procesa, ampak za mnogo več. Podjetja z izdelavo digitalne strategije in indeksom digitalne zrelosti identificirajo, na kateri stopnji preobrazbe so, kje je potrebno vložiti dodatna sredstva in kako sistematično začeti, da bodo izpolnjeni dolgoročni cilji. Industrija 4.0 (katero del so digitalni dvojčki) je samo eden od 8 elementov digitalne strategije in preobrazbe. Za prehod v pametno tovarno je potreben čas, saj gre za dolgotrajen in zahteven proces, ki se začne z natančnim mappingom in analizo stanja podjetja, tehnoloških procesov, zaposlenih, vizije podjetja, ... Preobrazbe se podjetje loti po korakih oz. digitalizira posamezne procese, kar



vodi v identifikacijo še neznanih problemov in njihovo odpravljanje. Ključna je arhitektura pametnih tovarn, s katero se določijo vsi deležniki proizvodnje (delovna sredstva, podatki, procesi itd.) in služi kot osnova za bodočo pametno tovarno, ki bo horizontalno in vertikalno integrirana, podprta z digitalnimi dvojčki procesov in sistemov ter digitalnimi agenti odločanja.

- ▶ Prednosti pametnih tovarn se izkazujejo v tem, da proizvodnja postaja fleksibilna kakor tudi robustna in s tem hitro prilagodljiva na spreminjajoče se razmere na trgu. Delovni procesi postanejo hitrejši, kar da podjetju prednost, da postane še konkurenčnejše na svojem področju delovanja. Z uporabo tehnologij 4.0 se poveča celotna produktivnost in zmanjša možnost pojava napak oziroma jih lahko že vnaprej predvidimo in odpravimo. S tem ne le zmanjšamo stroške, ki so predvideni in nepredvideni, temveč tudi povečamo dodano vrednost proizvodov in izboljšamo finančno poslovanje podjetja.
- ▶ Podjetja naj v proces digitalne preobrazbe vključujejo zunanje svetovalce in eksperte z različnih področij, ki bodo na skupnih delavnicah postavili smernice, izobrazili zaposlene in povečali njihove digitalne kompetence, nadzirali potek in svetovali pri nadaljnjih korakih.

Več o dogodku je dostopno na povezavi: <https://www.gzs.si/pametnetovarne/vsebina/Aktualno/ArticleId/82295/novica-s-kick-off-dogodka-kako-do-pametne-tovarne-v-kemiji>.

Dr. Mihael Debevec, Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo

INŽENIRKA LETA 2021: VSAKA PRISPEVA ENAKOVREDEN DELČEK K INŽENIRSTVU IN POMAGA SOUSTVARJATI PRIHODNOST

Na slavnostni razglasitvi Inženirka leta 2021 v Predsedniški palači je inženirka leta postala dr. Nataša Kovačević, vodja projektov na oddelku za raziskave v družbi Kolektor Group. Letošnje nominiranke je na četrtem izboru inženirke leta nagovoril predsednik RS Borut Pahor.

Izbor inženirke leta postavlja v ospredje osebo, ki je lahko s svojim delom in osebnostjo zgled in navdih mlajšim generacijam deklet, da se bodo lažje odločala za perspektivne inženirske poklice. V letošnji generaciji slovenskih inženirk je komisija prepoznala »predsednico razreda« v Nataši Kovačević. Ob raziskovalnih in inženirskih podvigih ter prispevku skupnosti namreč navdihuje tudi kot oseba. Njena osebnost izraža strast do dela in jasne cilje, ki se jih loteva z zagnanostjo in trdim delom. Ko spregovori o svojem delu, ji oči zažarijo. Navduši z umirjeno, a odločno samozavestjo.

Ob prejemu kipca se je Nataša Kovačević zahvalila za izjemno priznanje: *»V čast si štejem, da sem del tega projekta, da sem spoznala takšno ekipo ljudi, devet izjemnih inženirk. Poudarila bi, da smo vse nominiranke zmagovalke in da vsaka prispeva enakovreden delček k inženirstvu in pomaga soustvarjati prihodnost. Vloga nas žensk se v inženirstvu zagotovo povečuje. Je pa delež žensk tu še vedno prenizek. Zato je prav, da se usmerjajo mlada dekleta v to in da se izkoristi ves njihov potencial. Sama se bom trudila navduševati mlada dekleta in fante za inženirstvo in naravoslovje.«*

Inženirji so most med cilji in njihovo dosego

Nominiranke za inženirko leta je nagovoril predsednik Republike Slovenije Borut Pahor, ki je častni pokrovitelj projekta Inženirke in inženirji bomo!, katerega del je tudi izbor Inženirka leta: *»Inženirji so most med cilji in njihovim doseganjem. Tu si ne postavljam vprašanja, ali so to inženirji ali inženirke. Vem, da cel svet potrebuje vse te talente in znanje. Tudi v Sloveniji opažam, da se pod vso naveličnostjo in utrujenostjo zaradi epidemije skriva tudi silovit zagon malih, novih podjetij, mladih ljudi, ki prihajajo sem iz celega sveta. Vliva mi neskončno upanje, da se odpirajo vrata neskončnih priložnosti, ki jih ne smemo zamuditi. Vam pripadata ta prilo-*



Inženirka leta 2021, Nataša Kovačević

žnost in poglavje prihodnosti. Od vas pričakujemo vse. Ta prihodnost je lahko čudovita, če jo bomo znali uporabiti za dobre namene. Tu se zanašamo na vaše znanje, talente in radovednost.«

Družba želi talente, še posebej v tehnologijah

V uvodnem pozdravu je Medeja Lončar, direktorica Siemens Slovenija, predsednica uprave Siemens Hrvaška in direktorica Siemens Srbija, pobudnica izbora inženirka leta, izpostavila izračune svetovnega gospodarskega foruma, ki kažejo, da bo potrebnih skoraj 136 let za premostitev vrzeli med spoloma: *»Zakaj bi zajemali le iz polovice bazena talentov? Številke, ocene in medalje na tekmovanjih ter raziskovalnih taborih kažejo na enakovrednost dijakinj in dijakov pri fiziki, matematiki, kemiji, biologiji. Zakaj bi se torej dekleta pri odločitvah o študijski poti odpravila v nasprotno smer, stran od tega, česar so sposobna in imajo rada? Zakaj bi se vnaprej odločila, da opustijo tisto, kar jim gre dobro in po čemer svet hlepi? Družba želi talente, še posebej v tehnologijah! Prave ljudi, na pravih mestih. Inovatorke in*



Nominiranke za inženirko leta 2021

inovatorje. Raziskovalke in raziskovalce. Inženirje in inženirke.»

Poklici so povezani z notranjim klicem in ne s spolom

Zbrane je nagovoril tudi Miha Bobič, predsednik projekta Inženirke in inženirji bomo!, ki je poudaril, da inženirstvo odlikuje strmenje k odličnosti: *»Danes imamo med sabo inženirke, ki ustvarjajo boljše procese v podjetjih, vodijo projekte, usmerjajo razvoj programske opreme, izdelovanje zdravil, se ukvarjajo z napovedmi gibanja trgov in med drugim pripomorejo s svojim delom in dosežki k zaustavitvi pandemije covid-19. Prepričan sem, da lahko s svojim delom in dosežki mirno stojijo ob boku stanovskim moškim kolegom. Poklic ni povezan s spolom, ampak z notranjim klicem, ki nam ga ustvarijo naši talenti.«*

Inženirko leta 2021 je razglasila njena predhodnica, lanska inženirka leta Jasna Hengovič. V svojem nagovoru je med drugim izpostavila izzive prihodnosti, na katere bodo znali odgovoriti inženirji, ki so tisti, na katere se bo takrat obračal svet, in pozdravila letošnje nominiranke: *»Letošnje inženirke kot vse doslej prikazujejo, kako zanimiv, raznolik in poln priložnosti je inženirski poklic. Letošnja generacija pa še posebej dokazuje, da lahko s pogumom in*

trudom kasneje v karieri spremeniš svojo pot in na njej bleščeče zasvetiš.«

Deset letošnjih nominirank za inženirko leta 2021

Med letošnje nominiranke za inženirko leta 2021 so uvrščene Špela Jernejc, direktorica, vodja razvoja, tehnologinja v podjetju Procesni Inženiring d. o. o.; Špela Jug, procesna tehnologinja v enoti Trdni izdelki v podjetju Lek d. d.; Branka Kranvogel, vodja projektov v podjetju Cleangrad d. o. o.; Dijana Makič Grilc, višja tržna analitičarka v podjetju GEN-I d. o. o.; Adina Mlivič, višja strokovnjakinja, specialistka v materialnem toku v podjetju BSH Hišni aparati d. o. o. Nazarje; Lea Naglič, testerka programske opreme v podjetju Loftware (NiceLabel); Božidarika Radović, vodja razvoja sistema za elektronsko predpisovanje zdravil v podjetju Better d. o. o.; Judita Zupančič, samostojna analitičarka na oddelku Raztapljanje trdnih oblik v podjetju Krka d. d.; Tjaša Zupančič Hartner, vodja oddelka operativne odličnosti v podjetju Varis Lendava d. o. o.

Metodologija izbora inženirke leta 2021

Na odločitev, katera od letošnjih 10 nominirank predstavlja največji zgled in navdih mladim, so s svojimi glasovi enakovredno vplivale štiri žirije: vse štiri generacije nominirank za priznanje inženirka leta, predstavniki medijev, dijakinje in učitelji iz konzorcija gimnazij in šolskih centrov Inženirke in inženirji bomo! ter predstavniki organizatorja in partnerjev izbora Inženirka leta.

Izbor poteka v soorganizaciji revije IRT3000, družbe Mediade in drugih sodelujočih partnerjev. Je del projekta Inženirke in inženirji bomo!, ki mlade z dogodki na gimnazijah in v šolskih centrih že enajsto leto (od leta 2012) navdušuje za inženirstvo, tehniko, naravoslovje in inovativnost.

Več o izboru: <http://inzenirka-leta.si/>

Revija IRT3000
Foto: Andrej Križ

CLEANME
Strokovni sejem za industrijsko & komercialno čiščenje

20.-22.9.2022
GR, Ljubljana

www.icm.si

ZASLUŽNI PROFESOR PROF. DR. JOŽE HLEBANJA

Prof. Hlebanja je sklenil svojo pot v dolini pod Špikom. Gospodar življenja mu je namenil zadnje poglede na Martuljkovo skupino, kakor jo je spoznaval z drobcenimi očmi daljnega 31. marca 1926. Njegova življenjska pot je lahko zgled mladi generaciji, ki vstopa v življenje 21. stoletja. Srednji Vrh, petstoletna domačija klenega rodu Hlebanjevih, je bil njegov pravi dom. V strmih rebrih se je kalil trden značaj Slovenca, domoljuba.



Prof. dr. Jože Hlebanja

Štiriletno osnovno šolo je končal v Kranjski Gori, nižjo srednjo šolo pa leta 1940 tik pred vojno na Jesenicah. V letu 1941 se je vpisal na Tehniško srednjo šolo, oddelek strojništvo, v Ljubljani, sedanja Aškerčeva ulica. Zaradi italijanske okupacije Ljubljane in ker je bil doma s Srednjega Vrha (nemška cona), je moral srednjo šolo nadaljevati v Celovcu, kjer je leta 1943 zaključil tretji letnik.

V Celovcu in v povezavi z domačim krajem se je kmalu priključil NOB, kjer je bil sprejet kot mladinec v SKOJ. Januarja 1944 je odšel v partizane, deloval je kot terenec, aprila je bil sprejet v KP in kmalu nato ujet ter odpeljan v Begunje. Junija 1944 so partizani minirali hotel Park. Bil je med stotimi, ki so jih pripeljali na Bled na streljanje. Streljanje je bilo odpovedano tik pred izvršitvijo. Štirikrat je bil obsojen na smrt in štirikrat je Go-

spodar življenja odločil, da ostane živ. V avgustu 1944 je bil odpeljan v Mauthausen. V taborišču se je vključil v Jugoslovanski nacionalni komite Mauthausen in bil član borbene trojke za osvoboditev taborišča, če bi esesovci začeli z likvidacijami ob osvoboditvi. V domovino se je vrnil junija 1945 z glavnim transportom. Po vrnitvi se je javil na delo v železarni Jesenice. Spomladi leta 1946 je zaključil srednjo šolo v Ljubljani in se v septembru vpisal na Tehniško fakulteto za strojništvo v Ljubljani. Že leta 1947 je postal demonstrator pri prof. Kuhlju za predmete Mehanika in Trdnost.

V Ljubljani je spoznal ženo Olgo in začel leta 1949 ustvarjati družino. Iskanje rešitev v konstruiranju in preživljanje družine sta ga usmerila v biro prof. Kovačca. Bil je čas, ko se je tako delo v okviru fakultete spodbujalo in je bilo dovoljeno. Študij je končal 29. julija 1952 z diplomom št. 49. Istega leta je postal asistent pri predmetih Transportne naprave in Jeklene konstrukcije.

Kot prepričan domoljub, socialno čuteč, vzoren mož, oče, ki je v skrbi za družino delal na fakulteti in v biroju prof. Kovačca, je zaradi stroke izgubil občutek za politično delo. Sledila je odločitev organov KPS v letu 1952, da ga izključijo z razlogom: član partije se preveč zanima za stroko in manj za družbenopolitično delo. Za nekaj časa je bila njegova akademska kariera zapečatenjena. Leta 1955 se je zaposlil v Metalni Maribor. Postal je projektant in konstruktor številnih dvigalnih naprav: od mestnih do pristaniških žerjavov, dodeljena pa mi je bila tudi gradnja žičnic. Njegovi znani projekti so: tovorna žičnica od rudnika Velenja do TE v Šoštanju, osebna žičnica na Pohorje in kasneje žičnica na Sljemen pri Zagrebu, na Popovo Šapko iz Tetova, žičnica v Sarajevu itd. Zaradi uspešnega dela pri izdelavi prej omenjenih projektov je bil leta 1959 povabljen nazaj na fakulteto, kar je za današnje razmere nepojmljivo. Izveden je bil razpis za univerzitetnega učitelja, na katerega se je javil in kot docent prevzel predmet Strojni elementi. Predmet je v celoti zasnoval in začel predavati v študijskem letu 1959/60, ko se je preselil nazaj v Ljubljano.

Prof. Hlebanja je pripadal generaciji povojnih graditeljev gospodarskih objektov in opreme, zato ni imel možnosti neprekinjenega študija, kaj šele spoznavati stroko brez industrijske prakse. To načelo je bilo in je še danes logika razvoja profesor-skega kadra po svetu in za to se je zavzemal ves čas. Ob velikih službenih obveznostih se je intenzivno posvetil študiju zobnikov in tako leta 1967 branil doktorsko disertacijo z naslovom: Uporabnost cikličnih krivulj za boke zob zobnikov. Po opravljenem doktoratu je bil izvoljen v naziv izrednega in kasneje v rednega profesorja. Ob upokojitvi mu je Univerza v Ljubljani dodelila naslov zaslužni profesor.

Ciklične krivulje in iz njih izpeljano S-ozobje (krivulja dotikalnih točk v obliki črke S) se med njegovimi študenti imenujejo kar H-ozobje. Do svojih zadnjih dni je pripravljala različne verzije rešitev cikličnih krivulj. Po ozobju ga pozna svetovna strokovna javnost. Izpeljave matematike zakona ozobja je izvajal dosledno in dokazal prednosti na nešteti področjih.

Iskrivost v idejah, zavezanost resnemu delu, trdnemu izražanju stališč so bila načela prof. Hlebanja na vseh funkcijah, ki jih je prevzemal in re-

sno izvajal. Bil je zavzet pri gradnji nove fakultete. Sam je večkrat dejal, da mu »kolegi« niso odpustili jasnih stališč in zato so mu dopustili, da je imel najvišjo funkcijo kot prodekan.

Njegovi sodelavci ga poznamo kot dobrohotnega vodjo, ki nam je v iskanju rešitve vedno prišel nasproti z argumenti in logiko narave in nam tako izkazoval doživeto življenjsko širino človeka, ki je prevečkrat doživljal krivične obsodbe sopotnikov in se je zato raje umaknil v svoj ožji krog.

Vedno je poslušal vse strani in se po opredelitvi zavzel za vsakega posameznika ali skupino vedno tako, da je pokazal trdno, verodostojno stališče in oceno. Če je prepoznal resnico in jasno besedo, se ni nikoli umaknil. Znal je oceniti, ali je zavzetost za določeno idejo upravičena ali ne. Vsi, ki smo ga spoznali in sodelovali z njim, smo v njem prepoznali neverjetno karizmo, priznana doma in v tujini.

Sodelovanje z njim je bilo tudi v poznih letih velika duhovna dobrina, ki so jo spoznali mnogi sodobniki in njegovi študentje, sodelavci. In takega bomo ohranili v spominu.

Prof. dr. Jože Duhovnik

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

21st International Sealing Conference –
20-ta mednarodna konferenca o tesnjenju –
Stuttgart 2022

12. in 13. 10. 2022 | Stuttgart

Organizatorja:

- ▶ Institute of Machine Components (IMA) of the University of Stuttgart – PD Dr.-Ing. habil. Frank Bauer,
- ▶ VDMA – Fluid Power.

Moto konference:

- ▶ Tehnologija tesnjenja – stara šola, novi dosežki

Tematika:

- ▶ Statična tesnila,
- ▶ Rotacijske gredne tesnilke,

- ▶ Tesnilke za semintjakajšnje gibanje (hidravlika-pnevmatika),
- ▶ Osnovne tesnilne tehnike,
- ▶ Mehanska tesnila,
- ▶ Materiali in površinska tehnika,
- ▶ Varčevanje z energijo, trenje, obraba,
- ▶ Standardizacija, patenti, zakonodaja, preskušanje,
- ▶ Uporaba in izkušnje.

Informacije – kontakti:

- ▶ Fluid Power Association within the VDMA, 21st ISC; dr. Maximilian Hartmann, Lyoner Str. 18, 60498 Frankfurt/Main, Germany; tel.: +49 (0) 6966063-1513; e-pošta: maximilian.hartmann@vdma.org

FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO Z NOVO RAZISKOVALNO OPREMO – ŠE VEČ MOŽNOSTI VRHUNSKIH RAZISKAV IN SODELOVANJA Z INDUSTRIJO – 1. DEL

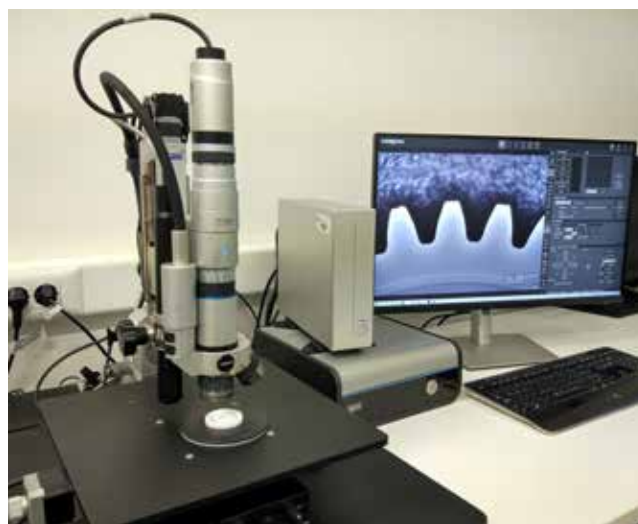
Tanja Potočnik Mesarić

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je tudi v letu 2021 sledila svojemu družbenemu poslanstvu in strategiji razvoja fakultete do leta 2025 in investirala v svojo raziskovalno opremo več kot 620 000 evrov. Od tega zneska je z 242 000 evri sofinancirala nakup Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) v okviru javnega razpisa za sofinanciranje nakupov raziskovalne opreme (Paket 19).

Raziskovalna oprema, ki jo je fakulteta kupila s pomočjo sofinanciranja ARRS, obsega nanotočkovni konfokalni profilometer z visoko ločljivo 3D-digitalno mikroskopijo za submikronske analize triboloških površin na realnih inženirskih komponentah, statično in dinamično preizkuševališče Step Engineering UD08, napredni izdelovalni in testni sistem gorivnih celic, hitro termokamero, metalurški optični mikroskop ZEISS AxioScope 5 z dodatki, pulzni dinamični generator tlaka kapljevine ter opremo za nadgradnjo robotskega sistema v napredni 3D-tiskalnik kovin. V tokratnem prispevku predstavljamo tri izmed njih, v prihodnji številki Ventila pa si bomo poglobljeje ogledali še ostale.

Nanotočkovni konfokalni profilometer

3–5 % BDP v razvitih državah se v industriji in transportu porabi zaradi prekomerne obrabe, prehitrih okvar in menjav komponent, strojev in celih postrojenj in s tem posledično povezanih nepotrebnih investicij in vzdrževanja. Ključno vlogo pri tem prav ima razumevanje deformacij in mehanizmov obrabe ter površinskih filmov na nanoskali. Tovrstne tribološke raziskave se zato odvijajo v laboratorijskih pogojih na modelnih preizkuševališčih, na realnih komponentah ali z analizo komponent v industriji. Nanotočkovni konfokalni



Slika 1: Nanotočkovni konfokalni profilometer (Foto: TINT)

profilometer z visokoločljivo 3D-digitalno mikroskopijo za submikronske analize triboloških površin na realnih inženirskih komponentah nam sedaj omogoča razširitev znanstvenih raziskav na področje strojnih elementov in komponent, kar je kratkoročno izjemno pomembno za industrijske aplikativne analize, dolgoročno pa za znanstvene raziskave razumevanja obrabnih mehanizmov na realnih komponentah. Za to doslej v Sloveniji nismo imeli ustrezne infrastrukture, s tem pa smo razširili tudi potencialno sodelovanje z večjim krogom podjetij v Sloveniji in nivo znanstvenih raziskav na področju obrabnih mehanizmov.

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



Slika 2 : Večosno statično in dinamično preizkuševališče (Foto: IFP, d. o. o.)

Večosno statično in dinamično preizkuševališče

Za razvoj naprednih materialnih modelov je ključna natančna eksperimentalna karakterizacija materiala v odvisnosti od zunanjih obremenitev. Nakup novega preizkuševališča omogoča izvajanje zahtevnejših večosnih (natežno-tlačnih in torzijskih) časovno odvisnih obremenitev preskušancev. Preizkuševališče ima vgrajen elektrodinamični pogon z linearnim (do 1 m/s in ± 20 kN) in torzijskim (do 400 rpm in 140 Nm) aktuatorjem, ki omogoča sinhrono delovanje s frekvencami obremenjevanja do 100 Hz. Napreden krmilni sistem preizkuševališča omogoča izvedbo standardiziranih preizkusov kot tudi izdelavo poljubnih nestandardiziranih merilnih protokolov, potrebnih za izvajanje raziskovalnih nalog. Ključna je zmožnost sočasne kontrole preizkuševališča preko sile, momenta, pomika, zasuka in deformacije med posamezno meritvijo. Zagotovljena sta ustrezen sproten zajem in obdelava podatkov med meritvami. Preizkuševališče bo neposredno aktivno vključeno tudi v področja specialnih konstrukcijskih znanj, kjer skupina aktivno sodeluje na področju raziskav materialov z oblikovnim spominom, polimerov in kompozitov.



Slika 3 : Štiri komponente naprednega izdelovalnega in testnega sistema gorivnih celic (Foto: IFP, d. o. o.)

Napredni izdelovalni in testni sistem gorivnih celic

Napredni izdelovalni in testni sistem gorivnih celic se uporablja za vzpostavitev sistematičnih raziskav na področju razvoja komponent (izdelavi in testiranju) elektrokemijskih pretvornikov energije (gorivnih celic, baterij in elektrolizerjev). Ti predstavljajo eno od prioritarnih strateških področij EU pri izvajanju politik dekarbonizacije družbe, krožnega gospodarstva in sektorskega sklapljanja ter krepitvi vodilne vloge pri izrabi obnovljivih virov energije ter inovacijskih rešitev v svetovnem merilu.

Izdelovalni in testni sistem za gorivne celice je sestavljen iz petih komponent: sistema za nanašanje

kovin in kovinskih prevlek z metodo hladnega plinskodinamičnega napraševanja; merilnega sistema Real3D z vpenjalno rotacijsko mizo, objektivni in programsko opremo za konfokalni 3D-mikroskop Alicona InfiniteFocusSL; testne postaje gorivnih celic z razširjeno možnostjo EIS (elektroimpedančna spektroskopija); sistema za izvajanje stabilnih EIS-meritev ter merilnega vpetja za membranskoelektrodni sklop s površinsko segmentiranim merilnim sistemom in skupaj predstavljajo večje možnosti povezovanja znanja in laboratorijev na fakulteti.

Za vsa dodatna vprašanja in možnosti sodelovanja se lahko obrnete na Službo za komuniciranje in gospodarske zadeve Univerze v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo: pr@fs.uni-lj.si ali 01 4771 662.

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2021 - ASM '21

~~08. december 2021~~ prestavljeno na 11. maj 2022

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

MEDNARODNI

INDUSTRIJSKI SEJEM 2022



www.ce-sejem.si Celjski sejem

RAZSTAVNI PROGRAM:

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

STROKOVNI SPREMLJEVALNI PROGRAM:

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



CELJSKI SEJEM

5.-8. april 2022



FLUID CONNECTORS

Strokovne rešitve za prenos tekočine

Varnost, zmogljivost in zanesljivost za ravnanje s tekočino pri visokih pretokih

S poudarkom na varnem ravnanju in upoštevanju strogih okoljevarstvenih standardov Stäubli ponuja **hitre in brezkapljične spojke ter varnostne brezkapljične spojke**, ki izpolnjujejo zahteve vseh **aplikacij za prenos tekočin**, tako za nakladanje kot razkladanje.

Naše rešitve z **visokimi stopnjami pretoka** za hitro polnjenje pomenijo **najvišjo varnost za operaterja in okolje** ob ohranjanju neoporečnosti tekočine in zmanjšanju obratovalnih stroškov.

www.staubli.com



MAG. ANTON STUŠEK – 90 LETNIK

14. januarja 2022 je mag. Anton Stušek, dolgoletni pomočnik urednika revije Ventil, praznoval 90. rojstni dan. Iskrene čestitke za lep jubilej.



Mag Anton Stušek

Mag. Antonu Stušku je fluidna tehnika v veliki meri krojila življenje. Spoznal jo je in delal na tem področju ob službovanju v JLA, po izstopu iz JLA pa je svoje znanje podajal študentom Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Začetki uvajanja fluidne tehnike – hidravlike, pnevmatike – na Fakulteti za strojništvo segajo nazaj v petdeseta in šestdeseta leta prejšnjega stoletja, ko je prof. F. Lobe v okviru predmetov s področja obdelovalnih strojev že predaval o hidravličnih pogonih in krmiljih s poudarkom na izvedbah črpalk, motorjev, hidravličnih valjev in nekaterih krmilnih ventilov. V začetku sedemdesetih so na Fakulteti za strojništvo ob prizadevanju prof. dr. J. Hlebanje uvedli v okviru višješolskega študija konstrukterstva predmet Hidravlika in pnevmatika. V študijskem letu 1972/73 ga je predaval zunanji sodelavec mag. Stane Grčar. S študijskim letom 1973/74 pa je bil kot redni predavatelj za ta predmet izvoljen mag. Anton Stušek. Že v naslednjem letu (1974) je bila pod vodstvom mag. Stuška izdelana skromna

zasnova Laboratorija za fluidno tehniko (LFT), in sicer najprej z osnovnim učnim pripomočkom za pnevmatiko firme Festo Didactic. Začetek je bil kar v predavalnici za izvajanje vaj pri predmetu Hidravlika in pnevmatika. Omogočeno je bilo prikazovanje delovanja in lastnosti osnovnih sestavin, kot so valji, motorji in krmilni ventili. Sočasno z laboratorijskimi vajami za področje pnevmatike je bil v okviru Laboratorija za fluidno tehniko za hidravliko zasnovan učni pripomoček UPH 1, ki ga je izdelalo podjetje Kladivar Žiri.

Leta 1979, po izvolitvi mag. A. Stuška v naziv docent, pa so se tudi na univerzitetni ravni študija začela predavanja predmeta Fluidna tehnika. To je sočasno intenziviralo tudi razvojnoraziskovalno delo na področju fluidne tehnike in pogojevalo nujno razširitev Laboratorija za fluidno tehniko. Zasnovano je bilo univerzalno preskuševališče za hidravliko SUPH-1. Konstrukcijska dokumentacija je bila izdelana v sodelovanju z zunanjim podjetjem. Izdelali pa so ga v mehanskih obratih podjetja Pionir Novo mesto in dobavili na Fakulteto za strojništvo leta 1990. Tik pred tem je vodstvo fakultete Laboratoriju za fluidno tehniko dodelilo ustrezen prostor v pritličju nove zgradbe. V tem prostoru je deloval 29 let – do preselitve v novembru 2019, kjer deluje še zdaj.

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

Mag. Anton Stušek je vsa leta dela na Fakulteti za strojništvo do upokojitve ob rednem pedagoškem in razvojnoraziskovalnem delu aktivno sodeloval s slovensko strojno industrijo. Bil je mentor približno 70 diplomantom na obeh tedanjih nivojih študija, sodeloval je z univerzami in visokimi šolami v tujini (Zagreb, Beograd, Aachen, Trondheim, Praga, Bratislava, Budimpešta). Dopolnilno oz. industrijsko izobraževanje je izvajal predvsem v sodelovanju z Zavodom za tehnično izobraževanje v Ljubljani, pri razvojnoraziskovalnem delu pa je sodeloval z več kot 14 takratnimi slovenskimi industrijskimi podjetji.

Pod mentorstvom doc. mag. Stuška sem leta 1984 uspešno zaključil tedanji znanstveni magistrski študij na področju prehodnih pojavov v pogonsko-krmilni hidravliki. Tematika je bila izrednega pomena za postrojenja v takratni Železarni Jesenice, kjer sem bil zaposlen.

Jeseni 1994 me je življenjska pot nekoliko nepričakovano iz industrije pripeljala na Fakulteto za strojništvo, kjer sem ob upokojitvi mag. Stuška prevzel predavanja in vodenje Laboratorija za fluidno tehniko. Nasledil sem urejene razmere, ki so omogočale nadaljnji razvoj laboratorija, meni pa razmeroma hitro pridobitev doktorata in izvolitev v docenta.

Letos jeseni bo poteklo že 10 let, odkar sem ob upokojitvi pedagoško delo in Laboratorij za fluidno tehniko z razvojnoraziskovalnim delom predal svojemu nasledniku doc. dr. Majdiču. Laboratorij in celotno področje fluidne tehnike ves čas uspešno napredujeta.

Naslednje leto bo torej poteklo pol stoletja od začetkov fluidne tehnike na Fakulteti za strojništvo pod vodstvom mag. Stuška in upam si trditi, da so bila ta leta uspešna. Zasnove in začetna leta so bila torej dobra osnova za sedanje uspehe.

Dr. Jožef Pezdirnik

Magistra Antona Stuška poznam že dobra štiri desetletja. Bil sem študent Fakultete za strojništvo, ko je bil on predavatelj. Zaradi drugačne smeri študija ni bil nikoli moj predavatelj. Kolegi študenti, ki so poslušali njegova predavanja, so o njem govorili zelo spoštljivo in ga uvrščali med odlične pedagoge. V prejšnjem sistemu sva tu pa tam sodelovala v raznih samoupravnih organih Fakultete za strojništvo. Spoštoval sem njegovo logično razmišljanje in predloge rešitev za skupno dobro.

Ko sem prevzel vlogo glavnega in odgovornega urednika in je mag. Stušek postal moj pomočnik, se je moje mnenje o njem, zapisano v prejšnjem odstavku, še okrepilo. Kljub njegovim letom je njegovo delo visoko cenjeno, njegove misli so jasne, njegovi predlogi preišljeni in razumski. Še posebno cenim njegovo delo na področju slovenskega tehniškega jezika.

Magistru Stušku iskreno čestitam za visok jubilej, želim mu veliko zdravja, vse dobro in si želim, da bi tudi v bodoče še sodelovala.

Janez Tušek



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

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

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

Zahvaljujemo se za razumevanje in podporo.

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

DR. SAŠA BAJT – AMBASADORKA ZNANOSTI REPUBLIKE SLOVENIJE

Dr. Saša Bajt, vodja skupine za rentgensko optiko na DESY, Hamburg, Nemčija, je na podelitvi nagrad in priznanj za izjemne dosežke v znanstvenoraziskovalni dejavnosti prejela naziv ambasadorka znanosti Republike Slovenije za pomembne dosežke pri promociji in razvoju slovenske znanstvene in razvojne dejavnosti v tujini.

Dr. Bajtovo je za prejem priznanja predlagala Fakulteta za strojništvo UL po sklepu senata 18. 3. 2021 zaradi izjemno plodnega dolgoletnega sodelovanja s fakulteto na področju dinamike tekočin dostave vzorcev v intenzivne vire laserske svetlobe. Je izjemno prodorna pri vključevanju fakultete v projekte, povezane z vodilno eksperimentalno infrastrukturo v DESY, kjer omogoča praktično izobraževanje številnim dodiplomskim, magistrskim in doktorskim študentom.

Po podelitvi nagrad je dr. Saša Bajt za Odmeve (RTV Slovenija) povedala, da v zadnjih letih izredno uspešno sodeluje s Fakulteto za strojništvo UL, v Nemčiji pa s slovenskimi študenti. Kot glavne izzive Slovenije na področju znanosti v prihodnje vidi: večje odpiranje, bolj tesno povezovanje in izkoriščanje priložnosti na evropskem nivoju.

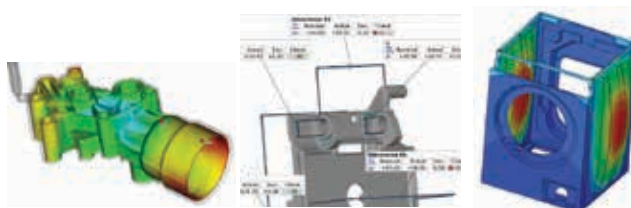
Iskrene čestitke vsem prejemnicam in prejemnikom nagrad!



Dr. Saša Bajt ob prejemu priznanja Ambasadorka znanosti Republike Slovenije. Vir fotografije (RTVSLO)

www.fs.uni-lj.si

ZNIŽAJTE STROŠKE PROIZVODNJE IN ZMANJŠAJTE TVEGANJA PRI RAZVOJU IZDELKOV



Odprava deformacij
brizganega izdelka

Izsek iz merilnega
protokola vzorca

Analiza vibracij
ohišja pralnega stroja

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

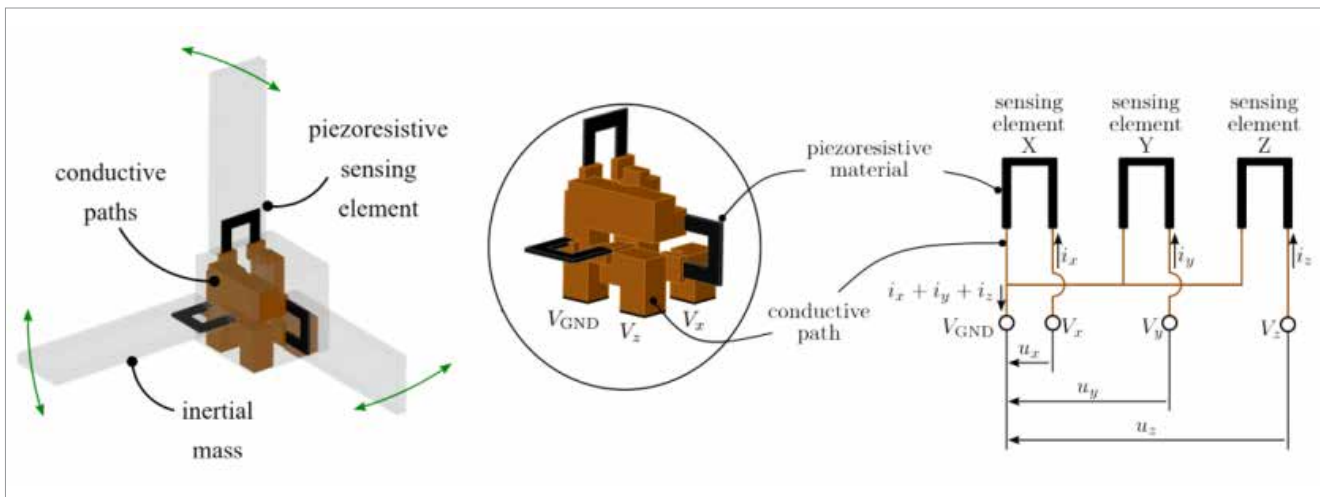
TEC TECOS
RAZVOJNI CENTER ORODUJARSTVA SLOVENIJE

ZANESLJIV PARTNER PRI RAZVOJU IZDELKOV, ORODIJ IN TEHNOLOGIJ

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

V ENEM PROCESU TRIDIMENZIONALNO NATISNJEN 3-OSNI POSPEŠKOMER

Raziskovalca dr. Matic Arh in prof. dr. Janko Slavič sta v mednarodno ugledni reviji *Advanced Materials Technologies* (IF = 7.848) objavila članek o raziskavi, ki uvaja triosni piezorezistivni merilnik pospeška, kjer je celoten senzor, vključno z visoko prevodnimi električnimi potmi, natisnjen v istem procesu ekstruzije termoplastičnega materiala.



Zgradba v enem procesu natisnjene 3-osnega pospeškmera (avtorja: Matic Arh, Janko Slavič)

Za ekstruzijo termoplastičnih materialov se razvijajo funkcionalni filamenti z električno prevodnimi, piezorezistivnimi, piezoelektričnimi, kapacitivnimi ali magnetnimi lastnostmi. S pomočjo funkcionalnih filamentov lahko izdelamo piezorezistivne statične/kvazistatične in tudi dinamične senzore; vendar so ti 3D-tiskani senzori izdelani v več postopkih, na primer ustvarjanje visoko prevodnih poti z uporabo vdelanih bakrenih žic ali s srebrnim črnilom.

Večprocesno 3D-tiskanje senzorjev predstavlja oviro za pametne funkcionalne 3D-natisnjene strukture, kjer je senzorni element natisnjen in-situ na mestu in orientaciji uporabe, vključno z električni-

mi potmi. Ta raziskava uvaja triosni piezorezistivni merilnik pospeška, kjer je celoten senzor (t.j.: ohišje, merilni element, prevodne poti) natisnjen v istem procesu ekstruzije termoplastičnega materiala. Strukturne komponente senzorja so natisnjene z neprevodnim polilaktidnim materialom, senzorični element s prevodnim materialom, ki ima relativno visoko upornost, električne poti pa s prevodnim materialom, ki ima relativno nizko upornost.

Povezava do objavljenega članka:
<https://doi.org/10.1002/admt.202101321>

www.fs.uni-lj.si

ECOWAVE
Where challenges meet solutions

ecowave@icm.si

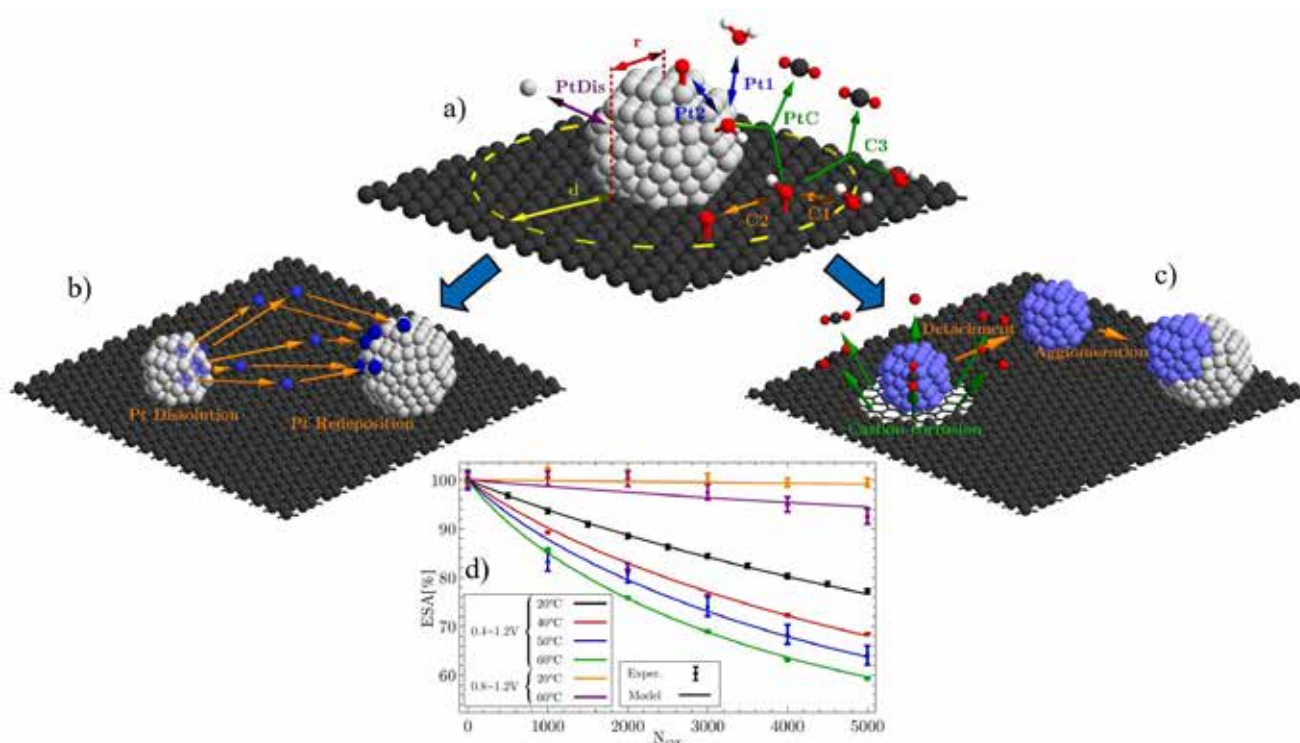


20.- 22.9.2022
GR, Ljubljana, Slovenia

www.icm.si

KAKO SE STARAJO KATALIZATORJI V GORIVNIH CELICAH IN ZAKAJ JE TO POMEMBNO ZA NAŠE OKOLJE

Vodikove gorivne celice s protonsko izmenjalno membrano predstavljajo eno izmed ključnih tehnologij vodikove ekonomije in defosilizacije težkega transporta na daljše razdalje. Zato so pomembne za doseganje podnebne nevtralnosti in nestrupenega okolja, ki sta med glavnimi cilji evropskega zelenega dogovora.

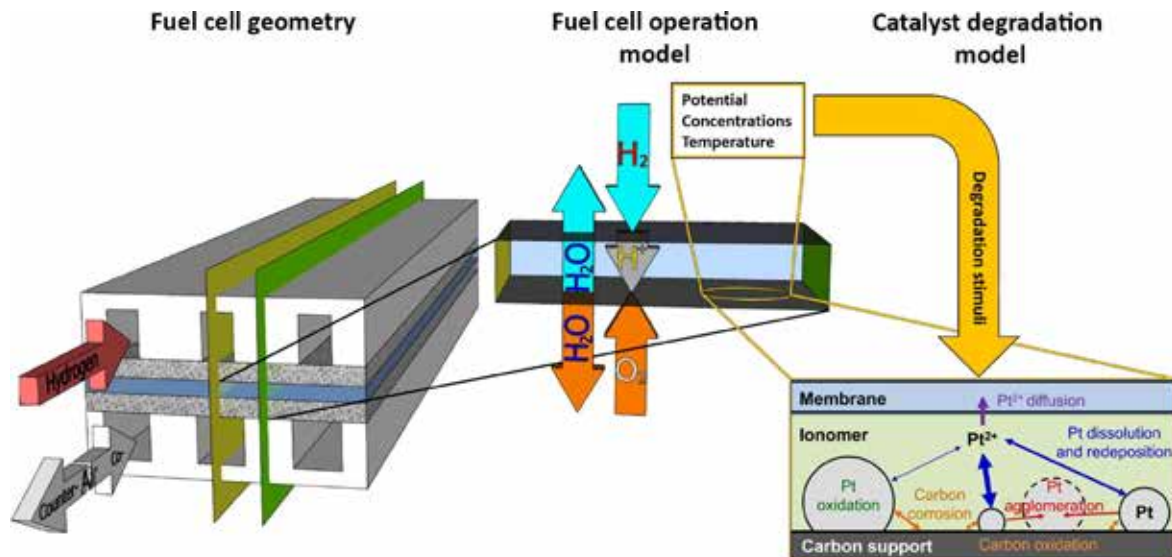


Shematski prikaz modeliranih elektrokemijskih mehanizmov (a), ki z raztapljanjem (b) in aglomeracijo (c) platinastih nanodelcev vodi v zmanjšanje površine katalizatorja (d).

Tovrstne gorivne celice omogočajo direktno pretvorbo kemične energije, sproščene pri reakciji med vodikom in kisikom, v električno energijo, pri čemer je edini stranski produkt voda. Za zadostno hitrost in učinkovitost opisane reakcije je ključen katalizator, ki omogoča disociacijo molekule vodika na dva elektrona in dva protona ter nato tvorbo vode iz kisika, protonov in elektronov pri čim manjšem padcu napetosti gorivne celice. Kot katalizator se običajno uporabljajo platinasti nanodelci, nanaseni na površino poroznega ogljika, ki zaradi visoke cene platine bistveno vplivajo na ceno gorivne celice in njen okoljski odtis.

Trenutno je eden izmed ključnih raziskovalnih izzivov, kako znižati ceno gorivnih celic ob hkratni optimizaciji njihovih zmogljivosti in zagotavljanju pričakovane življenjske dobe v predvidenih delov-

nih pogojih. Doseganje teh ciljev je zaradi kompleksne interakcije kemijskih in fizikalnih degradacijskih mehanizmov v gorivnih celicah možno zgolj s poglobitvijo njihovega razumevanja, k čemur lahko bistveno pripomorejo matematično-fizikalni modeli omenjenih procesov. Raziskovalci iz Laboratorija za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost (LICeM) - https://www.fs.uni-lj.si/fakulteta_za_strojnistvo/o_fakulteti/katedre_in_laboratoriji/laboratoriji/2005012810330112/ na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani so se tega izziva lotili sistematično in razvijajo modelski okvir za sklopljeno modeliranje delovanja in degradacije gorivnih celic, ki omogoča modeliranje vzročno-posledične verige vplivov pogojev delovanja gorivne celice na degradacijske procese in tudi povratnih vplivov degradacijskih procesov na delovanje gorivne celice.



Shematski prikaz sklopitve med modelom delovanja in modelom staranja katalizatorja v vodikovi gorivni celici

V nedavno objavljenem članku – Kregar A., Gatalo M., Maselj N., Hodnik N., Katrašnik T. *Journal of power sources*, 2021, 514, 230542: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775321010399?via%3Dihub>, ki so ga v sodelovanju z raziskovalci z Odseka za kemijo materialov na Kemijskem inštitutu objavili v ugledni reviji *Journal of Power Sources*, so predstavili in eksperimentalno potrdili inovativen matematično-fizikalni model za analizo in napovedovanje staranja platinastih katalizatorjev v gorivnih celicah. Model opiše staranje katalizatorja kot kombinacijo rasti platinastih nanodelcev zaradi raztapljanja in odlaganja platine ter aglomeracije nanodelcev kot posledice korozije njihove podlage. Kot prvi tovrstni model v opis degradacijskih mehanizmov vključuje vpliv temperature, kar bistveno razširi njegovo napovedno zmogljivost in omogoči njegovo uporabo v širokem spektru delovnih pogojev gorivne celice. Predstavljeni model tako omogoča boljše razumevanje povezave med delovnimi pogoji gorivne celice in degradacijskimi mehanizmi, kar je ključno za razvoj obstojnejših katalizatorjev in ustrežnejših protokolov za uporabo gorivnih celic, ki omogočajo podaljšanje njihove življenjske dobe.

Predstavljeni model predstavlja ključno nadgraditev modelskega okvira za sklopljeno modeliranje delovanja in degradacije gorivnih ce-

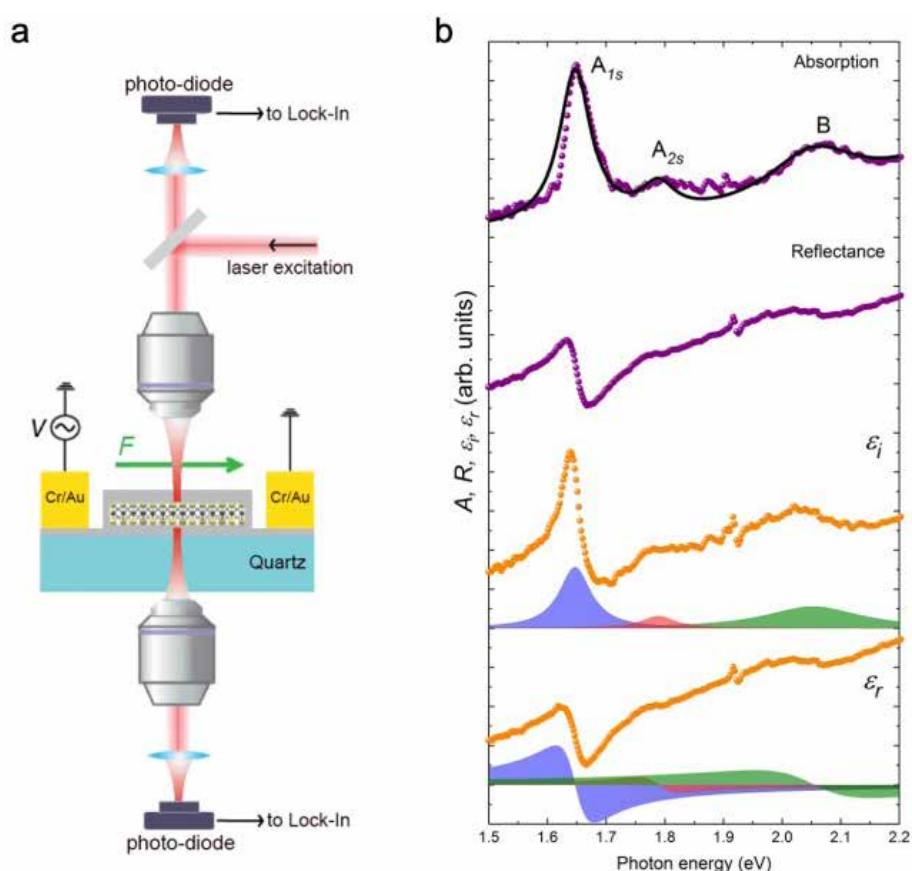
lic – Kregar A., Tavčar G., Kravos A., Katrašnik T. *Applied energy*, 2020, 263, 114547: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261920300593?via%3Dihub>, kjer je sklopljen z modelom za simulacijo degradacije membrane – Frühwirt P., Kregar A., Törring J.T., Katrašnik T., Gescheidt G. *Physical chemistry chemical physics*, 2020, 22, 5647-5666: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2020/cp/c9cp04986j>. Model je bil razvit v mednarodnem projektu SoH4PEM – State-of-health observers for PEM fuel cells, ki ga je financirala avstrijska agencija FFG (Austrian Research Promotion Agency). Prebojnost in relevantnost izvedenih raziskav na področju modeliranja procesov v gorivnih celicah in učinkovitost prenosa temeljnega znanja v napredne tehnološke rešitve potrjuje tudi dejstvo, da je razviti modelski okvir vključen v komercialno simulacijsko platformo enega izmed vodilnih svetovnih podjetij in se že uporablja za razvoj gorivnih celic v razvojnih oddelkih vodilnih proizvajalcev vozil. Prav te reference so omogočile, da je LICeM vodilni partner za modeliranje gorivnih celic v nedavno začetem evropskem projektu MoreLife – Material, Operating strategy and RELiability optimisation for LIFETIME improvements in heavy duty trucks, ki ga financira Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU).

www.fs.uni-lj.si



POTENCIAL 2D-DIHALKOGENIDOV PREHODNIH KOVIN ZA INTEGRIRANE NOVE FOTONSKE NAPRAVE

Dr. Daniele Vella je v sodelovanju z raziskovalci Nacionalne univerze Singapur v znanstveni reviji *Advanced Optical Materials* (IF = 9.926) objavil članek *In-Plane Field-Driven Excitonic Electro-Optic Modulation in Monolayer Semiconductor*. Članek izpostavlja potencial 2D-dihalkogenidov prehodnih kovin (TMDs) za integrirane nove fotonske naprave.



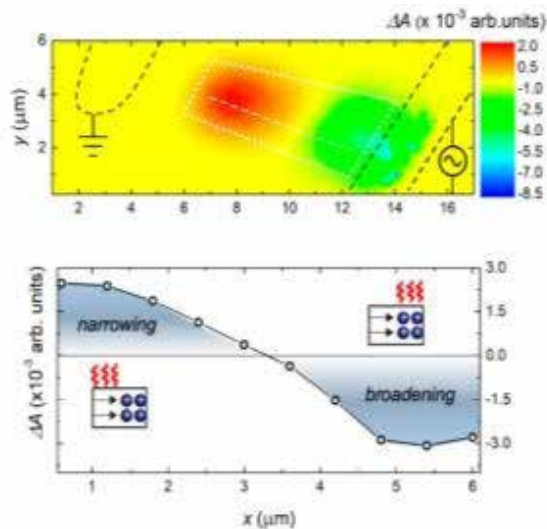
Slika 1: Shematski prikaz sistema za merjenje elektroabsorpcije (EA) in elektroreflektivnosti (ER)

2D-polprevodniki so atraktivni kandidati za elektrooptične modulatorje, ki so integrirani v mikročipih, zaradi enostavnosti integracije in fenomena, ki ga vzbujajo ekscitoni. Medtem ko sta elektrostatično dopiranje in transversalni učinek električnega polja že dobra raziskana, ostaja lateralni učinek električnega polja večinoma neraziskan. Pri modulaciji enoplastnega WSe₂ z lateralnim električnim poljem je prikazan elektrooptični odziv. Merjenje smo opravili z elektroabsorpcijsko in elektrorefleksivno (*slika 1*: Eksperimentalni sistem in naprava).

Odkrito je, da je naprava izkazovala prostorsko različne odzive v bližini optičnega prehoda ekscitona,

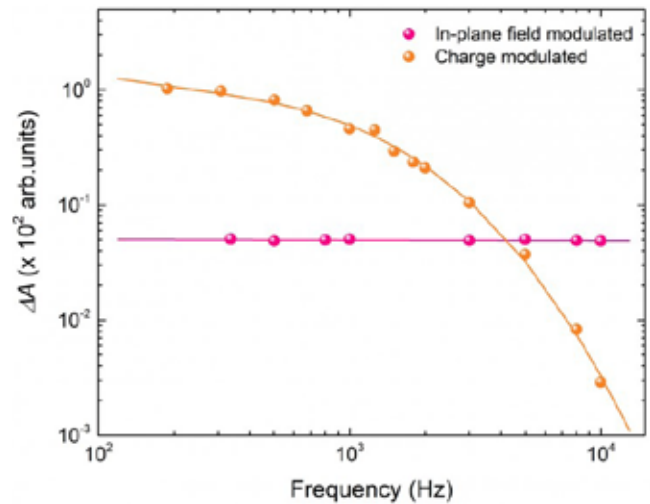
česar ne moremo pojasniti s predvidenimi učinki, kot so Pockelsov in ekscitonski Starkov efekt. Prikazano je, da je modulirani signal, ki je dominiran s širjenjem in ožanjem ekscitonskega optičnega prehoda, povezan z lokalno akumulacijo in izčrpavanjem prostih vrzeli (*slika 2*).

Odvisnost naše naprave od električnega polja in njegove frekvence je različna od naprav, ki so modulirane z električnim nabojem (FET-tranzistor). Naša lateralna konfiguracija naprave lahko deluje pri veliko večjih frekvencah zaradi intrinzično nizke kapacitivnosti in brez dodajanja prenosnikov električnega naboja (*slika 3*). Opazovano obnašanje je



Slika 2 : Zgoraj: prostorska porazdelitev spreminjanja EA ($-\Delta T/T$) pri energiji sonde 1,65 eV. Črtnane črne črte prikazujejo elektrode, črtnana bela pravokotna pa prikazuje položaj 2D polprevodnika. Širitev (negativna EA) in zožitev (pozitivna EA) sta upodobljena na nasprotnih robovih enosloja. Signal je viden tudi pod najbližjo elektrodo zaradi večkratnih odsefov in nekonfokalne geometrije. Spodaj: linijski profil signala EA, ki sledi črtnani beli črti, prikazani na zgornjem diagramu.

posledica elastične razpršenosti ekscitonov z intrinzičnimi prostimi prenosniki, ki jih pospeši elek-



Slika 3 : Frekvenčna odvisnost ekscitonskega vrha od naprave za modulacijo polja v ravnini in od naprave za modulacijo naboja

trično polje. Naše delo poudari potencial 2D-dihal-kogenidov prehodnih kovin (TMDs) za integrirane nove fotonske naprave.

Povezava do članka:

<https://doi.org/10.1002/adom.202102132>

www.fs.uni-lj.si

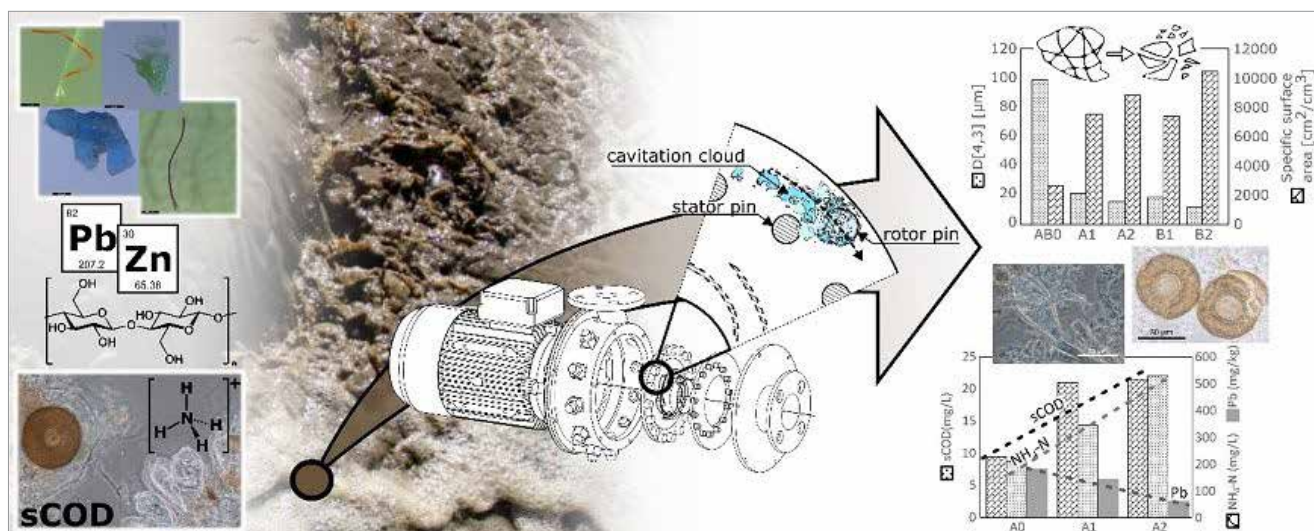
MotoMINI
majhen samo po velikosti

reddot award 2019
winner

YASKAWA Slovenija • www.yaskawa.si **YASKAWA**

CELOSTNA ANALIZA UČINKOV HIDRODINAMSKE KAVITACIJE NA ODVEČNO ODPADNO BLATO

Raziskovalci Laboratorija za vodne in turbinske stroje (LVTS) s Fakultete za strojništvo (UL) so v mednarodno priznani okoljski reviji *Science of the Total Environment* (IF: 7.963) objavili članek, v katerem so podrobno razložili učinke kavitacije na odpadno blato ene od čistilnih naprav v Sloveniji. V raziskavi so sodelovali s kolegi s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo (UL), s Kemijskega inštituta, Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČN DK) in Biotehniške fakultete (UL).



Čistilne naprave, zadnja ovira med človeškimi dejavnostmi in okoljem, proizvedejo ogromne količine (do 13 milijonov ton na leto samo znotraj EU) neželenega stranskega produkta – odvečnega odpadnega blata. Trenutno sta za čistilne naprave največja stroška odvoz in uničenje/zažig odpadnega blata. V prihodnosti bo potrebno za doseganje ciljev zelenega dogovora EU, ki vključujejo proizvodnjo manjših količin končnih odpadkov, vpejati inovativne pristope krožnega gospodarstva. Pogled na odvečno odpadno blato kot vir in ne kot neželen končni produkt je na primer prvi korak k trajnostnemu čiščenju odpadne vode. Ena izmed zelo privlačnih možnosti uporabe odvečnega odpadnega blata je anaerobna razgradnja, katerega končni produkt je metan – obnovljivi vir energije. V Laboratoriju za vodne in turbinske stroje (LVTS) poskušamo z uporabo hidrodinamske kavitacije odvečno odpadno blato predobdelati in s tem izboljšati njegovo dezintegracijo in solubilizacijo. Na ta način lahko zmanjšamo količine odpadnega blata, ki ga je potrebno uničiti, hkrati pa proizvedemo večje količine metana in s tem prispevamo k večji samooskrbi čistilnih naprav. Analize, predstavljene v objavi, so pokazale, da s hidrodinam-

sko kavitacijo poškodujemo tako skupke kot posamezne celice mikroorganizmov v blatu in ga na ta način učinkovito dezintegriramo. Posledica tega je izboljšana solubilizacija snovi, ujetih v skupkih, kar lahko pozitivno vpliva na učinkovitejšo naknadno anaerobno presnovo blata. Pokazali smo tudi pozitivne učinke kavitacije na enega najbolj pomembnih kontaminantov blata – na strupene kovine, saj nam je uspelo skupno koncentracijo svinca v blatu znižati za 70 %. Zaradi prisotnosti kovin v koncentracijah nad dovoljenimi se odpadnega blata ne sme odlagati na kmetijske površine. Opravili smo tudi identifikacijo mikroplastike in pokazali, da so v blatu delci in vlakna polietilena, polietilentereftalata, polipropilena ter najlona 6.

Spletna povezava do članka:

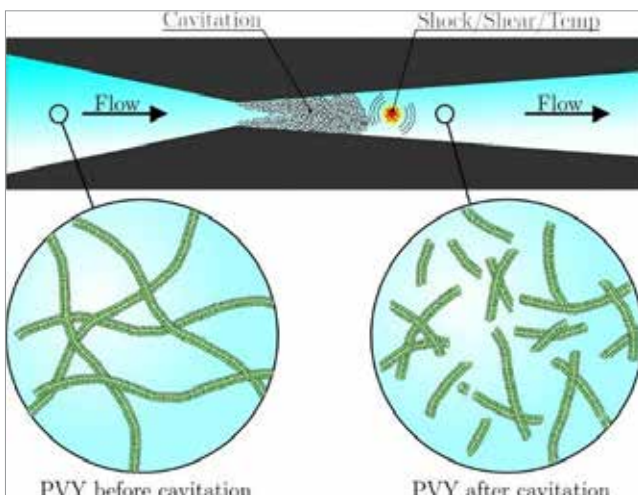
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151414>.

Delo je sofinanciralai ARRS iz raziskovalnih programov P2-0401 in P2-0180 ter raziskovalnih projektov J7-2601 in J7-1814, iz EU Horizon 2020: MSC 860720, COST Action: CA16215 in ERC: 771567-CABUM.

www.fs.uni-lj.si

HIDRODINAMSKA KAVITACIJA UČINKOVITO INAKTIVIRA KROMPIRJEV VIRUS Y V VODI

Laboratorij za vodne in turbinske stroje (LVTŠ) je v okviru projekta ERC CABUM skupaj z Nacionalnim inštitutom za biologijo prvič raziskal učinkovitost hidrodinamske kavitacije za inaktivacijo krompirjevega virusa Y (PVY). Rezultati študije, objavljeni v priznani reviji *Ultrasonics Sonochemistry* (IF: 7,491), so pokazali, da lahko hidrodinamska kavitacija uspešno inaktivira virus PVY.



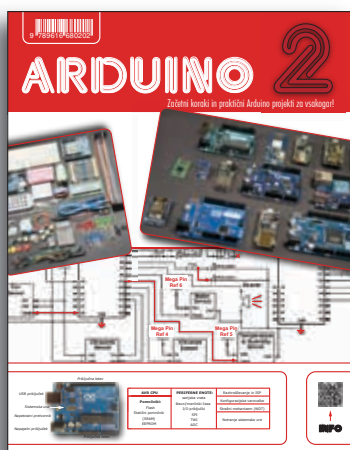
prenašajo z vodo, je še posebej problematično, če se kontaminirana voda brez ustreznega čiščenja ponovno uporabi v kmetijstvu, saj to lahko vodi do izgub pridelka, finančnih izgub in v skrajnem primeru do pomanjkanja hrane. Da bi preprečili nevarnost prenosa virusa, je treba vodo za namakanje predhodno ustrezno obdelati. Zato iščemo nove, okolju prijazne in visoko učinkovite tehnologije čiščenja.

Ugotovili smo, da se poškodba proteinske kapside pojavi hitreje in očitneje kot poškodba genomske RNA in ima zato vodilno vlogo pri inaktivaciji PVY. Poleg tega smo pokazali, da močni oksidanti, ki se med kavitacijo tvorijo in situ, niso vplivali na inaktivacijo virusa, kar kaže na prevladujoč vpliv ekstremnih mehanskih učinkov, ki nastanejo v mikrookolju v bližini mehurčkov. Pionirska študija, ki je prva raziskala inaktivacijo evkariontskega virusa s kavitacijo, bo navdihnila dodatne raziskave na tem področju in služila za nadaljnje izboljšanje kavitacije kot tehnologije dekontaminacije vode.

V mnogih okoljih čista voda postaja luksuz, ki si ga ne moremo več privoščiti. Ena izmed možnosti za preprečevanje njenega pomanjkanja je ponovna uporaba odpadne vode. Težava pa je, da taka voda vsebuje različna onesnažila. Zavedati se moramo, da odpadna voda vsebuje toksične spojine, dodatno pa lahko služi tudi kot prenosna pot za patogene bakterije in viruse. Širjenje virusov, ki se

Spletna povezava do članka: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105898>

www.fs.uni-lj.si



NOVA KNJIGA

ARDUINO 2



Začetni koraki
in praktični
Arduino
projekti
za vsakogar!

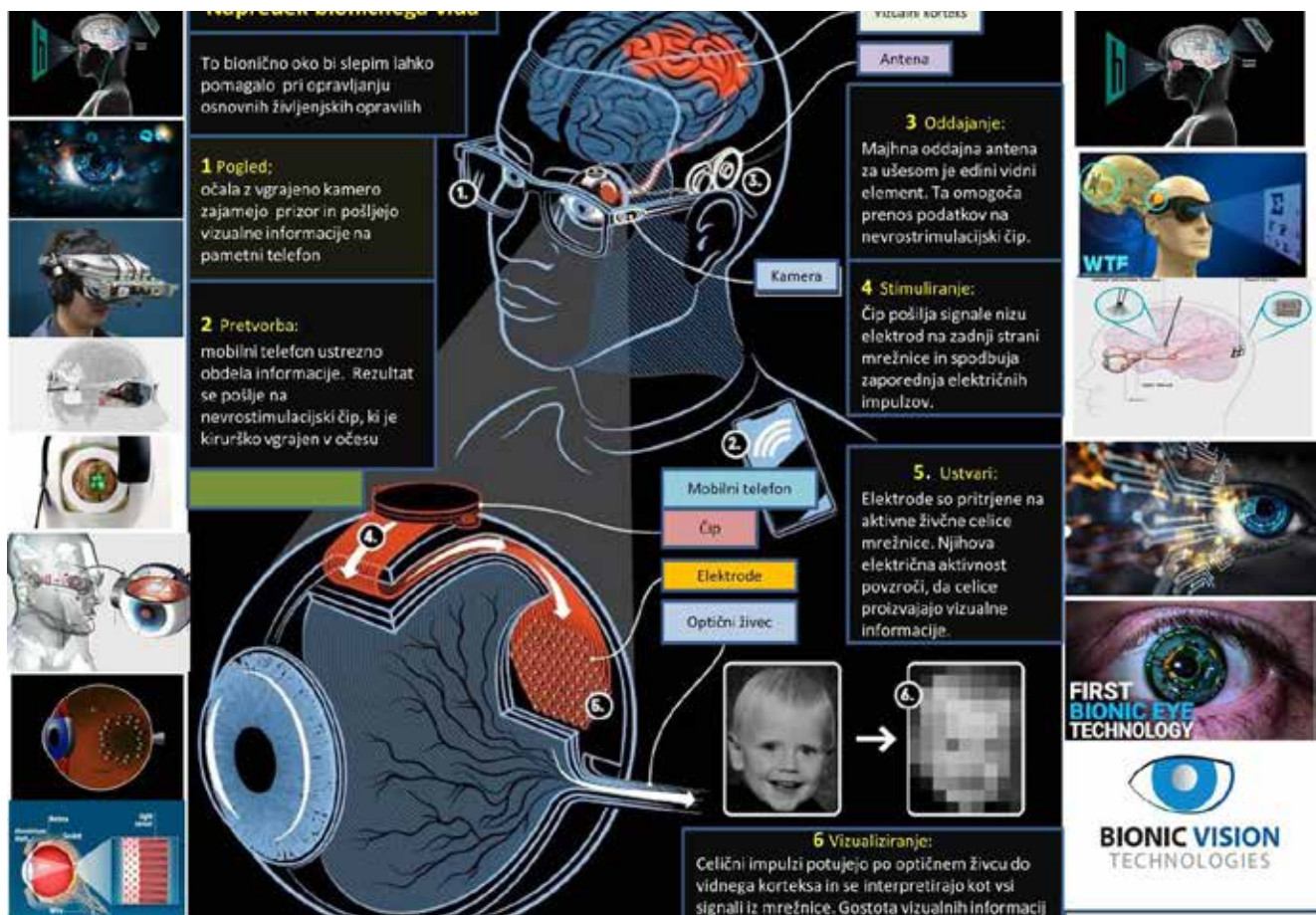
<https://svet-el.si>

BIONIČNI VID IN KAJ JE BIONIČNO OKO?

RAZVOJ TOVRSTNIH TEHNOLOGIJ BO IMEL VPLIV TUDI NA INDUSTRIJO PRIHODNOSTI

Janez Škrlec

Razvojni koraki na poti bioničnega vida dajejo danes izjemno veliko upanje za mnoge, ki so izgubili vid ali imajo določeno neozdravljivo okvaro vida. Razvoj na tem področju gre v več različnih smeri. Izjemno veliko v tovrstni razvoj poleg ZDA in Kitajske vlagajo Avstralci, ki beležijo zelo vidne in obetavne rezultate.

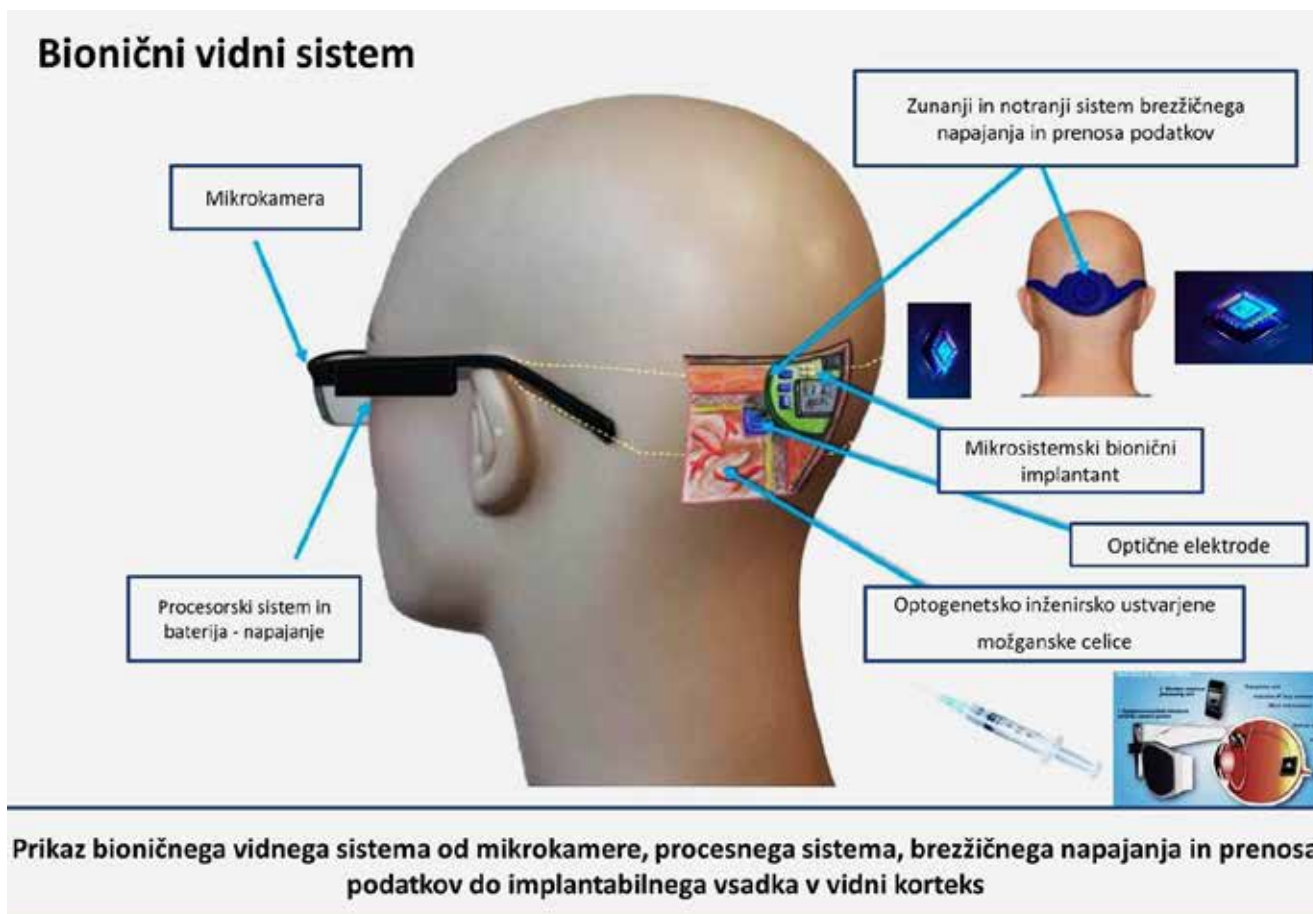


Razvojni koncepti bioničnega vida (slikovni prikaz pripravil Janez Škrlec)

Po svetu hkrati poteka več različnih razvojnih projektov. Na primer Argus II ima že odobritev FDA

Janez Škrlec, inž. meh. Uredništvo revije Ventil, UL, FS

(ameriške uprave za zdravo hrano in zdravila). Nekateri drugi pomembni projekti so: Boston Retinal Implant Project, Epi-Ret 3, Intelligent Medical Implants in Alpha-IMS (Retina Implant AG). Veliko pa obeta tudi vsadek Bionic Vision System (PRIMA). V kliničnem preizkušanju je tudi retinalni implantat, imenovan Nano-retina. V zadnjem času pa naj-



Bionični vidni sistem (shematski prikaz)

več obeta Gennaris bionic vision system, še zlasti pri zadnji uspešni tehnologiji dviga višje resolucije BVT-HR. Pri nas o tem razvoju ni veliko dostopnih informacij. Po projekciji Future Timeline bi konec naslednjega desetletja lahko dosegli že preko sto MP (milionov pikslov) točk resolucije in šele po letu 2040 bi lahko dosegli nivo današnjega človeškega vida oziroma bionično očesno protezo kot ekvivalent človeškemu očesu (Human eye equivalent).

Bionične oči bodo pomagale obnoviti vid slabovidnim in slepim. Za razliko od protetičnega očesa (ki ima le kozmetično funkcijo) imajo bionične tudi funkcionalno. Leta 2021 pa se je pokazalo, da bo tudi genska terapija zelo obetavna na področju človeškega vida. BVT načrtuje globalno ključno študijo že za leto 2022/23. Cilj je ustvariti cenovno ugoden bionični vsadek za milijone ljudi, ki trpijo za genetsko boleznijo, imenovano retinitis pigmentosa (RP). Epi-retinalni sistem IRIS II vključuje inovativne funkcije, vključno z bionavdahnjeno kamero, ki je namenjena posnemanju delovanja človeškega očesa: slikovni senzor ne zajema zaporedja videoslic z odvečnimi informacijami, ampak nenehno zajema spremembe v vizualni sceni s svojimi časovno neodvisnimi slikovnimi pikami. Sistem vsebuje tudi epi-retinalni implantat s 150 elektrodami, kar je skoraj trikrat več elektrod, kot jih je bilo na voljo prej. Ima obliko, ki jo

je mogoče razmestiti, kjer je niz elektrod pritrjen na površino mrežnice s patentiranim podpornim sistemom, ki omogoča eksplantacijo. To zmanjšuje tveganje za poškodbe mrežnice in omogoča možnost nadgradnje na novejši možnosti zdravljenja.

In kaj je v bistvu bionično oko?

Bionično oko, bionični očesni vsadki ali vizualna proteza je elektronska naprava, ki slabovidni (delno ali popolnoma slepi) osebi zagotavlja osnovni občutek vida. Naprava je podobna polževim vsadkom, ki zagotavljajo občutek zvoka ljudem, ki so delno gluhi ali imajo velike težave s sluhom. Po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije ima okoli 2,2 milijarde ljudi na svetu vseh starosti težave z vidom. Za razliko od slušnih vsadkov je na voljo le nekaj primernih pripomočkov za okvaro vida, ki lahko pomagajo popraviti ali izboljšati obstoječi vid. Z uspešno presaditvijo prvega bioničnega očesa (pred nekaj leti) pa se je pojavilo novo upanje za deloma ali popolnoma slabovidne osebe. Preden razumemo funkcionalnost bioničnega očesa, moramo razumeti osnovo, kako delujejo zdrave človeške oči. Vse, kar vidimo, je odsev svetlobe od predmetov do naše mrežnice. Mrežnica ima posebne fotoreceptorske celice, ki te fotosignale spremenijo v električne signale in jih pošljejo v možgane (vidni korteks) po

optičnem živcu. Možgani nato te signale dekodirajo v slike. Skratka: možgani in oči povsem sodelujejo, da pomagajo človeku videti. Drugi deli očesa, kot je roženica, omogočajo vstop svetlobe, medtem ko zenica nadzoruje količino svetlobe, ki vstopa skozi roženico. Delno slepi ali popolnoma slepi se srečujejo s težavami predvsem zaradi poškodb vidnih živcev ali mrežnice. Poškodba mrežnice lahko moti ustrezen vizualni signal, ki se pošlje v možgane, medtem ko lahko poškodba optičnega živca prepreči dekodiranje vizualnih informacij v možganih. Bionični vid naj bi vstopal v različne vidne procese in reševal različne probleme mrežnice, vidnega živca ali poti do vidnega korteksa (možganov).

Bionično oko, ki so ga razvili avstralski znanstveniki, deluje tako, da zaobide poškodovane optične živce in pošilja vizualne signale iz mrežnice direktno v možgane. Priložena so prilagojena očala z nameščenim brezžičnim oddajnikom in posebno kamero. Očala imajo vgrajeno mikrokamero (biološko navdihnjeno), ki posname slike in pošilja vizualne informacije v primarni vidni korteks (del možganov),

specializiran za obdelavo vizualnih informacij. Elektrode so implantirane v možgane, ki dekodirajo vizualne signale in pomagajo človeku videti. Naprava lahko pomaga slepi osebi pri prepoznavanju slik v določenih točkah. Prototip bioničnega očesa je bil prvič testiran leta 2012 na treh bolnikih, ki so imeli hudo izgubo vida (le s preostalim vidom za zaznavanje svetlobe). Velikost prototipa je bila približno 8 mm x 16 mm in je bila sestavljena le iz 24 elektrod, ki so povezovale suprahoroidalni prostor za mrežnico. Drugi poskus je bil izveden leta 2016 s 44 elektrodami. Pred tem je FDA že odobrila protezo mrežnice z imenom Argus II Retinal Prosthesis System. Ta je bila namenjena predvsem za popravljanje vida zaradi hude poškodbe mrežnice, kot je pigmentoza retinitisa. Cilj strokovnjakov je zelo jasen: razviti popolno bionično očesno protezo, ki bi nadomestila vse potrebne funkcije naravnega vida in celo razširila možnost zaznavanja širšega vidnega spektra (od normalnega človeškega vida) ter možnost integracije takšnega vida tudi v zahtevne industrijske procese, kjer danes prevladuje računalniški in strojni vid.

Janez Škrlec je bil dolga leta član Sveta za znanost in tehnologijo RS ter ustanovitelj Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS. Ukvarja se z elektroniko, mehatroniko, bioniko in nanotehnologijo.

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



CERTIFIKAT SI 008
ISO 9001



Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana

T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E info@jaksa.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

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

**SLOTRIB
2022**



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

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

Se vidimo v Portorožu!

54. MOS

14.-18. september 2022

CELJSKI SEJEM



**Največja
poslovno-sejemska
pripoved v regiji s
54-letno tradicijo**

**NAJPOMEMBNEJŠI
DOGODEK V
SLOVENIJI ZA
VSTOP NA
SLOVENSKO
TRŽIŠČE**



MOS DOM

MOS TURIZEM

MOS
TEHNIKA
ENERGETIKA

MOS B-DIGGIT

MOS PLUS



NELINEARNI MODEL ELEKTROHIDRAVLIČNEGA PODAJALNEGA SERVOPOGONA

Mitja Kastrevc

Izveček:

Nelinearna narava elektrohidravličnih servopogonov je v praksi znana. Glavni razlogi za nelinearne matematične opise dinamike sistemov so stisljivost tekočine, lekažni tokovi, sile trenja in nelinearni pretok tekočine skozi odprtine servoventilov.

Za izdelavo računalniških simulacijskih modelov so potrebni natančni nelinearni matematični modeli, ki temeljijo na fizikalnih zakonitostih. Modeli se uporabljajo za podrobno analizo nelinearnega dinamičnega obnašanja in razvoj različnih strategij vodenja.

Ključne besede:

elektrohidravlični servopogoni, nelinearno matematično modeliranje, računalniška simulacija

1 Uvod

Konvencionalni hidravlični pogoni so pogosto uporabljeni predvsem tam, kjer je potrebno premikati večja bremena ob čim manjših izmerah uporabljenih komponent. Izdelava krmiljenih pogonov, kjer zahteve po natančnosti in hitrostih niso tako velike, je razširjena in dokaj dobro poznana. Povsem drugače pa je pri pozicioniranju večjih mas, kjer ob višji natančnosti pozicioniranja nastopajo tudi zahteve po boljšem dinamičnem odzivu. Vse to zahteva uporabo boljših in dinamično zmogljivejših komponent, ki sestavljajo hidravlične servopogone. Uporaba dodatnih komponent, kot so elektrohidravlični servoventili, dodatni merilni vmesniki in ojačevalniki, snovanje sistema otežijo. Ta prispevek je namenjen prav razjasnitvi postopkov pri snovanju sistemov, predvsem pa pri iskanju primernih strategij vodenja (projektiranje regulatorskih konceptov).

Sodobna računalniška oprema omogoča reševanje matematičnih sistemov enačb, ki so osnova zapisa modela, s pomočjo katerega lahko preverimo delovanje realnega sistema z različnimi strategijami vodenja. Izdelava primernega modela temelji na fizikalnih osnovah, ki jih najdemo v različnih virih [1, 2, 3, 4] ter v prispevkih, ki dajejo napotke glede obravnavanja nekaterih nelinearnih pojavov pri uporabi komponent [5, 6] ter celotnih sistemov [7].

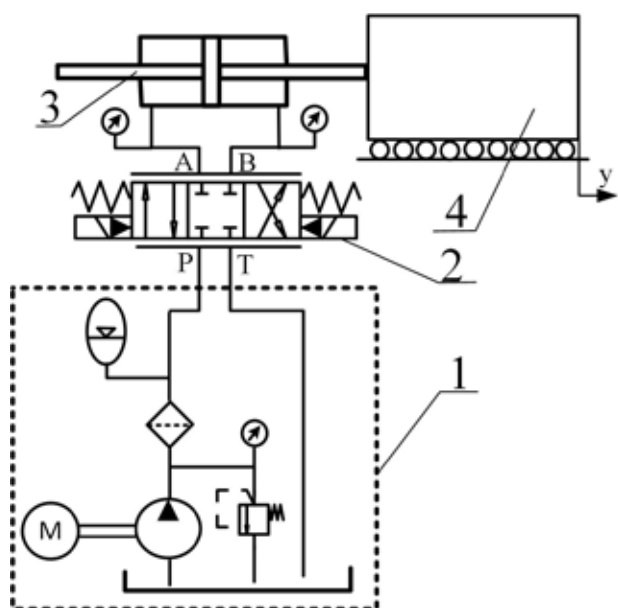
Doc. dr. Mitja Kastrevc, univ. dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Obravnava podajalnih pogonov z namenom pozicioniranja mase predstavlja poseben izziv, saj se zahteva čim višja dinamika z mehkim potekom in brez prenehaja zelene pozicije [8, 9].

Za računalniško simulacijo je uporabljen programski paket Matlab Simulink. Simulink je grafično okolje za interaktivno modeliranje, simulacijo in analizo dinamičnega sistema [10]. Z uporabo tovrstnega programskega okolja je možno zgraditi kompleksen opis, ki vsebuje različne komponente – tako linearne kot nelinearne. Programsko okolje vsebuje tudi dodatna orodja, ki omogočajo poglobljene analize, optimizacijo pa tudi povezavo z realnimi sistemi. S pomočjo definicij spremenljivk v inicializacijskih postopkih (opis v posebnih podatkovnih datotekah) lahko omogočamo tudi simulacije iz različnih začetnih in robnih pogojev kakor tudi spreminjanje parametrov brez posega v blokovne sheme, ki jih ustvarimo z grafičnim programskim okoljem. Te ugodnosti nam omogočajo hitro in enostavno preverjanje in razvoj tako komponent kot tudi konceptov vodenja (regulacijskih konceptov) [11].

2 Matematični model

Tipičen elektrohidravlični servosistem za pozicioniranje je sestavljen iz hidravličnega agregata (hidravlična črpalka s konstantnim tlakom z razbremenilnim ventilom in akumulatorjem), servoventila za regulacijo pretoka (SV), hidravličnega cilindra, sensorja položaja in elektronske krmilne enote (slika 1).



Slika 1 : Shema elektrohidravličnega pozicionirnega servopogona, kjer so: 1 - hidravlični napajalni agregat, 2 - elektrohidravlični servoventil, 3 - hidravlični cilindar s skoznjo batnico in 4 - masa, ki jo pozicioniramo.

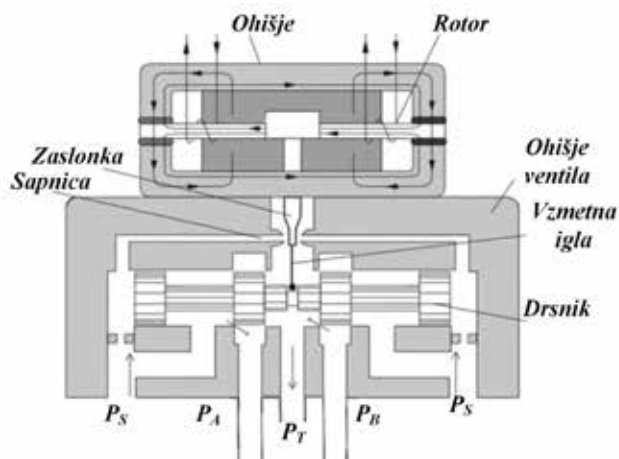
Pred projektiranjem krmilnika z zaprto zanko za elektrohidravlični servosistem so potrebni analiza dinamike sistema ter matematično modeliranje in računalniška simulacija dinamičnega obnašanja [2, 8, 9]. Celoten matematični model sistema temelji na fizikalnih zakonih, ki izražajo dinamično vedenje in so opisani z diferencialnimi enačbami. Vendar je ta naloga težavna zaradi multidisciplinarne narave elektrohidravličnega sistema, ki zahteva električno, magnetno, mehansko in hidravlično znanje. Medtem pa nelinearnosti te vrste sistema, kot so nelinearne lastnosti tekočine, nelinearna dinamika servoventila in značilnosti pretoka, pa tudi nelinearnosti, povezane s hidravličnim aktuatorjem s pretvorbo hidravlične moči v mehansko, povečujejo kompleksnost modela.

2.1 Dinamični model servoventila (SV)

Dvostopenjski SV je sestavljen iz treh glavnih delov: električnega navornega motorja (torque motor), hidravličnega ojačevalnika in sklopa tuljave ventila. Pri teh SV navor motorja upravlja električni tok, ki povzroči premik zaslonke iz njenega osrednjega položaja. Prva stopnja je tako imenovani sistem sapnica-zaslonka, ki omogoča gibanje tuljave s prilagajanjem zaslonke z električnim signalom majhne moči. Druga stopnja povezuje majhne premike zaslonke ($[\mu\text{m}]$) v velik tok tekočine skozi odprtine.

Tokovi v SV se nanašajo na dva dela: eden je vključen v prvi stopnji, drugi pa v drugi stopnji.

V prvi stopnji se zaslonka odkloni zaradi navora, ki ga ustvari navorni motor. Ta sila je posledica toka



Slika 2 : Presek dvostopenjskega servoventila

skozi dve tuljavi, pritrjeni na rotor, ki je povezan z zaslonko. Zaradi tega premika se spremenijo prečni prerezi odrtin, povezanih s sapnicama. Presek SV je prikazan na sliki 2.

Dinamično obnašanje ventilov vključuje veliko število parametrov. Natančen analitični opis bi bil dolgotrajen in bi ga bilo zelo težko potrditi za podrobnosti. Zato je koristno uporabiti informacije iz kataloga proizvajalca, ki zagotavljajo dobro znane odzive korakov in frekvenčne odzive za različne velikosti in vrste ventilov. Pregled korakov odzivov in frekvenčnih diagramov nakazuje približek SV z modelom drugega reda oblike [12].

$$\frac{1}{\omega_v^2} \ddot{x}_v + \frac{2\xi_v}{\omega_v} \dot{x}_v + x_v + f_{HS} \operatorname{sgn}(\dot{x}_v) = k_v \cdot u \quad (1)$$

pri čemer so: ω_v - lastna frekvenca ventila, ξ_v - koeficient dušenja, x_v - premik tuljave ventila, f_{HS} - upoštevna histerezo ventila in občutljivost odziva, k_v - ojačitev pretoka ventila, u - vhodni krmilni signal ventila

2.2 Dinamični model hidravličnega cilindra

Hidravlični aktuator (cilinder) pretvarja hidravlično moč v mehansko. Hidravlični cilindar je sestavljen predvsem iz votlega valjastega telesa in bata. Za dinamiko tlaka v komori je dobro znan izraz, ki ga predlaga [6] in ga je mogoče izraziti z uporabo načela obravnave vsake komore posamezno, kot sledi:

$$\dot{p}_A = \frac{\beta_{Aeff}}{V_A} [Q_A - A_p \dot{x}_p + Q_{Li} - Q_{LeA}] \quad (2)$$

$$\dot{p}_B = \frac{\beta_{Beff}}{V_B} [Q_B + \alpha A_p \dot{x}_p - Q_{Li} - Q_{LeB}] \quad (3)$$

Efektivni modul stisljivosti β je v bistvu odvisen od tlaka. Odvisnost opisuje več avtorjev [2], najpogostejša omemba zapisa za spremembo efektivnega modula stisljivosti je zapis po Leeju iz leta 1977:

$$\beta_{Aeff} = a_1 \beta_{max} \cdot \log \left(a_2 \frac{p_A}{p_{max}} + a_3 \right) \quad (4)$$

$$\beta_{Beff} = a_1 \beta_{max} \cdot \log \left(a_2 \frac{p_B}{p_{max}} + a_3 \right) \quad (5)$$

s parametri $a_1 = 0,5$, $a_2 = 90$, $a_3 = 3$, $\beta_{max} = 18000$ [bar], $p_{max} = 280$ [bar].

Med gibanjem bata v cilindru se spreminjajo tudi volumni obeh komor. Prostornine komor cilindra so podane z:

$$V_A = V_{A0} + [A_p (x_0 + x_p)] \quad (6)$$

$$V_B = V_{B0} + [\alpha A_p (x_0 - x_p)] \quad (7)$$

kjer so: x_0 začetni položaj bata, x_p dejanski položaj bata in V_{A0} , V_{B0} začetni prostornini komor, ki je sestavljena iz delovnega volumna (prostornina, potrebna za polnjenje same komore) in mrtvega volumna (volumen cevovodov med ventilom in aktuatorjem) za stran A in B. Pri diferencialnem cilindru sta aktivni površini različni in sta definirani kot:

$A_A = A_p$ je površina bata brez batnice in $A_B = \alpha A_p$ površina bata z batnico, $\alpha = A_B/A_A$ pa je razmerje med površinama z batnico in brez nje. Kadar je uporabljen cilindar s skožno batnico, je razmerje $\alpha = 1$ (površini sta enaki).

Q_{Li} in Q_{Le} označujeta lekažni tok. Puščanje iz ene komore cilindra v drugo, znano kot notranja lekaža, lahko predstavimo s:

$$Q_{Li} = k_L (p_B - p_A) \quad (8)$$

kjer je k_L koeficient notranje lekaže. Zunanjo lekažo običajno zanemarimo, saj ta že s tehnološkega vidika ni zaželeno. Obširnejša pojasnila o lekaži najdemo v literaturi [3, 4].

Dinamiko mehanskega dela opišemo z:

$$m_t \cdot \ddot{x}_p + F_f(\dot{x}_p) = (p_A - \alpha \cdot p_B) A_p - F_{ext} \quad (9)$$

kjer so: m_t skupna masa, sila trenja F_f in sila zunanje obremenitve F_{ext} . Skupna masa m_t je sestavljena iz mase bata in mase hidravlične tekočine v komorah cilindrov in cevovodih. Maso tekočine lahko zanemarimo, saj je masa batnice neprimerno večja.

Pomemben del enačbe (9) predstavlja sila trenja. Trenje je kompleksen naravni pojav. Pojavi se na stiku dveh površin in tangencialne reakcije med njima. Trenje predstavlja motilno veličino zlasti pri pozicioniranju in je pogost razlog za nenatančnosti pozicioniranja. Zapis sile trenja je podan v enačbi (10):

$$F_f(\dot{x}_p) = F_v(\dot{x}_p) + F_c(\dot{x}_p) + F_s(\dot{x}_p) = \sigma_{vf} \cdot \dot{x}_p + F_{co} \cdot \text{sgn}(\dot{x}_p) + \text{sgn}(\dot{x}_p) \cdot F_{so} \cdot e^{-\frac{|\dot{x}_p|}{c_s}} \quad (10)$$

kjer so σ_{vf} parameter viskozne trenja, F_{co} sila suhega trenja, F_{so} Stribeckova sila trenja, c_s Stribeckova hitrost. Sila trenja je odvisna od predznaka hitrosti in jo sestavljata viskozno trenje in Coloumbovo trenje s Stribeckovim učinkom.

Lastno frekvenco hidravličnega sistema izračunamo z upoštevanjem vseh komponent v sistemu. Izračunamo jo z:

$$\omega_H = \sqrt{\frac{C_H}{m}} \quad (11)$$

Za izračun lastne frekvence hidravličnega cilindra je potrebno določiti togost hidravličnega cilindra. Celotna togost diferencialnega valja je definirana z [12]:

$$C_H = \frac{\beta_{Aeff} \cdot A_A^2}{V_A} + \frac{\beta_{Beff} \cdot A_B^2}{V_B} \quad (12)$$

V primeru simetričnega cilindra (cilinder s skožno batnico, kjer so na obeh straneh enake površine) je A_A enak A_B . Za izračun zmogljivosti bo upoštevana le minimalna togost, saj ima najslabši učinek na dinamiko sistema.

Sedaj lahko zapišemo sistem diferencialnih enačb, ki so osnova za izdelavo simulacijskega modela:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= \frac{1}{m} (x_3 - \alpha x_4) \cdot A_p - \frac{1}{m} \left[\sigma_{vf} x_2 + F_{co} \text{sign}(x_2) + \text{sign}(x_2) \cdot F_{so} \cdot e^{-b|x_2|} \right] - \frac{F_b}{m} \\ \dot{x}_3 &= \frac{\beta'_A}{V'_A} \left[Q_A - A_p \cdot x_2 + Q_{li} - Q_{le} \right] \\ \dot{x}_4 &= \frac{\beta'_B}{V'_B} \left[Q_B - \alpha \cdot A_p \cdot x_2 + Q_{li} - Q_{le} \right] \\ \dot{x}_5 &= x_6 \\ \dot{x}_6 &= -\frac{2\xi}{\tau} x_6 - \frac{1}{\tau^2} + \frac{k_v}{\tau^2} \cdot u \end{aligned} \quad (13)$$

kjer so: x_1 pomik cilindra y , x_2 hitrost gibanja cilindra, x_3 tlak v komori A, x_4 tlak v komori B, x_5 pomik drsnika ventila in x_6 hitrost pomika drsnika ventila.

Pri izdelavi modela je potrebno določiti tudi pretoka olja v komori A in B s pomočjo enačb [5]:

$$\begin{aligned}
 Q_A &= C \cdot [sg(x_5) \cdot sign(p_s - x_3) \cdot \sqrt{|p_s - x_3|} \cdot \\
 &\quad - sg(-x_5) \cdot sign(x_3 - p_T) \cdot \sqrt{|x_3 - p_T|}] \\
 Q_B &= C \cdot [sg(x_5) \cdot sign(p_s - x_4) \cdot \sqrt{|p_s - x_4|} \cdot \\
 &\quad - sg(-x_5) \cdot sign(x_4 - p_T) \cdot \sqrt{|x_4 - p_T|}]
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

kjer so:

$$C = C_d \sqrt{\frac{2}{\rho}}$$

in p_s napajalni tlak, p_T tlak proti rezervoarju in sta uporabljeni funkciji definirani kot:

$$sign(x) := \begin{cases} -1 \rightarrow x < 0 \\ 0 \rightarrow x = 0 \\ 1 \rightarrow x > 0 \end{cases} \text{ - funkcija signum in}$$

$$sg(x) := \begin{cases} x \rightarrow x \geq 0 \\ 0 \rightarrow x < 0 \end{cases}$$

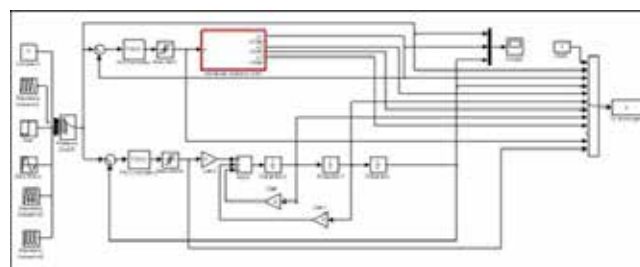
Pri zapisu modela za simulacijo pretoka v komori se izkaže vpliv pretoka skozi ventil. Pri dvostopenjskih servoventilih ima običajno velik vpliv dinamika drsnika ventila v drugi stopnji (slika 2). Uporabimo lahko različne modele, ki obravnavajo obnašanje drsnika z upoštevanjem trenja. Izkaže se, da je za verodostojno obravnavo delovanja v dinamičnem modelu smiselno v matematični model vključiti omejitev hitrosti samega drsnika. Proizvajalci servoventilov podajajo frekvenčne karakteristike ven-

tilov za različna obratovalna stanja (5 % odprtje, 40 ali 50 % odprtje in 100 % odprtje), iz katerih lahko določimo karakteristične vrednosti servoventilov. Pri najpogostejši obremenitvi določimo najvišjo možno hitrost drsnika in jo v modelu omejimo na 80 % maksimalne vrednosti.

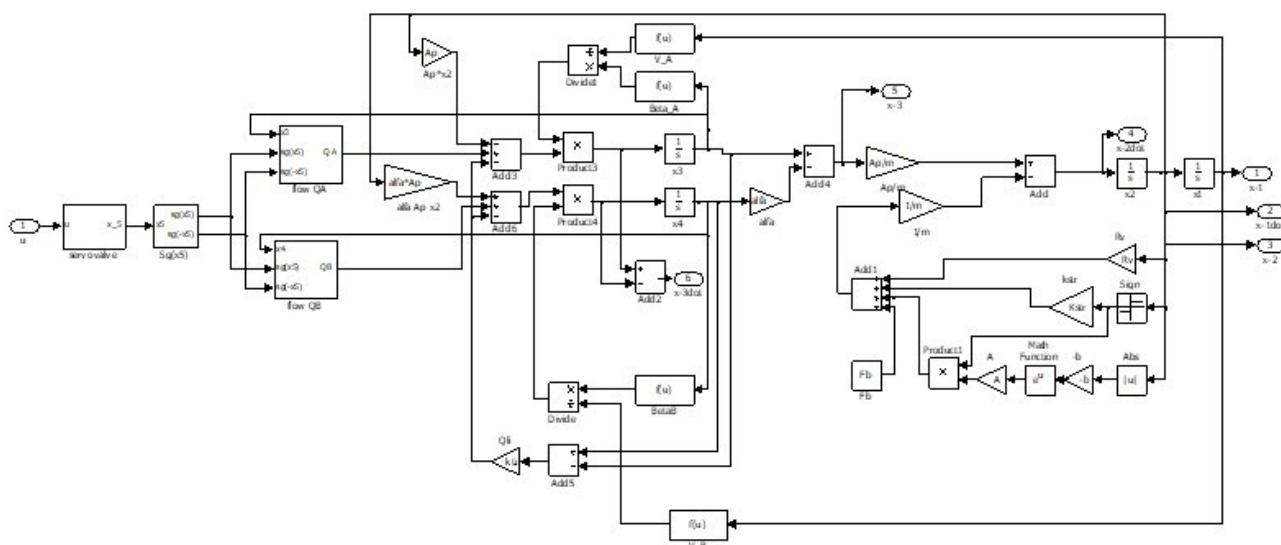
2.3 Simulacijski model v Matlab-Simulinku

Za izvedbo simulacije je uporabljen programski paket Matlab. V sklopu tega obsežnega programskega paketa je več enot, ki omogočajo kompleksno obravnavo problemov, temelječih na matematičnih zapisih različnih oblik enačb. Simulink je namenjen grafičnemu programiranju s pomočjo povezovanja blokov z različnimi operacijami. V bistvu predstavlja sodobno digitalno obliko analognega računalnika. Ker je programiranje grafično, bloke izbiramo v knjižnicah in jih grafično povezujemo v simulacijsko shemo. Zaradi razširjenosti uporabe predvsem v komercialne namene knjižnice s funkcijami pokrivajo širok spekter operacij, ki se v osnovi delijo na zvezne in diskretne.

Ker pri nelinearnih modelih rešujemo predvsem sisteme diferencialnih enačb, je grafični način zelo enostavno uporabljati. Možnost poimenovanja in definiranja spremenljivk omogoča gradnjo mode-



Slika 3 : Simulacijska shema sistema



Slika 4 : Shema podprograma za izračun nelinearnega modela v Matlab-Simulinku

lov, ki so lahko široko uporabni. Pred pričetkom izvedbe simulacije je torej potrebno vnesti spremenljivke, ki jih uporabljamo v programu, kar lahko naredimo s preprostim vnosom spremenljivk s pridodanimi vrednostmi v obliki zapisa, ki ga poznamo iz klasične matematike. Sam paket vsebuje tudi urejevalnik tovrstnih datotek, ki imajo sistemsko končnico ".m"

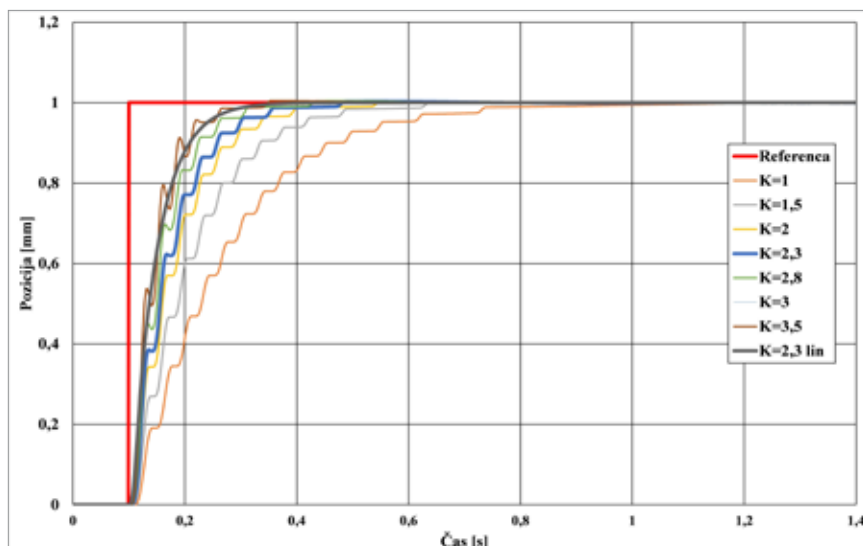
Operacije oziroma funkcije, ki niso definirane v naboru, ki ga uporablja Simulink, izvedemo s pomočjo bloka subgram ali function.

Slika 3 prikazuje simulacijsko shemo, s katero se preverja delovanje matematičnega modela, vključenega v testiranje celotnega sistema. Samemu matematičnemu modelu so dodani še regulator in generatorji želenih vrednosti.

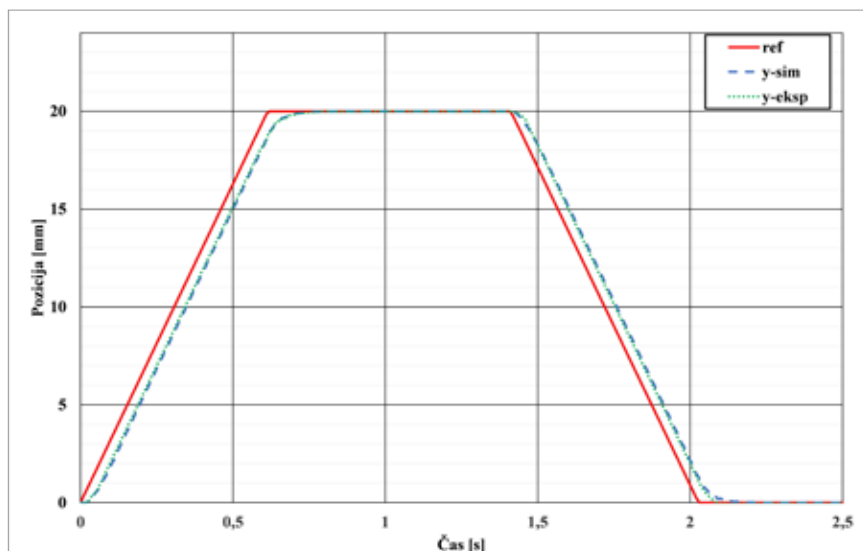
Slika 4 prikazuje podprogram za izračun nelinearnega sistema. Za izračun spremembe volumna v komori A in B, ki je na shemi prikazan kot funkcijski blok, sta bila uporabljena izraza (6, 7). Prav tako je upoštevana sprememba efektivnega modula stisljivosti, podanega v enačbah (4, 5).

3 Rezultati simulacije

Za potrebe preverjanja delovanja nelinearnega modela v programskem paketu Matlab-Simulink je model uporabljen za simulacijo pozicioniranja v zaprtem regulacijskem krogu. Za snovanje regulatorja je bil izbran P-regulator, ki zadovoljuje pogoju monotonega približevanja končni poziciji brez prenehaja. Za primerjavo je bil izdelan tudi lineariziran model sis-



Slika 5 : Odziv na skočno vhodno spremembo



Slika 6 : Primerjava rezultatov simulacije z eksperimentalnim rezultatom

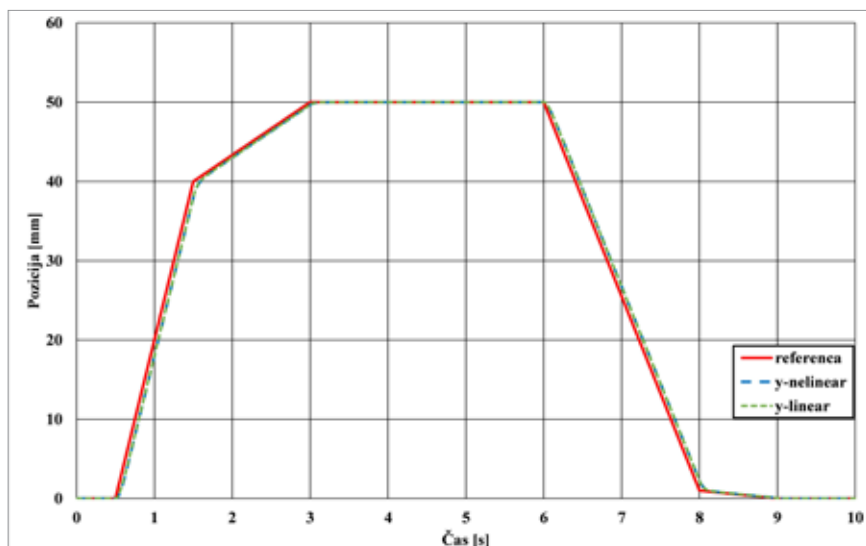
tema. V tabeli 1 so podane vrednosti, uporabljene v simulaciji, ki ustrezajo eksperimentalnemu sistemu, ki je uporabljen za verifikacijo simulacijskih rezultatov.

Za izvedbo primerjave najprej poiščemo začetne parametre regulatorja ob pogoju, da sistem ne

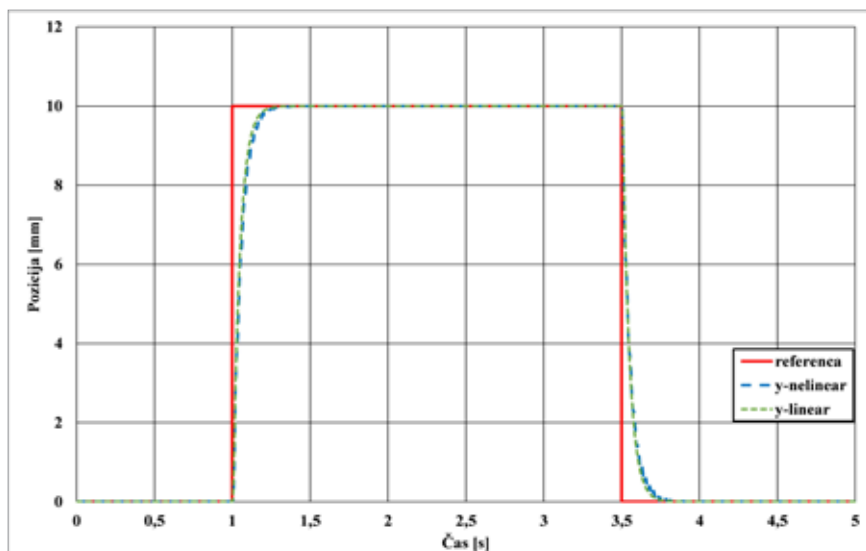
sme prekoračiti končne vrednosti (brez prenehaja). Za določitev uporabimo kot vhodno referenco najbolj neugoden potek referenčne v obliki skočnega signala (stopnica). Slika 5 prikazuje odziv na skočno spremembo z različnimi vrednostmi ojačanja P-regulatorja. Za razlikovanje primerjanih

Tabela 1 : Glavni parametri EHS-sistema

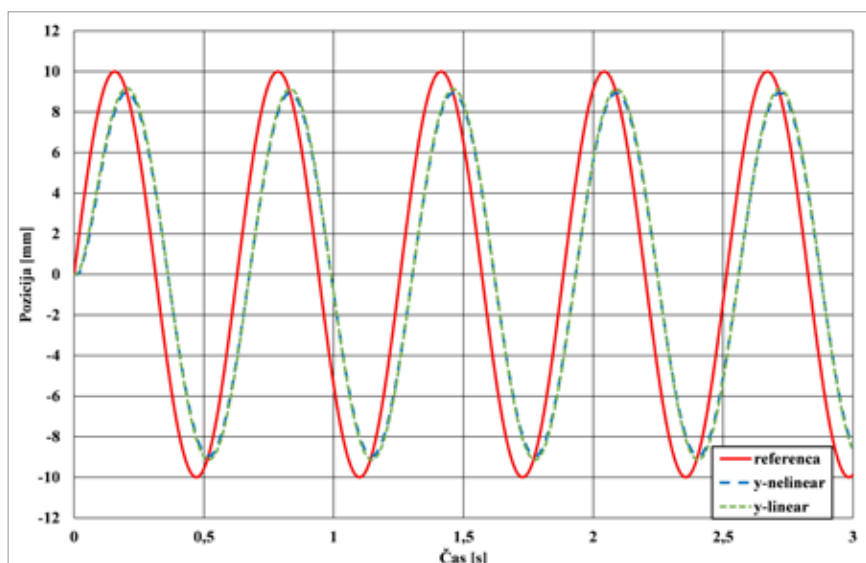
Par.	Vrednost	Par.	Vrednost	Par.	Vrednost	Par.	Vrednost
A_p	$6.4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	m	200 kg	F_{ext}	[N]	ρ_s	210 bar
σ_{vf}	70 Ns/m	V_t	$131.85 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$	k_L	$3 \cdot 10^{-13} \text{ m}^5/\text{Ns}$		850 kg/m^3
F_{co}	19.62 N	β	$1.5 \cdot 10^9 \text{ Pa}$	C_d	0.63	k_v	$5.53 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{V}$



Slika 7 : Primerjava lineariziranega in nelinearnega modela pri lomljenem trapeznem odzivu



Slika 8 : Primerjava lineariziranega in nelinearnega modela pri pravokotni referenci



Slika 9 : Primerjava lineariziranega in nelinearnega modela pri sinusni referenci

izbranih linij so vrednosti reference, lineariziranega in nelinearnega odziva modela pri enakem ojačanju P-regulatorja odebeljene.

Na *sliki 5* so odebeljeno narisani poteki vrednosti pomika gibajoče se mase, ki jih medsebojno primerjamo (referenca: $K = 2,3$ nelinearni model, $K = 2,3$ lin linearizirani model). Vidna je razlika med lineariziranim modelom in nelinearnim modelom (oba uporabljata P-regulator s $K = 2,3$), ki je predvsem posledica nelinearnosti, ki jih predlagani nelinearni model upošteva. Izbor referenčne veličine skoka je bil izbran glede na najverjetnejše referenčne vrednosti pri realnih pogojih.

Verifikacijo matematičnega modela preverimo z eksperimentalnim rezultatom. Za primerjavo in verifikacijo nelinearnega modela je bilo izbrano ojačanje $Kp = 2,3$, ki je bilo uporabljeno tudi na preizkuševališču s skupno gibajočo se maso 200 kg. *Slika 6* prikazuje rezultat poti gibajoče se mase pri uporabi trapezne oblike zelene vrednosti.

S slike je razvidno, da se predlagani matematični model sklada z eksperimentalnim rezultatom, dobljenim na preizkuševališču. Pri sami verifikaciji modela je pomembno, da eksperiment odraža verjetno dogajanje v praksi, torej z realnimi vrednostmi (predvsem realne velikosti premikajoče se mase).

Razvoj matematičnih modelov, ki jih je možno uporabiti za različne primere uporabe, predstavlja dodatno orodje, ki ga inženir potrebuje pri reševanju tako enostavnih kot zelo zahtevnih primerov.

Pri razvijanju hidravličnih podajalnih pogonov je pogosto vprašanje pravilnosti izbire tako komponent kakor tudi strategij vodenja. V ta namen so prikazani modeli odlično orodje, ki omogočajo hitro preverjanje, dajejo pa tudi vpogled o primernosti izbora kakor tudi napotke za potrebne spremembe. *Slika 7* prikazuje

tipičen potek pomika za hidravlični servopogon, kjer si sledita hitri gib (grobo približevanje željeni končni poziciji) in počasni gib, ki zagotavlja točno doseganje končne pozicije brez prenehaja (nižja hitrost). Nikakor pa ni nepomemben tudi povratni gib, ki mnogokrat predstavlja večjo težavo kot delovni gib (zmanjšanje obremenitve).

Sliki 8 in 9 prikazujeta primerjavo pri pravokotni in sinusni obliki zelene referenčne vrednosti. Tovrstni referenčni signali so pogosti pri uporabi hidravličnih servopogonov v testnih napravah za testiranje lastnosti materialov ali komponent in sklopov.

4 Zaključek

Sodobni razvojni postopki zahtevajo kratek čas razvoja posameznega izdelka, zato so vsa orodja in postopki, ki omogočajo časovni prihranek, še kako pomembni. Obstoječe tehnike, predvsem pa nagel razvoj računalniških tehnologij, omogočajo snovanje novih, hitrejših oblik simulacij obnašanja realnih sistemov. Na trgu je sorazmerno velika izbira komercialnih programov, ki omogočajo tako celostno obravnavo sistemov kakor tudi obravnavo specifičnih pojavov. Kompleksnost samih modelov določa hitrost in zanesljivost simulacije, zato je preverjanje na realnih objektih (tudi modelih realnih objektov) izrednega pomena. Komercialni programi so pripravljene tako, da pokrijejo čim širše področje uporabe, pogosto ponujajo tudi že izdelane matematične module za simulacijo posameznih (tudi hidravličnih) komponent. Zaradi svojega univerzalnega pristopa pa je posledica kompromisa tudi opustitev posameznih specifičnih nelinearnosti.

Elektrohidravlični podajalni pogoni so zaradi svoje specifične uporabe še posebej zanimivi tako iz raziskovalnega kot tudi uporabnega stališča. Obravnavana nelinearnosti, ki so značilne za te pogone, pa je včasih lahko tudi problematična. Zato so v prispevku predstavljeni pristopi in uporabljene nelinearnosti, ki vplivajo na realen potek obnašanja pozicionirnega sistema. Glede na izkušnje pri snovanju različnih vrst regulacijskih algoritmov in praktične izkušnje na eksperimentalnem modelu se izkažejo nekatere rešitve za pomembnejše kot druge. V članku prikazani model predstavlja kompromis, ki ga avtor mora postaviti pri iskanju optimalne rešitve, vendar pa se je potrebno zavedati posledic, ki iz tega izhajajo.

Predlagani model predstavlja kompromis med funkcionalnostjo in natančnostjo. V bistvu pri simulacijah uporabimo matematični model, predstavljen s sistemom enačb, ki jih je možno reševati na različne načine. Uporaba že potrjenih komercialnih rešitev je zato dobrodošla, saj skrajša razvojni čas. Odločitev vsakega uporabnika pa je torej odvisna od poznavanja že obstoječih orodij in možnosti implementacije za reševanje matematičnega problema, podanega z modelom.

Pri snovanju in preizkušanju različnih načinov vodenja zlasti pri servohidravličnih podajalnih pogonih se je izkazal predstavljeni model kot zelo uporaben tako v fazi primerjanja posameznih strategij vodenja (vrst regulatorjev) kakor tudi ob iskanju optimalnih parametrov izbranih strategij (parameter tuning). Prav poseben pomen ima pri ročnem iskanju optimalnih parametrov, saj bistveno skrajša optimiranje na realnem sistemu.

Za okolje simulacije izbranega sistema je bil uporabljen programski paket Matlab z grafičnim orodjem Simulink, ki omogoča hitro in enostavno preverjanje in določanje posameznih parametrov. Na tržišču je več podobnih orodij, ki omogočajo izvedbe simulacij z opisanim matematičnim modelom (npr. Scilab).

Literatura

- [1] Merritt, H. E., Hydraulic Control Systems. Wiley, NewYork (1967).
- [2] Jelali, M., Kroll, A., Hydraulic Servo-systems: modelling, identification and control, Springer -Verlag, London, Berlin, Heidelberg (2003).
- [3] Lovrec, D., Uvod v hidravlično pogonsko-krmilno tehniko, Univerzitetna založba Univerze v Mariboru (2018).
- [4] Lovrec, D., Tič, V., Hidravlika za mehatronike, Univerzitetna založba Univerze v Mariboru (2018).
- [5] Kovari, A. (2015), Effect of Leakage in Electrohydraulic Servo Systems Based on Complex Nonlinear Mathematical Model and Experimental Results, Acta Polytechnica Hungarica, vol. 12, no. 3, p. 129-146.
- [6] Zulfatman, R., A. and M. F. Rahmat (2009), Modeling and controller design of electro-hydraulic actuator. Proceeding of the 2nd International Conference on Control, Instrumentation and Mechatronic Engineering, June 9-9, UTM Publisher, Malacca, Melaka, Malaysia, pp. 225-231.
- [7] Wang, Z., J. Shao, J. Lin and G. Han (2009), Research on controller design and simulation of electrohydraulic servo system. Proceeding of the International Conference on Mechatronic and Automation, Aug. 9-12, IEEE Xplore Press, Changchun, pp. 380-338. DOI: 10.1109/ICMA.2009.5245095.
- [8] Detiček, E., Kastrevc, M., Design of Lyapunov Based Nonlinear Position Control of Electrohydraulic Servo Systems. Journal of Mechanical Engineering. 62, 3(2016), pp. 163-170.
- [9] Kastrevc, M., Detiček, E., The nonlinear mathematical model of electrohydraulic position servo system. Conference proceedings. 1st ed. Maribor: University of Maribor Press, 2017, pp. 163-173.

- [10] Lopez, C. P. (2014), Matlab Control System Engineering, Apress Academic, Springer Verlag, London, Berlin, Heidelberg.
- [11] Bang, B., J. Draxler, and G. James (1990), Dynamic Hydraulic System Simulation – An Integrated Approach, SAE Technical Paper 902003.
- [12] Wright, H., Alleyne, A., Liu, R. (1997), On the stability and performance of two-state hydraulic servo valves, Proceedings of the ASME Dynamic Systems and Control Division, vol. 63, p. 215–222.

A nonlinear model of positioning electrohydraulic servo drive

Abstract:

The highly nonlinear nature of the electrohydraulic servo system is well known. The main reasons for nonlinear and non-differentiable mathematical descriptions of systems dynamics are fluid compressibility, leakage flows, friction forces, and nonlinear fluid flow through servo valve orifices.

Accurate nonlinear mathematical models based on physical analysis are necessary for the construction of computer simulation models. These models are used for detailed analysis of nonlinear dynamic behavior and the development of different control strategies.

Keywords:

electrohydraulic servo system, nonlinear mathematical modeling, computer simulation

Zahvala

Predstavljeni rezultati so del raziskave načrtovanja nelinearnih načinov vodenja v sklopu raziskovalnega projekta J2-7631 Optimalno projektiranje oblike linijskih konstrukcij z nelinearnim odzivom. Avtor se zahvaljuje za vso nudeno pomoč pri izvedbi raziskave.

gorenje

Razvoj pralnih in sušilnih strojev

Želite postati del enega največjih razvojnih centrov pri nas? Skupina Hisense, družba Gorenje, d.o.o. v kratkem odpira v Velenju nov razvojni center in k sodelovanju vabi nove sodelavce.

VODILNI INŽENIR (m/ž) - strojništvo

VODILNI INŽENIR (m/ž) - elektrotehnika

Opis DM:

- opravlja dela razvoja aparatov, komponent in sklopov aparatov ali razvoja produktivnih tehnologij
- sodeluje z ekipo sodelavcev na svojem strokovnem področju
- sodeluje v interdisciplinarnih razvojnih ekipah
- opravlja strokovne analize in pri delu uporablja strokovne metodologije
- samostojno opravlja vsa ostala dela iz delovnega področja, ki ustrezajo njegovi strokovni izobrazbi, znanju in sposobnostim ter so povezana z deli in opravili, navedenimi v opisu delovnega mesta

Kandidatom nudimo:

- dinamično projektno delo s poudarkom na inovativnosti
- delo v prijetnem, mlademu internacionalnem in ambicioznem kolektivu
- zaposlitev za nedoločen čas s poskusno dobo 6 mesecev
- možnost stalnega izobraževanja ter pridobivanja novih znanj in izkušenj

Prijave: irena.permansek@gorenje.com

ID 5916



ID 5917



NASTAVITEV PARAMETROV POSPEŠKOMERA ZA PREPREČEVANJE UDAROV IN PREMICOV PRALNIH STROJEV PRI NIZKIH VRTILNIH HITROSTIH BOBNA

Aleš Rosenstein, Timi Karner, Ervin Strmčnik

Izvleček:

Razumevanje in obvladovanje vibracij uvrščamo med najtežje izzive pri razvoju pralnih strojev. V prispevku sta prikazana način in postopek nastavitve parametrov, s katerimi dosežemo izboljšanje delovanja pralnega stroja z implementacijo pospeškmera. Uvodoma so predstavljeni pregled stanja tehnike in teoretične osnove, ki se navezujejo na delovanje pospeškmerov ter pralnih strojev, v nadaljevanju pa metode dela in rezultati raziskav, ki so podrobneje analizirani v diskusiji. Podane so mehanska in električna specifikacija ter eksperimentalna potrditev pospeškmera, ki smo ga uporabili na treh različnih pralnih strojih. Raziskave so podale mejne vrednosti pospeškmera, ki preprečijo udar oziroma poskakovanje pralnega stroja. Rezultati vključujejo primerjavo grafov različnih pralnih strojev v odvisnosti od razmer med izvajanjem meritev.

Ključne besede:

pralni stroj, pospeškmer, vibracije, ekscentrična masa perila, deviacijska obremenitev

1 Uvod

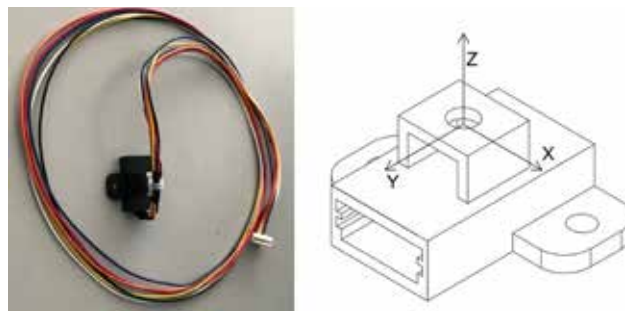
1.1 Predstavitev problema

Pri razvoju pralnih strojev je eden izmed ciljev mirno delovanje aparatov pri vseh obratovalnih vrtilnih hitrostih. Želimo si, da do nihanj in vibracij, ki bi povzročile hrupnost in premike pralnega stroja med delovanjem, ne pride. Na drugi strani ciljamo na vedno dobro ožeto perilo. Povečana nihanja in vibracije lahko preprečimo z uporabo pospeškmera. Raziskali smo možnosti za izboljšano delovanje pralnih strojev z uporabo pospeškmerov. Pri pregledu stanja tehnike smo se osredotočili na delovanje pospeškmera ter možnosti njegove uporabe. Nato smo preučili konkreten pospeškmer, ki ga trenutno uporabljamo v podjetju. Pri raziskavi smo z eksperimentalnim delom preverili kalibracijo, komunikacijo in delovanje pospeškmera. Analize smo opravili na več različnih tipih pralnih strojev ASKO.

Aleš Rosenstein, dipl. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, **doc. dr. Timi Karner**, mag. inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, **Dr. Ervin Strmčnik**, mag. inž., Gorenje, d. o. o., Velenje

1.2 Pregled stanja tehnike

Podjetje Gorenje je za implementacijo izbralo pospeškmer proizvajalca ATMEMS, ki deluje po elektromehanskem MEMS-principu (ang. *Micro-electro-mechanical Systems*). Pospeškmer je prikazan na *sliki 1*. Merilniki pospeška MEMS merijo pospeške na eni, dveh ali treh pravokotnih oseh in se uporabljajo za ugotavljanje usmeritve glede na pospešek gravitacije ter za merjenje vibracij in sunkov. Merilniki pospeška temeljijo na silicijevem (Si) polprevodniku. Fizični princip merjenja temelji na toplotnem ali kapacitivnem pristopu. Kapacitivni pristop je morda bolj primeren za nekatere aplikacije, na primer zaznavanje trkov in aktiviranje zračnih blazin. Po dru-



Slika 1 : Videz pospeškmera

gi strani pa je toplotni pristop, ki temelji na principu konvekcije molekul plina, ogrevanih v zaprti votlini, bolj primeren za elektronski nadzor stabilnosti ESC (ang. *Electronic Stability Control*). Kapacitivni merilniki pospeška, znani tudi kot senzorji vibracij, se zanašajo na spremembo električne kapacitivnosti kot odziv na pospešek. Merilniki pospeška uporabljajo lastnosti nasprotnega ploščnega kondenzatorja, pri katerem se razdalja med ploščama spreminja sorazmerno z uporabljenim pospeškom, s čimer se spremeni kapacitivnost. Piezoelektrični pospeškometri izkoriščajo piezoelektrični učinek ali napetost kristalne strukture s pospeševalnimi silami, ki povzročajo mehanske obremenitve, pretvorjene v električni signal. Aktivni element v piezoelektričnem merilniku pospeška je piezoelektrična keramika. Ena stran keramike je togo povezana s telesom merilnika pospeška, na drugi strani je dodana potresna masa. Ko je merilnik pospeška izpostavljen vibracijam, nastane sila, ki deluje na piezoelektrični element in potresno maso. Zaradi piezoelektričnega učinka se iz te vibracije ali udarca ustvari izhodni naboj, sorazmeren uporabljeni sili [1].

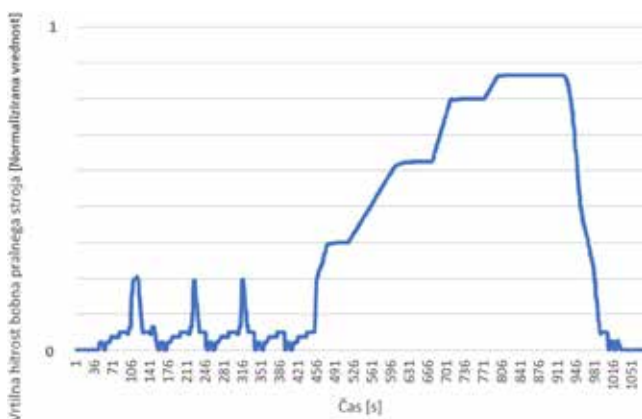
2 Teoretične osnove

V tem poglavju bomo predstavili faze delovanja pralnega stroja in delovanje pospeškometra.

2.1 Predstavitev delovanja pralnega stroja

Delovanje pralnega stroja lahko razdelimo v tri večje faze:

1. pranje perila (dolivanje in gretje vode ter detergenta z mencanjem perila),
2. izpiranje perila (izpiranje umazanije in detergenta z dodajanjem vode in mehčalca),
3. ožemanje perila (razporejanje perila in ožemanje v fazi centrifuge pri vrtljajih do 1600 vrt./min).



Slika 2 : Izmerjeni profil vrtilne hitrosti bobna pralnega stroja v fazi ožemanja perila

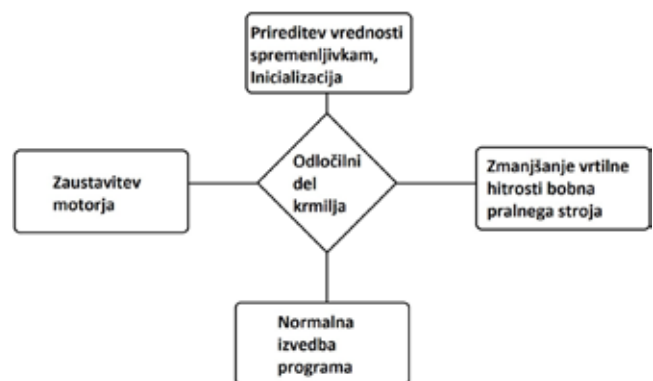
Centrifuga je zadnja faza pranja perila, in sicer gre za fazo ožemanja perila. V tej fazi je največ možnosti za pojav vibracij in udarov. Ožemanje poteka v več korakih. Potek vrtilne hitrosti bobna pralnega stroja v odvisnosti od časa je grafično prikazan na sliki 2. Prikazane so normalizirane vrednosti.

Najprej poteka faza mencanja, kar se dogaja pri vrtilnih hitrostih v območju od 0 vrt./min do 100 vrt./min. S tem poskuša stroj enakomerno porazdeliti perilo v bobnu, kar zmanjša možnost za pojav velike ekscentrične mase. Nato pomeri maso in ekscentričnost perila. V primeru, da stroj odčita preveliko ekscentrično maso, meritev ponovi še enkrat, kar je razvidno s slike 2. Po vsaki meritvi stroj zavrti boben do določene vrtilne hitrosti. Pralni stroj gre v centrifugo, ko odčita vrednosti ekscentričnosti perila, ki so nižje od mejnih vrednosti. Ta se izvede po korakih in dosega vmesne vrtilne hitrosti in po določenem času končno vrtilno hitrost. Pralni stroj nekaj časa vrti boben s končno vrtilno hitrostjo, nato pa se ustavi. V primeru, da stroj po določenih poizkusih ne odčita dovolj majhne ekscentričnosti perila, se pralni program zaključí.

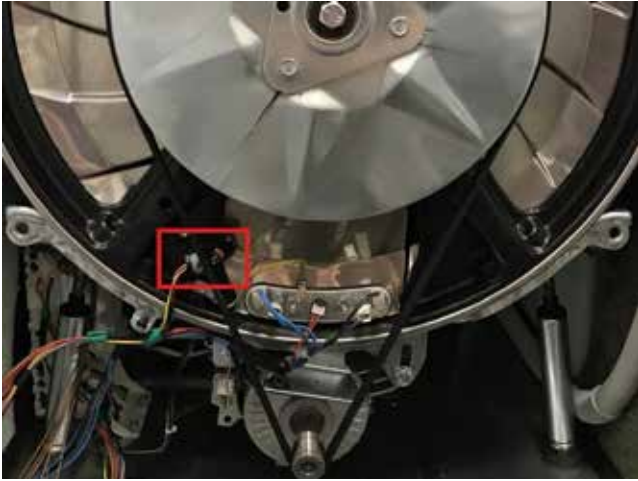
2.2 Delovanje pospeškometra

Pospeškometer je vključen v krmilni algoritem pralnega stroja. Ta deluje po diagramu poteka, ki je predstavljen na sliki 3. Krmilje deluje v petih fazah. V prvi fazi pospeškometer priredi vrednosti spremenljivkam filtra 1. Vrednosti filtra 2 so pozitivne odčitane vrednosti, filtra 3 pa negativne vrednosti. Filter 1 vsebuje povprečje izmerjenih vrednosti. V drugi fazi sledi odločilni del krmilja, ki razdeli pot programa na tri možne podfaze. Pralni stroj se lahko odloči za normalno delovanje profila centrifuge, za zmanjšanje vrtilne hitrosti motorja ali za zaustavitev motorja.

Pospeškometer je pritrjen na pralno enoto (v nadaljevanju bomo namesto besedne zveze »pralna enota« uporabili strokovni izraz »pralna grupa«, ki jo sestavljata boben in kad pralnega stroja. Točna lokacija pospeškometra je prikazana na sliki 4.



Slika 3 : Diagram poteka delovanja pospeškometra v pralnem stroju



Slika 4 : Mesto pritrditve pospeškmera

3 Eksperimentalno delo

V tem poglavju bomo predstavili predmet in metodologijo raziskave.

3.1 Predmet raziskave (pralni stroji)

Nastavitve parametrov smo izvedli na treh različnih aparatih, in sicer na *ASKO 75 Professional*, *ASKO 85 Professional* in *ASKO 85 Domestic*. Oznaka ASKO poimenuje proizvajalca pralnih strojev. Številka 75 oziroma 85 označuje prostornino pralne grupe. Delimo jih še na dve skupini:

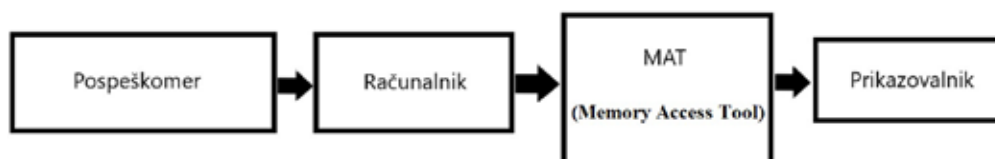
- ▶ pralni stroji *ASKO Professional* se uporabljajo za profesionalno uporabo v pralnicah,
- ▶ pralni stroji *ASKO Domestic* so namenjeni uporabi v domačem gospodinjstvu.

Cilj meritev je, da poiščemo pospeške, ki so kritični za delovanje pralnega stroja.

3.2 Metodologija raziskave (merilna veriga, postopek merjenja, način analize rezultatov)

Merilna veriga je v obliki blokovne sheme predstavljena na *sliki 5*.

Merjenja smo se lotili tako, da smo pralni stroj povezali z računalnikom s pomočjo vmesnika za prenos podatkov ter programskega okolja MAT (Memory



Slika 5 : Merilna veriga

Access Tool). Ta nam je omogočal prikaz in shranjevanje podatkov pralnega stroja.

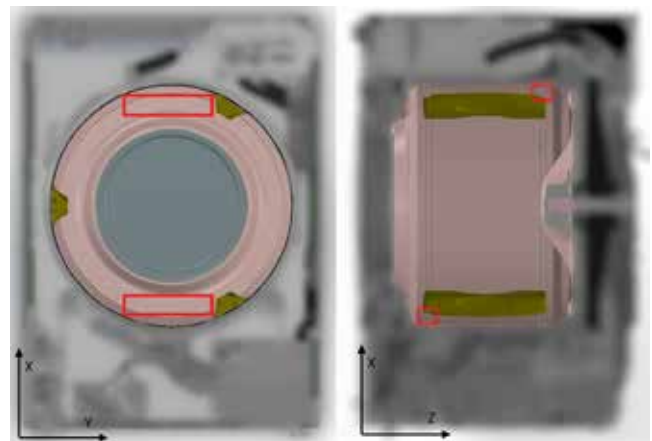
Vse meritve smo shranili v Excelovo datoteko, iz katere smo kasneje analizirali vrednosti, ki so se generirale na pospeškometeru. Vrednosti na izhodu elektronike, ki smo jih analizirali, so izražene z biti. Njihovo definicijsko območje se razpenja v območju od najmanjše 0 do največje vrednosti 65535.

Zaradi narave eksperimentalnega dela smo nenehno izboljševali metode določevanja mej, zato so postopki za določen stroj med sabo nekoliko različni. Na podlagi izkušenj in ekspertnega znanja smo vedeli, da so za delovanje pralnega stroja neugodne deviacijsko postavljene uteži.

Deviacijsko obremenitev smo označevali s simboli, kot so 1000+1000 ali 1200+1200. Oznaka je odvisna od mase vstavljenih uteži. Uteži vstavimo eno na spodnji zadnji del, drugo pa na vrhni sprednji del bobna. Pomembno je, da sta uteži čim bolj točno vstavljeni na nasprotni strani. S tem smo poskušali simulirati čisto deviacijsko obremenitev, do katere lahko pride tudi pri ožemanju perila. Zanimalo nas je, pri katerih masah uteži je prišlo do povečanja vibracij oziroma udarov pralne grupe ob ohišje pralnega stroja, ki si jih ne želimo.

- ▶ Deviacijska obremenitev:

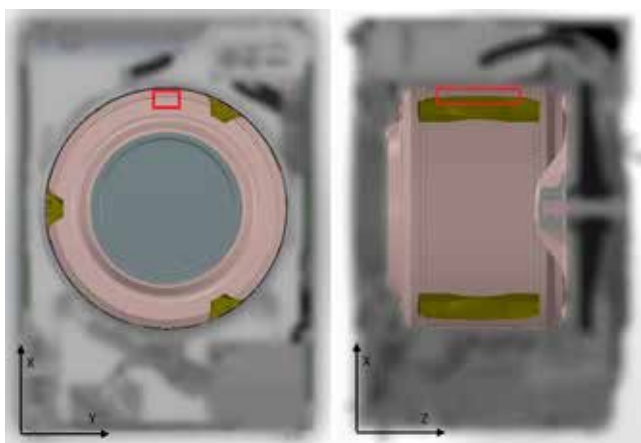
Na *sliki 6* je shematsko prikazana lokacija vstavljenih uteži simulirane deviacijske obremenitve.



Slika 6 : Shematski prikaz pralnega stroja z deviacijsko obremenitvijo

► Ekscentrična obremenitev:

Ekscentrično obremenitev simuliramo tako, da je utež na obodu bobna postavljena na sredino po globini bobna pralnega stroja. Shematski prikaz ekscentrične obremenitve je prikazan na *sliki 7*. Omejena obremenitev povzroči pospeške v X- in Y-osi, zaradi katerih redkeje pride do udara pralnega stroja. Ravnina XY je vzporedna vratom pralnega stroja.



Slika 7 : Shematski prikaz pralnega stroja z ekscentrično obremenitvijo

Vse meritve so bile izvedene na pralnem programu »ožemanje«. Ta pralni program je namenjen samo centrifugiranju oziroma ožemanju perila. Za izbiro

tega programa smo se odločili, ker običajno prihaja do vibracij pralnega stroja ravno v fazi ožemanja perila. Pralni program »ožemanje« nam je omogočal, da so meritve potekale hitreje, ker smo preskočili vse faze pranja in takoj začeli z merjenjem.

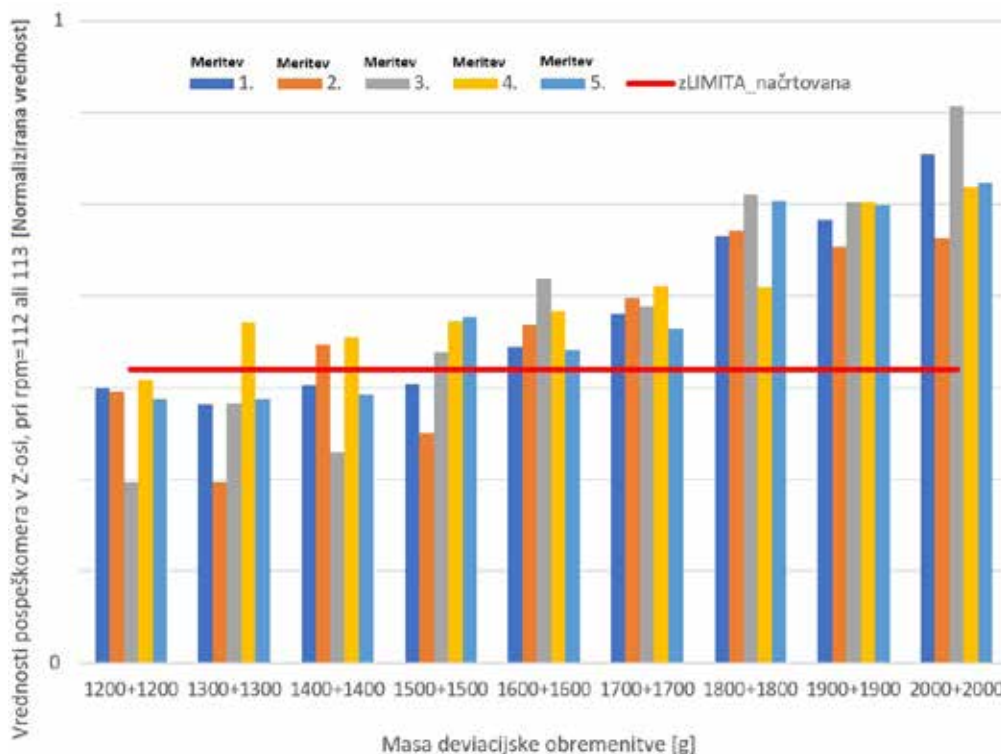
Analiza je potekala na način, da smo izpisovali največje izmerjene vrednosti pospeška v Z-osi glede na posamezno meritve. Na podlagi eksperimentov smo določili, katere so bile mejne vrednosti, ko je prišlo do nesprijemljivih udarov pralne grupe v ohišje.

4 Rezultati

V tem poglavju so predstavljeni rezultati meritev za pralne stroje *ASKO 85 Professional*, *ASKO 75 Professional*, *ASKO 85 Domestic*. Zaradi poslovnih skrivnosti bodo na ordinatni osi prikazane normalizirane vrednosti.

4.1 ASKO 85 Professional

Na *sliki 8* so prikazane največje vrednosti pospeška v Z-osi za pralni stroj *ASKO 85 Professional* pri različnih deviacijskih obremenitvah od 1200+1200 do 2000+2000 s korakom 100 gramov, ki so bile odčitane pri 112 vrt./min oziroma 113 vrt./min. Za vsako deviacijsko obremenitev smo opravili pet meritev, kar nam je prineslo večjo točnost in posledično bolj pravilno določitev parametrov pospeška. Lah-



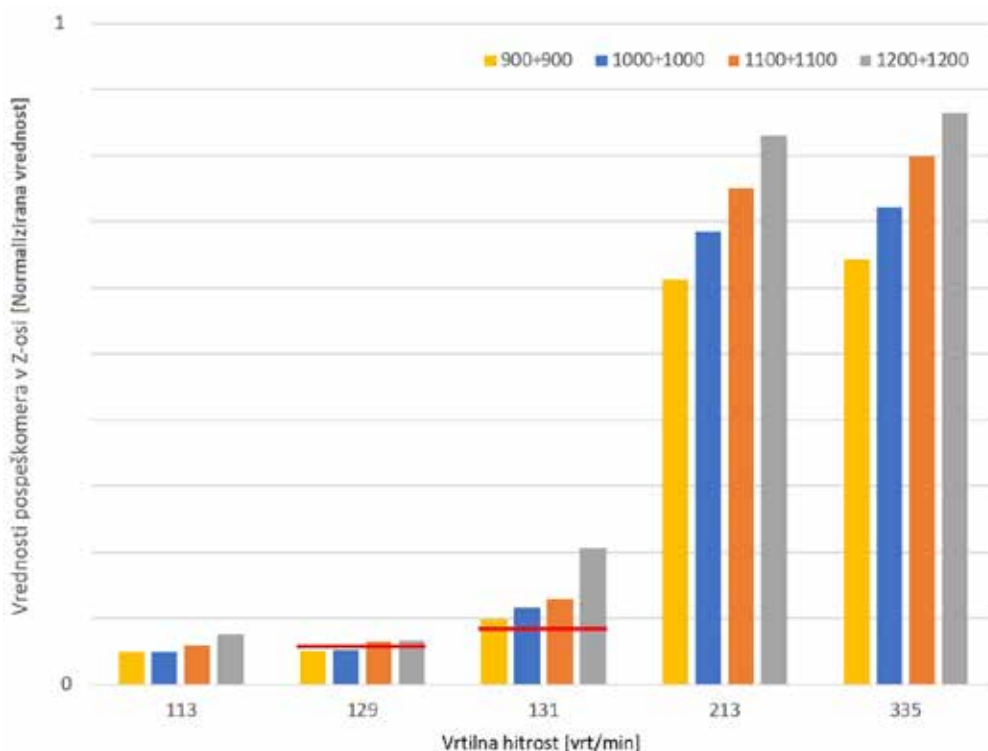
Slika 8 : Rezultati analize vpliva deviacijskih obremenitev na vrednosti pospeška v Z-osi pri vrtilnih hitrostih od 112 vrt./min do 113 vrt./min za pralni stroj *ASKO 85 Professional*

ko se opazi, da se z večanjem deviacijske obremenitve povečuje tudi največji pospešek po Z-osi.

Glede na graf in eksperimentalno pridobljene izkušnje smo zastavili načrtovano mejo, pri kateri pospeškomer omeji delovanje pralnega stroja in ne doseže večjih vrtilnih hitrosti.

4.2 ASKO 75 Professional

Meritve na *sliki 9* prikazujejo največje vrednosti pospeškomera v smeri Z-osi v odvisnosti od različnih vrtilnih hitrosti glede na različne deviacijske obremenitve za stroj ASKO 75 Professional. Obseg meritev vključuje deviacijske obremenitve od 900+900 do 1200+1200 s korakom 100 gramov. Vsaka deviacijska obremenitev je predstavljena pri petih različnih obratih. Z rdečo črto so prikazane predlagane meje, ki so postavljene glede na ekspertno znanje. Opazili smo, da je med delovanjem pralnega stroja deviacijska obremenitev 1200+1200 že kritična in s tem negativno vpliva na delovanje pralnega stroja. Rezultati prikazujejo, da se pospešek povečuje z večanjem tako deviacijske obremenitve kot vrtilnih hitrosti.



Slika 9 : Rezultati analize vpliva deviacijskih obremenitev na vrednosti pospeškomera v Z-osi pri vrtilnih hitrostih od 112 vrt./min do 113 vrt./min za pralni stroj ASKO 75 Professional.

4.3 ASKO 85 Domestic

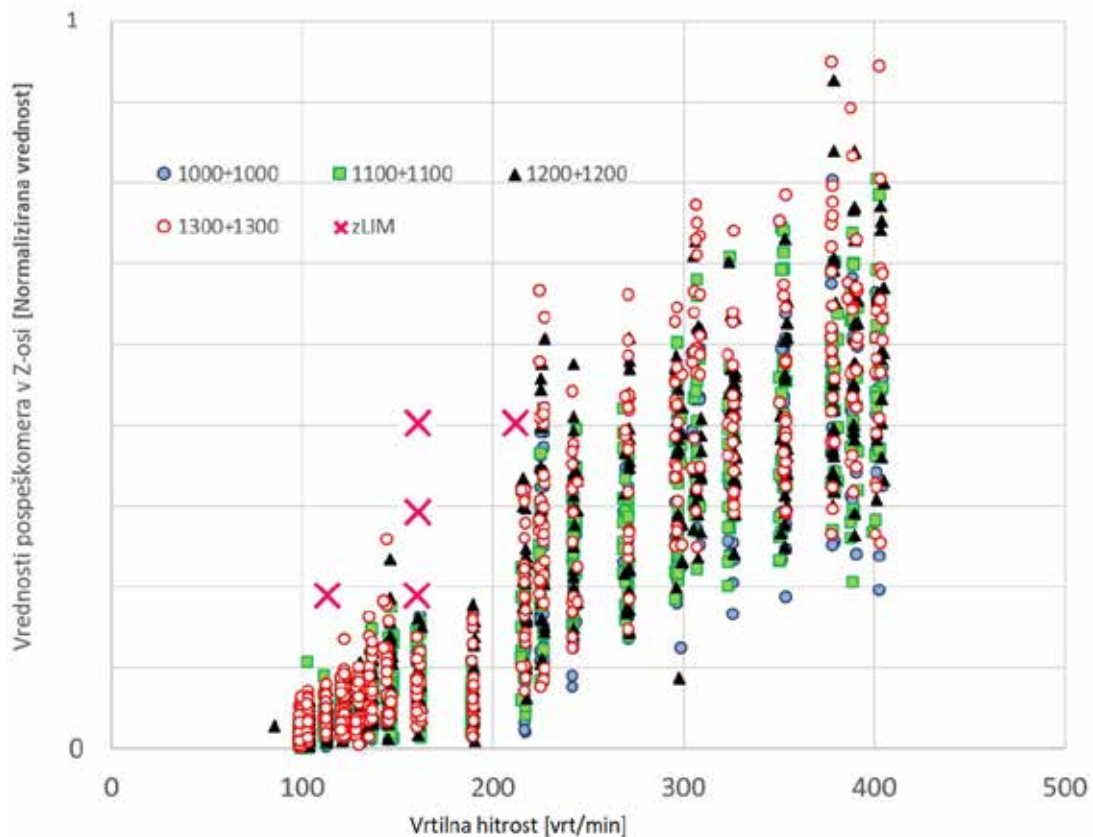
Meritve na *sliki 10* prikazujejo vrednosti pospeškomera v Z-osi za različne deviacijske obremenitve pri različnih vrtilnih hitrostih za stroj ASKO 85 Domestic. Deviacijske obremenitve naraščajo s korakom 100

gramov od obremenitev 1000+1000 do 1300+1300. Opazimo, da se vrednosti pospeška večajo z večanjem vrtilne hitrosti bobna oziroma z večanjem deviacijske obremenitve. Na grafu so s križcem predstavljene predlagane meje, ki so postavljene glede na odzive pralnega stroja med testiranjem.

5 Zaključek

Neenakomerno razporejena masa v bobnu pralnega stroja ima zelo velik vpliv na njegovo delovanje. Večja, kot je masa nerazporejenega perila, večja je možnost za generiranje ekscentrične mase in povečane vibracije ter udare pralne grupe v ohišje pralnega stroja. V najslabšem scenariju pralna grupa udari tako močno, da se premakne cel pralni stroj in v tem primeru govorimo o premiku pralnega stroja. To je eden od najbolj kritičnih primerov, ki se lahko zgodi med delovanjem pralnega stroja. Udari in premiki niso edine možne posledice nerazporejenega perila, saj imamo lahko na drugi strani problem, ki se navezuje na neuspešno izvedeno centrifugo. V primeru velike ekscentrične ali deviacijske mase prihaja do

situacije, ko krmilje pralnega stroja ne dovoli prehoda v višje vrtilne hitrosti bobna pralnega stroja in zato govorimo o neuspešno ožetem perilu. Na osnovi rezultatov meritev smo opravili podrobne analize in določili mejne parametre pospeškomera ter na ta način izboljšali delovanje pralnih strojev.



Slika 10 : Rezultati analize vpliva deviacijskih obremenitev na vrednosti pospeškomera v Z-osi pri določenih vrtilnih hitrostih za pralni stroj ASKO 85 Domestic

Viri

- [1] Di Paolo Emilio, M. (2021). »The future of Automotive: Electronics and EVs«, v EE Times Europe.
- [2] Rosenstein, A. (2021). »Izboljšanje delovanja pralnega stroja z uporabo pospeškomera«.
- [3] Habjanič Doler, I. (2006). »Vpliv različnih ritmov mencanja na pralni in izpiralni učinek«. Diplomsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, FKKT - Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

A setting of accelerometer's parameters for prevention of impacts and movements of washing machines at low rotational speed of drum

Abstract:

Nowadays, vibrations are listed as among the most difficult challenges in the research and development of washing machines. This paper shows the method and procedure of setting up parameters for improvements of the performance of the washing machine by implementing the accelerometer. In the very beginning, an overview of the state of the art and the theoretical basis related to the operation of accelerometer and washing machines were presented. In the next sections, the method and the result of the research were analysed in more detail. A mechanical and an electrical specification and an experimental accelerometer validation were given for three different types of washing machines, including, an output of research were accelerometer's limits to prevent the washing machine from being hit or bounced. The result included a comparison of figures for different washing machines depending on the operation conditions during measurements.

Keywords:

Washing machine, accelerometer, vibration, eccentric mass, deviation load

TESTING THE IMPACT OF LIGHT CONDITIONS ON IMAGE QUALITY FOR OPTICAL INSPECTION OF SURFACE DEFECTS

George Cordoyiannis, Iris Fink Grubačević, Tomaž Savšek

Abstract:

Contactless and automated optical inspection tools make headway in comparison to tactile methods in modern factories. In order to develop an advanced optical tool for inspection of metal components produced for the automotive industry, one faces a number of challenges. We hereby present a brief overview of the image quality of surface flaws and defects obtained under different light conditions. Lacquered metal components of simple and complex geometries have been illuminated by light of variable intensity. Certain trends have been revealed regarding the obtained image quality.

Keywords:

optical inspection, surface defects, illumination

1 Introduction

In the modern smart factories, automated contactless inspection methods continuously gain ground over human inspection (being subjective) and tactile methods (suffering from slow data acquisition and interpretation). Optical inspection can be applied at different stages, from the quality control of freshly produced components to the posterior check of the moving parts' wear [1]. Within the concept of Industry 4.0, not only do smart optical inspection tools collect images, but they also implement statistical process control and communicate with other devices in real-time. Their implementation in the production line detects flaws and defects, providing information about the quality and the uniformity of the manufacturing process in real-time. The harvested data can be further analyzed to enable predictive maintenance of the tool itself and reduce downtimes [2].

The quality of optical inspection is influenced by the specific and often harsh conditions met in an industrial environment, which may include variations in the illumination, contaminations and vibrati-

ons. Light conditions, in particular, are reported to have a remarkable impact on the captured image quality [1]. This impact can be quite complex in the vicinity of flaws and defects. For example, a smooth lacquered surface is specular and reflects at an equal and opposite angle to the incident light. However, regions that exhibit flaws, defects and variable roughness reflect at additional directions.

Depending on the industrial application, different wavelengths λ of light can be utilized. Ultraviolet light ($100 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$) is typically chosen for the inspection of glues, thin films and semiconductors. White or colored light across the visible spectrum ($400 \text{ nm} < \lambda < 750 \text{ nm}$) is often applied for metals and objects with multiple color surfaces that require high color rendering images. Furthermore, near and far infrared ($750 \text{ nm} < \lambda < 1 \text{ mm}$) is mostly chosen for optical inspection of semi-transparent materials and natural fibers, as well as for thermal imaging.

We hereby present a short overview of measurements, performed under different light conditions, in order to detect flaws and defects on the surfaces of lacquered metal components. These measurements aim to assist in choosing the optimal light conditions for reduced surface reflectance and enhanced image clarity, addressing one - out of many - challenges related to the development of an advanced optical inspection tool EAGLE. The design of this tool is customized for the inspection of metal components produced for the automotive industry [3].

Research Fellow **George Cordoyiannis**, PhD, Senior Lecturer **Iris Fink-Grubačević**, MSc, both Faculty for Industrial Engineering Novo mesto; Assistant **Prof. Tomaž Savšek**, PhD, TPV Group d.o.o. & Faculty for Industrial Engineering Novo mesto

2 Experimental setup and samples

Light emitting diode (LED) sources are reported as superior to other types of light sources for achieving an optimum defect expressivity on flat, cylindrical or complex geometry reflective metal surfaces [1, 4], such as the ones of our interest. Based on the above, a LED array source has been chosen to illuminate the components. It produces warm-white light with a correlated color temperature of 3000 K. Our measurements have been planned and performed by means of a simple, house-in-built setup in order to test the impact of light conditions on the captured image quality around defects. This setup consists of the following parts: (a) a Nikon digital camera equipped with Tamron 90 mm f/2.8 Di Macro Lens, connected to a laptop for a direct viewing of the captured images (b) a Cree X-Lamp CA2550 LED array source (Cree EasyWhite® LEDs, uniform chromaticity profile), driven by an external amplifier - intensity controller, (c) tripods that offer a stable placement and a three-dimensional movement of the camera, LED source and inspected component. This setup serves as a simple approximation of the more sophisticated EAGLE optical tool, where a robotic arm would be used to collect the components from a moving conveyor and place them properly with respect to the camera and the light source.

Cylindrical or complex geometry metal components bearing defects have been provided by TPV Group d.o.o. Measurements have been performed for vertical and oblique placements of the camera and the LED source with respect to the surface defects. Images with a resolution of 3696 x 2448 pixels have been captured under different ambient conditions, such as in a dark room (henceforth referred to as “dark ambient”) and in a candent room with Neon light from the ceiling (henceforth referred to as “bright ambient”). In these dark or bright ambient conditions, the inspected components have been illuminated by LED light of variable in-

tensity, in the range from 50 lm to 2000 lm. The intensity has been derived by accurately measuring the source driving current and then referring to the luminous flux-current chart on steady-state operation. The distance between the LED source and the components has been set to 20 cm and 10 cm when observing defects on the outer and inner surfaces, respectively.

3 Results and Discussion

Images of defects on black-lacquered external surfaces of a cylindrically-shaped metal component have been captured under different light conditions. The presence of low intensity LED improves the image quality obtained in dark ambient. The impact of variable LED illumination on the probed defect morphology is depicted in *Figure 1*. The two images are obtained by illumination intensities differing by an order of magnitude, 100 lm and 1000 lm, respectively. For 100 lm, a sharper and more detailed image is obtained, in comparison to the 1000 lm. In general, images above 500 lm suffer from increased surface reflectance. Further increase of the intensity up to 2000 lm, degrades the image quality derived in both dark and light ambient conditions. In the case of a bright ambient, the effect of low intensity LED is milder, whereas a high intensity produces once again strong reflections. These trends have been steadily reproducible for other similar defects on black-lacquered surfaces.

Defects on the surface of components with a more complex geometry have been also observed. The LED source and the camera have been placed either vertically above the inspected area or at oblique positions. Optimum results have been obtained for camera and LED source as close as possible to the vertical position above the inspected area. Representative images captured in a dark or a bright ambient, as well as their combination with low intensity LED are shown in *Figure 2*. This com-

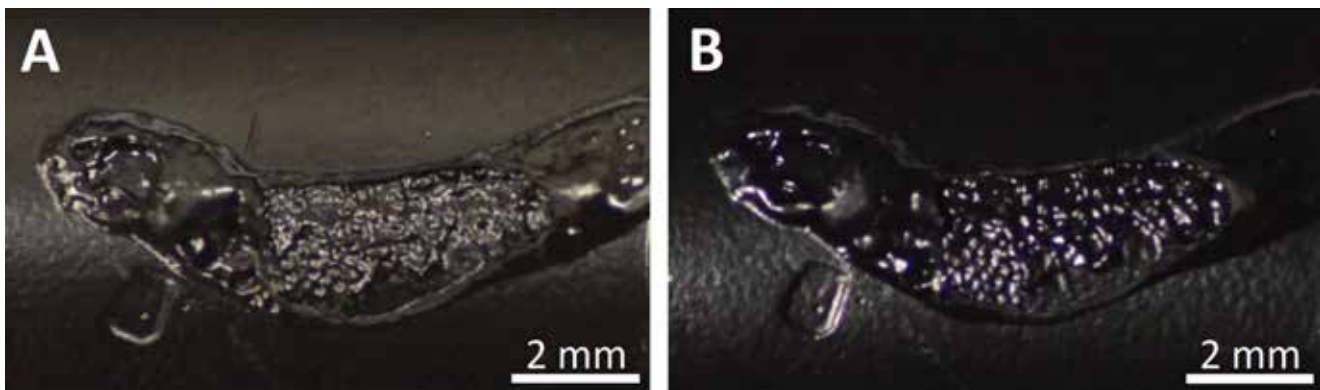


Figure 1 : The image of a defect on the external surface of a lacquered metal cylindrical object is obtained in: dark ambient + LED illumination of 100 lm (panel A); dark ambient + LED illumination of 1000 lm (panel B). The 100 lm image is characterized by reduced reflections and enhanced details of the defect morphology.

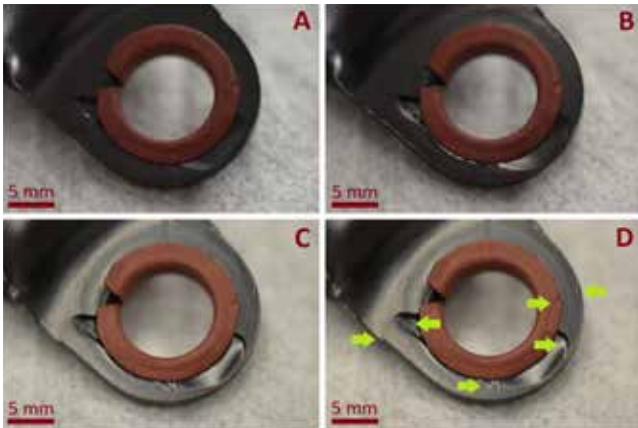


Figure 2 : Images of a complex geometry component obtained in: dark ambient (panel A); dark ambient + LED illumination of 100 lm (panel B); bright ambient (panel C); bright ambient + LED illumination of 100 lm (panel D). The green arrows (panel D) mark the different types of flaws and defects: small cavities, bulges, grooves and increased surface roughness.

ponent consists of a black-lacquered metal part with an attached non-polished and less reflective ring. It bears defects in the form of small cavities, grooves, bulges, as well as increased surface roughness towards the edges, which are marked by green arrows in one of the panels of Figure 2.

In the case of a dark ambient, the LED illumination highlights minor defects and reveals the surface roughness, which is hardly visible otherwise. Simultaneously, it weakly increases the reflectance, which does not degrade the image quality up to 200 lm. Higher intensities, in the range from 500 lm to 2000 lm, are accompanied by a significantly increased reflectance. In the case of a bright ambient, the image clarity exhibits only a minor improvement due to LED illumination, mostly in revealing the surface roughness. The three-dimensional shape of small cavities and grooves is better distinguished in the case of a bright ambient compared to a dark one. Regarding the placement of the camera and LED source, the results are of reasonably good quality for angles up to 30° with respect to the inspected surface. In some cases, the tiny bulges are better visible in case of strong illumination; however, the increased reflections degrade the overall image quality.

The detection of defects on the internal surfaces of cylindrically-shaped components is more challenging. In this case, the inspected component has been attached on a clamp (simulating the robotic arm in the configuration of EAGLE tool) between the camera and the LED source that are facing each other as schematically depicted in Figure 3. There exist no essential differences between images obtained with and without low intensity LED in a bright ambient, as it can be seen in the panels of Figure 3 (note that

a dark ambient did not produce any good images in this case). Apart from a parallel position with respect to the object's cylindrical axis, the camera has been also placed at small inclinations (from 2° to 8°) in an effort to better highlight the surface morphology of specific defects. However, the inclined camera placement did not offer any remarkable improvement. Contrary to the case of defects on the external surfaces, in the case of internal surfaces the LED illumination did not show any visible effects.

The aforementioned trends, as revealed in Figures 1, 2 and 3, have been fully reproducible for several types and sizes of defects on different components. Although only representative examples have been presented, the overall trends are supported by a large number of measurements, thus, they are robust. The robotic arm seen in Figure 3 is used to select one every few components, as they move along the conveyor, and perform a sampling inspection. Via this end-of-line testing, the EAGLE smart optical tool performs a pass-or-fail check and places the component back to the conveyor or disposes of it in case it is faulty [3]. At the same time, it can send feedback about faulty components to the production line, preventing downtimes and increased costs. However, it is worth noting that the implementation of an optical inspection tool near the production line requires the dumping of vibrations originating from the adjacent industrial machinery.

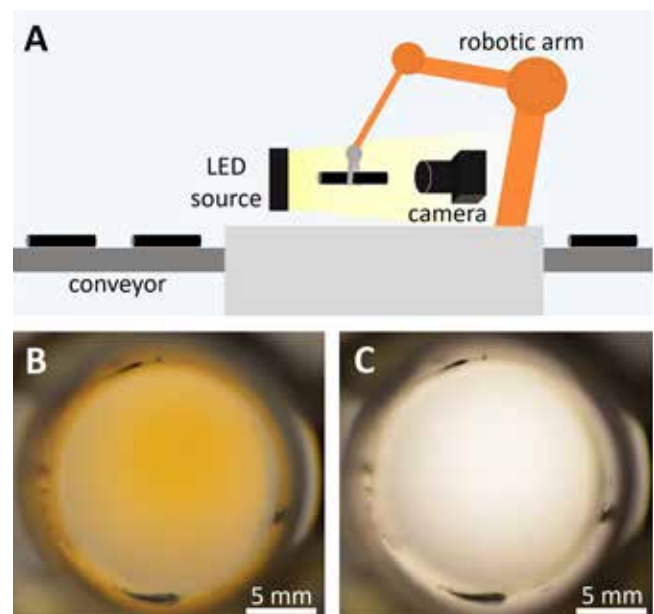


Figure 3 : The configuration of the camera and light source for capturing images of defects on the inner surfaces is depicted (panel A). The presented images have been captured in: bright ambient (panel B); bright ambient + LED of 100 lm (panel C).

4 Conclusions

Flaws and defects on metallic surfaces have been observed under different light conditions by means of a simple, house-in-built setup. The image clarity has been evaluated for different conditions, in a dark or bright ambient, as well as with and without LED illumination. Certain trends have been revealed that could be summarized as follows. First, LED illumination of low intensity (100-200 lm) is beneficial in the vast majority of cases; it yields sharp and detailed images of the defects' shape and morphology, accompanied by a weak and non-disturbing reflectance. Second, higher intensity LED illumination (500-2000 lm) is apparently beneficial for capturing the shape of tiny bulges; however, it persistently causes strong light reflections from the lacquered surfaces and downgrades the overall image quality. Third, the shape and morphology of defects is effectively captured by camera angles up to 30° with respect to the inspected surface. Fourth, in the particular case of defects on the inner surfaces, LED illumination at an angle of 180° with respect to the camera did not offer any improvement of the image quality.

The presented measurements have been performed aiming to assist the design of a non-contact optical tool EAGLE for inspection of metal components that are produced for the automotive industry. For the latter, dimensionally-stable and defect-free components are of major importance. Car spare parts must fit tightly and prevent any type of mismatch and malfunction, leakage of oil, intake of moisture

and development of rust, as well as disturbing squeaking and rattling noises [5]. At the same time, the detection of defective components via a selective inspection of components along a moving conveyor can give feedback to the production line at an early stage, thus, reducing downtimes and costs.

Sources

- [1] Ramzi, R., Bakar, E.A.: Optical wear inspection of countersink drill bit for drilling operation in aircraft manufacturing and assembly industry: a method, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 370/2018, pp.: 012041(1-8).
- [2] Nouredine, R., Solvang, W.D., Johannessen, E., Yu, H.: Proactive learning for intelligent maintenance in Industry 4.0, Advanced Manufacturing and Automation IX, pp.: 250-257 (Springer Singapore, 2020).
- [3] Petrič, A., Kurbegović, H., Savšek, T.: Quality challenges and state of the art in designing development requirements for the system EAGLE, 6. International Conference on the Development of Industrial Engineering: Opportunities, Potentials, Challenges, Novo mesto, 2021.
- [4] Li, L., Wang, Z., Pei, F., Wang, X.: Improved illumination for vision-based defect inspection of highly reflective metal surface, Chinese Optics Letters 11/2013/2, pp.: 021102(1-4).
- [5] Bogue, R.: Car manufacturer uses novel laser scanner to reduce time to production, Assembly Automation 28/2008/2, pp.: 113-114.

Preizkušanje vpliva svetlobnih pogojev na kakovost slike za optični pregled površinskih napak

Razširjen povzetek:

Razvoj brezkontaktnih in avtomatiziranih orodij za optični pregled predmetov napreduje v primerjavi s taktilnimi metodami v sodobnih tovarnah. Da bi razvili napredno optično orodje za pregledovanje kovinskih komponent, se soočamo s številnimi izzivi, med njimi tudi z izbiro optimalnih svetlobnih pogojev. Predstavljamo kratek pregled meritev kakovosti slike površinskih napak in defektov, pridobljenih pri različnih svetlobnih pogojih. Namen izvedenih meritev je pomoč pri razvoju orodja za optične preglede EAGLE, ki se uporablja za pregled kovinskih komponent proizvedenih za avtomobilsko industrijo. Meritve pomagajo pri izbiri optimalnih svetlobnih pogojev za zmanjšano površinsko odbojnost in večjo ostrost slik.

Preprosto ali kompleksno oblikovane lakirane kovinske komponente so bile osvetljene z LED-svetlobo spremenljive jakosti. V kakovosti slike se opazijo določeni trendi. Kar se tiče napak na zunanjih površinah, je LED-osvetlitev nizke intenzivnosti v veliki večini primerov koristna; daje ostre in podrobne slike oblike in morfologije napak, ki jih spremlja šibka in nemoteča odbojnost. V primeru napak na notranjih površinah LED-osvetlitev ni prinesla nobenih izboljšanih rezultatov.

Ključne besede:

optični pregled, površinske napake, osvetlitev

Acknowledgements

This research work has been partly funded by the European Union, from the European Regional Development Fund under the Operational Programme for Investments in Growth and Jobs for the programming period 2014 to 2020, under contract no. C3330-18-952007 (EAGLE). G.C. acknowledges access to the laboratory facility of Uroš Tkalec (Faculty of Medicine, University of Ljubljana).

VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV - 11. DEL

Franc Majdič

V desetem delu *Vzdrževanja hidravličnih naprav* smo predstavili, da imajo vse hidravlične komponente svojo dobo uporabe in potrebujejo vzdrževanje ali zamenjavo. Predstavili smo osnove popravil hidravličnih komponent, kako delujejo specializirane delavnice za popravilo komponent in kako delujejo dobavitelji opreme. Ko boste morali popravljati hidravlične naprave, upoštevajte tri dejstva. Prvo: ali je možno popraviti posamezno komponento, drugo: za izvedbo popravila je potrebno ustrezno znanje in tretje: kako to izvesti na najbolj ekonomičen način. Če se boste lotili popravila komponente, predvsem pri najetem izvajalcu, predvidite, kakšne prevare so možne pri tem. Če pa bo treba nabaviti novo komponento, se pozanimajte, kje jo kupiti po najugodnejši ceni.

1 Popravilo hidravličnih valjev

V tem prispevku bomo 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. Najprej si bomo ogledali, kako jih razstavimo in pregledamo. Sledijo napotki, kako naročimo prava tesnila in kako cilindre ponovno sestavimo.

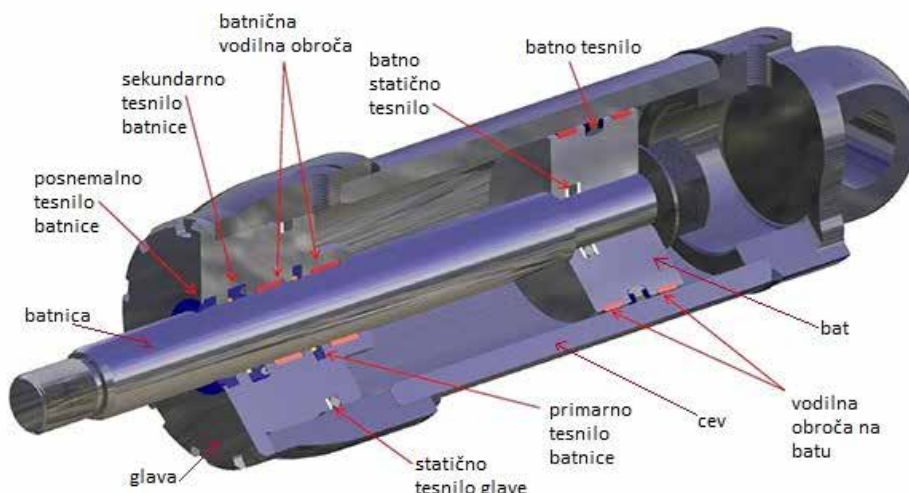
2 Razstavljanje in pregled obrabljenih ali nedelujočih hidravličnih valjev

Najpogosteje odstranimo hidravlični valj iz naprave

in ga pošljemo v popravilo zaradi zunanjšega ali notranjšega puščanja. Natančen pregled posameznih sestavnih delov razstavljenega hidravličnega valja, posebno tesnil, lahko razkrije poškodbe in pomanjkljivosti, ki niso očitne na prvi pogled (*slika 1*).

Batna tesnila – če so močno ukrivljena, erodirana ali če jim manjka del (*slika 2*), pomeni, da je reža med batom in notranjo steno cevi prevelika ali pa se je cev izbočila med delovanjem (povečanje notranjega premera cevi – »napihnjenost«). V takem primeru je treba zamenjati celotno cev hidravličnega valja. Če to ni možno, pa je treba celotni hidravlični valj zamenjati z novim. Če v opisanem primeru zamenjate samo batna tesnila, bo to le kratkotrajna rešitev.

Tesnila batnice – če so batnična tesnila močno deformirana oz. poškodovana, to pomeni, da je vidno



Slika 1 : Glavni sestavni deli hidravličnega valja (vir: Hallite)

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



Slika 2 : Poškodovano batno tesnilo (premer bata 50 mm)

obrabljena izvrtina v glavi, ali/in obrabljen drsni vodilni obroč, ali/in je batnica izrazito ukrivljena. V opisanih primerih to vpliva na neustrezno vodenje batnice v tesnilu, ki ga ta posledično poškoduje. Tudi v tem primeru je menjava samo batničnih tesnil brez drugih posegov kratkotrajna rešitev.

Batnica – preveriti je treba drsno površino batnice, in sicer, ali je kje vidna razpoka ali poškodba. Pri tem lahko uporabimo tekoče penetrante, ki so zelo enostavni za uporabo in hitro dajo rezultate. Natančno je treba vizualno pregledati kromirano površino batnice. Če je na eni strani površina polirana, na drugi pa matirana, je to znak krive batnice. Vedno, ko obnavljamo hidravlične valje, je treba preveriti ravnost batnice. Ravnost enostavno preverimo tako, da postavimo batnico med dve valjni stojali, na sredino namestimo merilno urico s stolom in batnico ročno zavrtimo (slika 3). Če je batnica kriva, se to zelo hitro že vizualno jasno vidi in seveda z odklonom tipala na merilni uri. Če je batnica kriva za več kot 0,5 mm na meter dolžine, jo je treba zamenjati z novo. Največja dopustna ukrivljenost batnice, L_{uN} , se izračuna po enačbi (1), v kateri je L razdalja med valjčnima stojaloma.

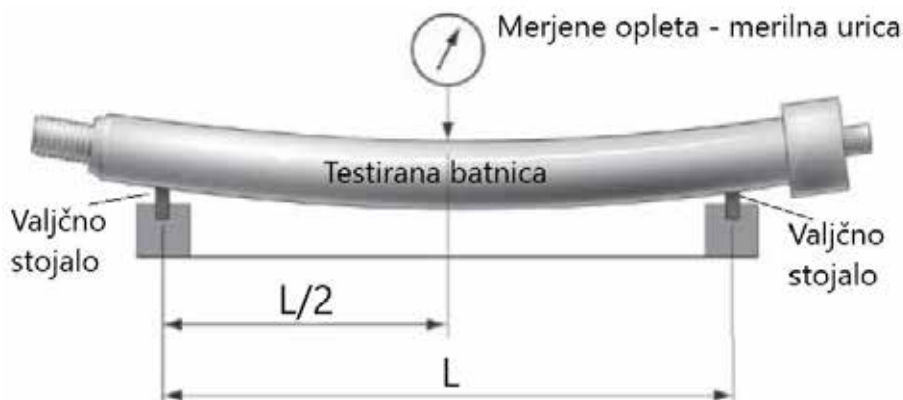
$$L_{uN} = \frac{0,5 \cdot L}{1000} \text{ [mm]} \quad (1)$$

Na primer: če je razdalja med valjčnima stojaloma 1,5 m, je največja dopustna ukrivljenost batnice 0,75 mm.

V večini primerov krivo batnico lahko poravnamo na hidravlični stiskalnici. Včasih jo uspemo zadovoljivo poravnati, ne da se poškoduje trdo kromana prevleka. Če pa pride do poškodbe kromove prevleke, je potrebno odstraniti celotno prevleko, ponovno pripraviti površino in nanesti novo. Pogosto se pokaže, da je najbolje in tudi najceneje v takem primeru izdelati novo batnico iz predhodno že kromirane palice – surovca.

Poškodovana kromirana površina batnice (jamičasta ali polna zarez) vpliva na krajšo uporabno dobo novih tesnil. Manjše zareze je mogoče odstraniti že s finim vodobrusnim papirjem s križnim poliranjem. Če pa je kromirana površina zelo poškodovana, je treba zamenjati batnico z novo. Za manjše premere je struženje nove batnice iz predhodno kromirane palice (surovca) cenovno najugodnejša rešitev. Predhodno kromirane palice različnih premerov in dolžine do šest metrov so dostopne na trgu. Če se odločite za ponovno kromiranje poškodovane batnice, je potrebno najprej dobro odstraniti obstoječo prevleko. Vsakič, ko odstranite prevleko, se posledično zmanjša tudi premer osnovne palice. To zahteva debelejši nanos kromove prevleke, da ohranimo enak končni premer batnice. V primeru pretanke kromirane prevleke, lahko pride do razpoke na površini, kar posledično povzroči trajno poškodbo batničnih tesnil. Če debelina kromirane plasti preseže 0,2 mm, taka batnica ni več uporabna. Priporočena najmanjša, še sprejemljiva debelina kromirane plasti, da batnica vzdrži test v solni kopeli, je vsaj 30 μm .

Debelina kromirane plasti se lahko meri z uporabo posebnih merilnikov (slika 4). Omenjeni instrument deluje na principu magnetnih lastnosti osnovnega materiala batnice, odvisno od debeline nemagnetne prevleke.



Slika 3 : Merjenje ravnosti batnice (levo), merilna urica (desno – vir: Tesi.si)



Slika 4 : Primer merilnika debeline prevleke
(vir: Mitutoyo Digiderm 740)

Glava – pri lažjih, manj obremenjenih hidravličnih valjih se za izdelavo glave običajno uporablja aluminij ali jeklena litina. Batnice se direktno naslanjajo na osnovni material. Kovinski, predvsem pa nekovinski vodilni (drsni) obroči se namestijo med batnico in glavo predvsem pri bolj obremenjenih hidravličnih valjih. Če ima hidravlični valj, ki ga popravljamo, vodilne drsne obročje, jih moramo vedno zamenjati pri popravilih.

Če je batnica neposredno vodena v glavi, mora njena izvrtina ustrezati premeru batnice. Dimenzije preverimo z mikrometrom za merjenje notranjih izvrtin. Izvrtino je treba meriti na najmanj dveh različnih položajih – zamaknjeno za 90°. Tako izmerimo ovalnost izvrtine. Notranji premer luknje v glavi ne sme biti večji za več kot 0,1 mm od premera batnice. Če bo notranji premer večji, kot je dopustno (0,1 mm), to zagotovo vodi v hitro in trajno poškodbo batničnih tesnil. V takem primeru priporočamo struženje izvrtine v glavi ter vstavljanje bronaste puše vanjo. Druga možnost pa je menjava obrabljene glave z novo.

Cev hidravličnega valja – pri vsakem razstavljanju hidravličnega valja preverimo notranjo drsno površino cevi. Če je ta poškodovana, se uporabna doba batnih tesnil znatno zmanjša. V primeru prask, manjših od 0,1 mm, te lahko odstranimo s honanjem po njeni celotni dolžini. V primeru večjih poškodb pa je priporočena menjava cevi z novo.

Največji dopustni notranji premer cevi je njen nominalni premer plus 0,2 mm. Ta premer je priporočeno

preveriti na več mestih znotraj cevi (*slika 5*). Če so pri nadmeri 0,2 mm notranjega premera cevi še vedno vidne poškodbe, se cev še vedno lahko hona, vendar potem uporabimo večja tesnila. Pri manjših premerih cevi hidravličnih valjev je najbolje zamenjati poškodovane z novimi. Pri večjih premerih cevi pa te popravimo s honanjem z nadmero 0,75 mm (0,03") ali tudi 1,5 mm (0,06"), torej povečamo notranji premer. Takim popravljenim izvrtinam cevi moramo seveda izbrati standardna večja batna tesnila, ki jih je več na razpolago pri colskih ceveh in manj pri metričnih. Če ne dobimo standardnih tesnil z nadmero, pa je možna izdelava tesnil po naročilu. V Sloveniji imamo na razpolago več podjetij, ki stružijo tesnila po naročilu – dimenzije prilagodijo vašim potrebam.

Bat – pri lažjih izvedbah hidravličnih valjev so bati izdelani iz aluminijevih zlitin ali jeklene litine. Ti so v takem primeru direktno v dotiku z drsno površino znotraj cevi. Manjša obraba bata ni problematična z vidika funkcionalnosti in tesnosti. Premer bata pa naj ne bi bil manjši za več kot 0,15 mm od notranjega premera cevi. To preprosto preverimo s kljunastim merilom ali mikrometrom za zunanje premere. Če je izmerjeni premer bata manjši od notranjega premera cevi za več kot 0,15 mm, je treba izdelati novega iz podobnega materiala, kot je bil obstoječi.

Zelo pogosto se na bate vgrajujejo nekovinski drsni obroči, ki ločujejo kovinski bat od notranje površine cevi (*slika 6*). Nekovinski vodilni obroči so zelo priporočeni predvsem v primeru radialno obremenjenih batnic hidravličnih valjev. Če so v hidravličnem



Slika 5 : Meritev notranjega premera cevi hidravličnega valja



Slika 6 : Bat hidravličnega valja z dvema vodilnima obročema

valju vgrajeni nekovinski vodilni obroči, jih vedno menjamo takrat, ko menjamo tesnila.

3 Naročilo novih tesnil

V primeru naročila novih tesnil pri zastopnikih ali dobaviteljih tesnil se izogibajte meritvam starih tesnil. Razlogov za to je veliko: stara tesnila so raztegnjena, poškodovana ali pa lahko celo napačna. Edini pravi način za naročilo novih tesnil je izmera vseh utorov z ustreznim merilom. Ti podatki so najbolj zanesljivi za dobavitelje, da lahko dobavijo prava tesnila. Dimenzije utorov morajo ustrezati izbrnemu tesnilu. Pogosto imajo tesnila iste dimenzije, tesnila različnih proizvajalcev pa imajo lahko nekoliko različne dimenzije tesnilnih utorov zaradi vpliva različnosti materialov tesnila, trdote, vrste tesnenja

(statično ali dinamično) ipd. Paziti je treba na vrsto hidravlične kapljevine, s katero cilinder deluje, eventualno prekomerno temperaturo (posebni materiali tesnil), višino tlaka in drsne hitrosti. Standardna tesnila so običajno do 0,5 m/s.

4 Sestavljanje hidravličnega valja po popravilu

Ko dobimo vsa potrebna nova tesnila in vodilne obroče ter eventualno novo ali popravljeno cev, bat in glavo hidravličnega valja, vse dele temeljito speremo s čistilnim sredstvom (razmaščevalec – topilo na osnovi naftnih derivatov) in osušimo s komprimiranim čistim zrakom. Med sestavljanjem namažemo vse dele z novim in čistim hidravličnim oljem. Preden vstavimo hidravlična tesnila, natančno pregledamo utore, da so ti čisti, brez kovinskih igel in druge umazanije. Pri montaži tesnil v njihove utore se izogibamo uporabi izvijačev in ostrih predmetov, ki bi lahko poškodovali tesnila. Ko sestavimo hidravlični valj, je priporočeno, da ga stestiramo na preizkuševališču. Po pozitivnem testu »delovna« priključka hidravličnega valja zatesnimo, da preprečimo vdor vlage in ostalih nečistoč. Zaščitna tesnilna priključka odstranimo šele neposredno pred montažo valja na hidravlično napravo.

Viri

- [1] Pezdarnik, J., Majdič, F.: Hidravlika in pnevmatika, skripta; Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2011.
- [2] Findeisen, D.: Ölhydraulik, 5. Auflage, Berlin, 2005.
- [3] Casey, B.: Insider secrets to hydraulics, Brendan Casey, West Perth, 2002.
- [4] Jelovčan, R.: Visokotlačni preizkus hidravličnega valja, diplomsko delo visokošolskega študija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2013.
- [5] Bradeško, M.: Preizkus vzdržljivosti hidravličnih valjev, diplomsko delo visokošolskega študija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2014.

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, ...



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
Laboratorij za fluidno tehniko
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana
T: 01/4771115, 01/4771411
E: lft@fs.uni-lj.si
<http://lab.fs.uni-lj.si/lft/>

POLIPROPILENSKI FITINGI NPQP, ODPORNANI NA KEMIKALIJE

Elementi NPQP so skladni z direktivo FDA. Ponujajo visoko stopnjo varnosti procesa, saj so odporni na kemikalije. Odobreni so za uporabo v aplikacijah s hrano, so lahki in transparentni. Zato so cenovno ugodna alternativa priključkom iz nerjavnega jekla v industriji hrane in pijač, biotehnologiji, farmaciji, medicinski tehnologiji, čistih prostorih in avtomatizaciji procesov.



Elementa iz serije NPQP in NPQR

Vključena varnost v aplikacijah s hrano

Varnost je zagotovljena zaradi notranje in zunanje skladnosti s FDA. To pomeni, da se lahko uporabljajo tudi v primerih s procesnim zrakom. Kombinacija NPQP s plastičnimi cevmi PFAN je prav tako popolnoma skladna s FDA. Če se elementi uporabljajo skupaj, so odporni na vsa čistilna sredstva in maziva ter agresivne kisline in alkalije.

Ekonomična alternativa

Elementi NPQP omogočajo visoko stopnjo protikorozijske zaščite, so odporni na kemikalije in hidrolizo. Odobreni so za uporabo z živili in so tako alternativa priključkom iz nerjavnega jekla – tudi za aplikacije, ki niso živilske. V kombinaciji s cevmi PLN so NPQP odobreni v živilski industriji, saj so odporni na čistilna sredstva in ekonomični.

Lahka izvedba z dobro preverjeno tehnologijo vpenjanja

Zaradi majhne teže je NPQP idealen za mobilno avtomatizacijo, npr. na robotskih rokah, in enostaven

za uporabo, saj so potrebne manjše sile spajanja in razstavljanja kot pri priključkih z vpenjalnim grlom, vendar dajejo enako držalno silo.

Prozornost za hiter monitoring

Ker so elementi NPQP prozorni, je umazanija takoj vidna.

Za kritične zahteve je primerna izvedba NPQR

Kadar NPQP ni mogoče uporabiti, na primer v aplikacijah, ki vključujejo čiščenje s paro in s tem povezanimi temperaturnimi ali mehanskimi obremenitvami, se priporoča uporaba hitrovrtičnega nastavka NPQR iz visokokakovostnega nerjavnega jekla.

Ta nastavek ustreza uporabi v aplikacijah z živili in izpolnjuje zahteve glede ustreznih materialov in skladnosti z direktivami (www.festo.com/certificates/NPQR).

Poudarki

- ▶ odpornost na kemikalije,
- ▶ odpornost proti koroziji,
- ▶ skladnost s FDA,
- ▶ ekonomično,
- ▶ lahka izvedba,
- ▶ prozornost za enostaven monitoring.

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 2021 - ASM '21

~~08. december 2021~~

prestavljeno na 11. maj 2022

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

ŠTUDIJA PRIMERA: REŠITEV PODJETJA ELESAGANTER ZA VISOKE TEMPERATURE – MMT. ROČAJI

KELLER (www.e-keller.pl) – poljsko podjetje iz Dąbrówke – je specializirano za proizvodnjo industrijskih tiskalnikov. Skupaj s podjetjem Elesaganter Polska so iskali ustrezen rešitev za naslednje področje uporabe: Ročaj, ki omogoča odstranjevanje grelnih plošč (ki lahko doseže temperaturo do 250°C) za segrevanje modela iz litine, ne da bi bilo treba pred tem dolgo čakati, da se plošča ohladi.



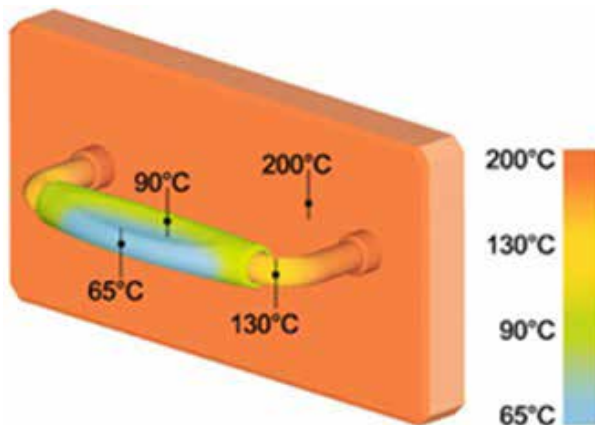
Uporaba MMT. Ročajev na precizijskem stroju HS K-Desk

Vrsta internih prezračevalnih kanalov v toplotno izolativnem elementu iz termoplasta omogoča odlično toplotno izolacijo, ki zmanjša prenos toplote na dlan uporabnika in tako zagotavlja trden in varen oprijem. Ergonomski dizajn izboljša oprijem in poskrbi, da prsti uporabnika ne pridejo v stik z virom toplote.

V internem laboratoriju izvedeni testi, s konstantno delovno temperaturo 200°C kažejo, da MMT. ročaji na termoplastni element prenašajo temperaturo med 65°C in 90°C.

Najpomembnejši predpogoj za uspešen izdelek sta najvišja raven varnosti in udobja. Tako kot v primeru podjetja Keller, kjer je uporabnik izpostavljen visokim temperaturam, sta zdravje in varnost upravljavca najpomembnejši prioriteti. To je treba upoštevati že v prvi fazi načrtovanja konstrukcije.

Elesa + Ganter je ponovno pokazala, da njen obsežen portfelj izdelkov izpolnjuje tudi zelo specifične zahteve strank, ne da bi bilo treba razviti novo specifično rešitev.



Grafika prikazuje temperature, ki so dosežene na različnih točkah, ko je ročaj montiran na ploščo, ki v laboratoriju dosega konstantnih 200°C

S tem se lahko skrajša čas za zamenjavo orodja in olajša menjava modelov iz litine.

Podjetje Elesaganter je predlagalo MMT. ročaje s toplotno izolacijo, ki so se izkazali za popolno rešitev.

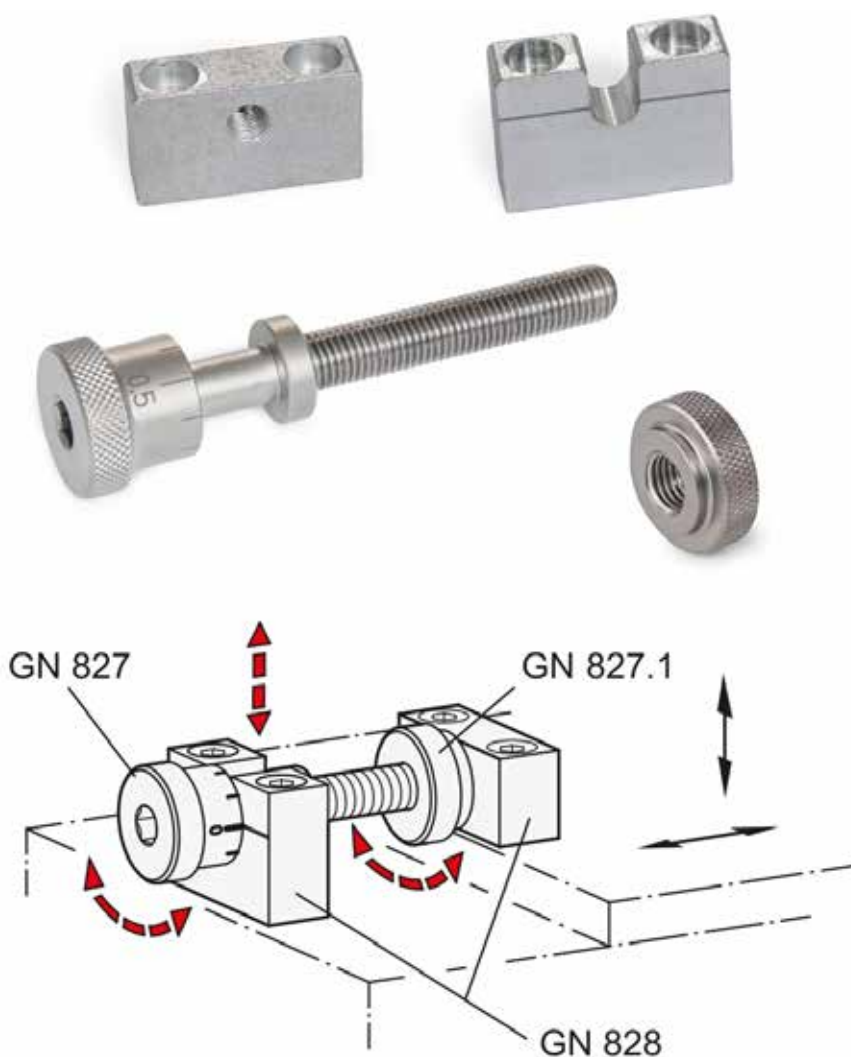
MMT. ročaji so narejeni iz jeklene palice z okroglim premerom in fino brušeni, imajo matirano pokromano površino ter izolirni element iz termoplasta, ojačan s steklenimi vlakni (poliamid, PA) mat črne barve.

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

Z NASTAVITVENIMI VIJAKI IZ NERJAVNEGA JEKLA VEDNO NA PRAVEM MESTU

Pri proizvodnih strojih ali pripravah se pogosto zgodi, da naletimo na izziv, kako čim enostavneje in zanesljivo izvesti ponavljajoče se postopke nastavljanja in pomikanja. Za enostavno in varno nastavljanje kot tudi za hitro zamenjavo priprav ali orodja vam Elesa+Ganter z nastavitvenimi vijaki iz nerjavnega jekla z nastavitveno skalo, s pripadajočimi ležajnimi bloki in narebričenimi maticami nudi tri nove, dopolnjujoče se izdelke.



Na novo zasnovani nastavitveni vijak iz nerjavnega jekla GN 827 Elesa+Ganter se uporablja v povezavi z ležajnimi bloki GN 828 in olajša montažo najrazličnejših obdelovalnih in montažnih sistemov na strojih, sistemih in pri konstrukciji priprav. Tako je mogoče pospešiti predvsem delovne procese, pri katerih se pri-

prave vedno znova zamenjujejo, pozicionirajo ali nastavljajo. Pri tem priprave približate ali oddaljite z nastavitvenim vijakom z vrtljivim gumbom in notranjim šestrobnim nastavkom, ki ima lestvico s koraki po 0,1 mm.

Glede na uporabo so nastavitveni vijaki iz nerjavnega jekla na voljo

v različnih premerih in dolžinah navoja, v kombinaciji z ležajnimi bloki GN 828 Elesa+Ganter pa jih je mogoče optimalno namestiti. Ko najdete optimalno nastavitev, lahko nastavitveni vijak zategnete z narebričeno matico iz nerjavnega jekla GN 827.1, ki je bila narejena prav za to uporabo. Ležajni bloki so iz poliranega aluminija in se razlikujejo glede oblike in pritrditve vijaka, ki lahko poteka od zgoraj ali od spredaj.

Med drugim so tako na izbiro tudi nastavitvenim vijakom prilagojeni navoji matice ali nosilni utor, ki aksialno uležaji nastavitveni vijak. Nosilni utor ima kot dopolnitev skali na vrtljivi glavi lasersko gravirano orientacijsko črto za nastavitev priprave. Predvsem nosilni utor pripomore k temu, da je preproste menjave priprav ali orodja mogoče izvesti po postopku Single Minute Exchange of Die (SMED). Tako je proizvodnjo mogoče nadaljevati z vnaprej nastavljenimi merami, brez zaustavitve stroja, kar skrajša čase in stroške nastavljanja.

Več informacij je na voljo na www.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

PODPORNI VOZIČEK ZA CEVI ELAFLEX 'HTR-T' ZA TERMINALSKE OPERACIJE

Med nakladanjem in razkladanjem na terminalih imajo operaterji pogosto opravka z dolgimi in težkimi cevni sklopi (slika 1).



Slika 1: Podporni voziček in njegova uporaba v pristanišču

V podjetju Elaflex so razvili paleto podpornih vozičkov za cevi 'HTR', ki olajšajo rokovanje z velikimi cevni sklopi in dodatno podaljšujejo življenjsko dobo fleksibilnih cevi. Voziček za cev 'HTR-T' je opremljen s štirimi robustnimi gumiranimi prosto vrtljivimi kolesi, primernimi za težko in intenzivno uporabo na terminalih kot tudi v drugih težkih pogojih.

Podporni voziček za cevi je mogoče uporabljati v skladiščih, pri pretovarjanju kakor tudi pri ceveh za tovornjake, cisterne, v dokih, pristaniščih in rafinerijah.

Standardna različica podpornih vozičkov je izdelana iz ladijske

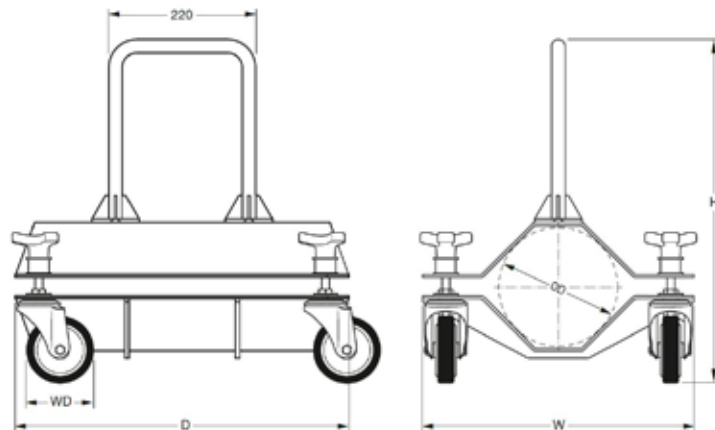
pločevine, prevlečene s poliestrskim prahom. Za posebne zahteve in po naročilu pa iz nerjavnega jekla ali drugih materialov.

Prednosti uporabe:

- ▶ razbremenitev operaterja, saj znatno zmanjša potrebno vlečno silo,
- ▶ ščiti plašč cevi pred poškodbami zaradi odrgnin,
- ▶ svetla signalna barva vozička za cev zagotavlja dobro vidljivost na tleh,
- ▶ stabilen ročaj za enostavno premikanje cevi.

Vir:

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



Hose Size ^{*)}		Capacity Hose Tolerance	Wheel Diameter	Size	Weight	Handle Load	Part Number
Inch	mm	OD Ø (mm)	WD Ø (mm)	W x D x H (mm)	kg	max. kg	Type
6"	150	170 - 180	100	407 x 500 x 515	25	600	HTR-T 150 St
8"	200	222 - 240	125	500 x 600 x 531	41	800	HTR-T 200 St
10"	250	270 - 290	160	610 x 700 x 595	61	1000	HTR-T 250 St

^{*)} other hose sizes on request

Slika 2: Dimenzije, masa, masa bremena in tip vozičkov

OMRON RT1 – NOVA REŠITEV ZA VARNO DALJINSKO POVEZOVANJE M2M

Serija RT1 je najnovejši produkt za daljinsko povezovanje naprav v industrijski avtomatizaciji. Usmerjevalnik RT1 omogoča daljinsko vzdrževanje brez dragih in zamudnih fizičnih obiskov na lokaciji. Preko daljinskega dostopa lahko uporabnik spremlja delovanje, odpravlja napake ter namešča posodobitve na oddaljenih sistemih.



Usmerjevalniki RT1

Komponente RT1, ki jih poganja Secomea, združujejo vso strojno in programsko opremo, ki je potrebna za učinkovito, enostavno in varno daljinsko vzdrževanje. Rešitev daljinskega povezovanja dopolnjuje naš nabor rešitev industrijske avtomatizacije in zelo poveča učinkovitost naprav ter zmanjša čas vzdrževanja.

Značilnosti usmerjevalnikov Omron RT1:

- ▶ povezovanje do 10 naprav preko Ethernet;
- ▶ lokalno shranjevanje podatkov v primerih izpada interneta:
 - ▶ podatki se v podatkovne baze prenesejo ob ponovni vzpostavitvi povezave,

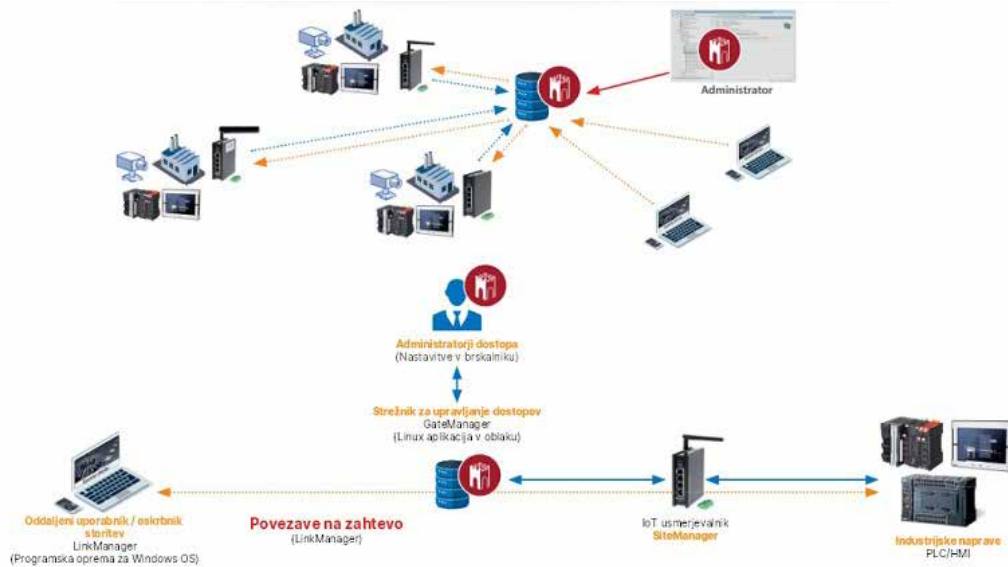
- ▶ kapaciteto spomina je mogoče razširiti z SD-kartico;
- ▶ zbiranje podatkov preko protokola Modbus in OPC UA;
- ▶ enostaven dostop do interneta preko omrežja LAN ali brezžično preko 4G/LTE ali WiFi;
- ▶ digitalni vhodi in izhodi:
 - ▶ daljinski dostop se lahko omogoči preko digitalnega vhoda,
 - ▶ aktiven daljinski dostop je lahko vizualiziran preko digitalnega izhoda.



Primer uporabe daljinskega povezovanja z moduli RT1

Modeli RT1, ki so na voljo:

	Povezljivost 4G	Povezljivost WiFi	Maksimalno št. naprav	Oznaka
SiteManager LAN	Ne	Ne	10	RT100-EMM3010
SiteManager 4G	Da	Ne	10	RT100-4GM3010-G
SiteManager 4G Japonska	Da	Ne	10	RT100-4GM3010-J
SiteManager WiFi	Ne	Da	10	RT100-W5M3010



Shema povezav v sistemu varnega daljinskega povezovanja

Tehnične specifikacije:

- ▶ napajanje: 12–24 VDC,
- ▶ mrežni vmesniki: 4 x 10/100 Mbit,
- ▶ 1 x USB 2.0 (Host),
- ▶ 1 x RS232 DB9 serijski port,
- ▶ 2 x digitalni vhod,
- ▶ 1 x digitalni izhod (rele) – 0,5 A,

- ▶ 1 x digitalni izhod (tranzistor) – 0,2A.

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

MIEL® Vse za avtomatizacijo proizvodnje OMRON

Industrijski roboti • Tri družine robotov in več kot 100 modelov

PARALELNI ROBOTI

Hornet in Quattro sta visokohitrostna paralelna robota, idealna za uporabo v živilski industriji, farmaciji in industriji embalaže. Quattro je štirinosni robot z visoko nosilnostjo, ki se izkaže s hitrostjo in natančnostjo.

Hornet 565
Quattro 650/800

ROBOTI SCARA

Družina visokozmogljivih štirinosnih robotov SCARA je idealna za natančno mehansko montažo, rokovanje z materialom, pakiranje in privijanje.

i4L / i4H

ČLENKASTI ROBOTI

Omronova družina šestosnih robotov je idealna za kompleksno mehansko montažo, rokovanje z materialom, kontrolo in pakiranje.

Viper 650/850



TESNILA IN DRUGI IZDELKI ZA HIDRAVLIKO

Kakovostna tesnila za hidravliko zagotavljajo dobro tesnjenje, preprečujejo izgubo hidravličnih medijev in tako skrbijo za boljši izkoristek hidravličnih naprav. Nakup kakovostnih hidravličnih tesnil pomeni dolgoročno optimizacijo stroškov. Za tesnjenje se pogosto uporabljajo tudi kakovostna tesnilna masa in tesnilni trakovi.



Kakovostna tesnila za hidravliko in pnevmatiko, tesnilne mase in tesnilni trakovi

Podjetje S3C ima v svojem prodajnem programu različna kakovostna, učinkovita in trpežna tesnila številnih svetovnih proizvajalcev. Tesnila iz njihove ponudbe so odporna na zelo visoke tlake in temperature. Na voljo imajo tudi tesnila za hidravlične črpalke. Kupec mora biti pri izbiri medprirobničnih tesnil pozoren na oznake, ki jih ima posamezno tesnilo (DN 100, DN 40, DN 80, DN 250 ipd.). Oznake so povezane z notranjim premerom cevi (v mm). Tako na primer DN 100 pomeni, da se tesnilo prilega cevi z notranjim premerom 100 mm.

Poleg tesnil za hidravliko pa je mogoče na spletni strani podjetja S3C izbirati tudi tesnilno maso in tesnilni trak, ki sta primerna tako za tesnjenje togih kot gibljivih cevi za vodo in hidravličnih cevi. Še posebej kakovosten je tesnilni trak Loctite, ki se v hipu oprime izbrane površine in učinkovito prepre-

či uhajanje tekočine. Uporabiti pa ga je mogoče tudi za druge namene, kot na primer za izolacijo kablov.

Prav tako kakovostna in učinkovita je tudi tesnilna masa, ki jo odlikujeta izvrsten oprijem in optimalna zaščita pred uhajanjem tekočine.

Na spletni strani www.s3c.si je mogoče izbirati še drugo opremo za hidravliko, ki je kakovostna in po konkurenčnih cenah, dobavni roki pa so kratki. Dostop do spletne strani uredite z registracijo, za podporo pa pokličite: 01 423 22 22.

Vir:

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



SENZOR KAKOVOSTI ZRAKA VOC

V zraku se poleg dušika in kisika pojavljajo še številni plini, para, prašni delci, virusi, bakterije, hlapi itd. Povečan delež CO₂, vlage in drugih delcev v zraku vpliva na počutje človeka in s tem na njegovo učinkovitost. Za svoje učinkovito delovanje človek potrebuje dotok svežega zraka v prostor.



Slika 1: Senzor AERASGARD RCO2AS NT ST CO₂



Slika 2: Senzor z zaslonskim prikazovalnikom in mehansko nastavitvijo

Za zaznavanje kakovosti zraka v prostorih se uporabljajo različni senzori, ki merijo temperaturo, vlago, delež ogljikovega dioksida in druge parametre. Senzorji se vključijo v sistem prezračevanja, klimatske naprave in sušilnike zraka.

Namizna izvedba senzorja kakovosti zraka VOC (Volatile Organic Compounds - vsebnost organskih komponent v zraku) lahko meri temperaturo, vlago in CO₂. Namenjena je za učilnice in predavalnice (slika 1). Model RLQ-W za pisarno/prostor ima izhod 0-10 V, preklopni rele kontakt, merjenje kakovosti zraka VOC v območju 0-100 % (pri 60-80% se priporoča zračenje).

Osnovni RLQ-W se montira na steno in LED-indikatorji pokažejo, kdaj je kakovost zraka normalna, kdaj se priporoča in kdaj je zračenje obvezno.

Druge izvedbe VOC so nadometni robustni senzori za industrijo s prikazovalnikom in za prezračevalne cevovode.

Vsi senzori kakovosti zraka se lahko povežejo v krmilje za nadzor temperature, vlage, CO₂, VOC - kakovost zraka v ppm), ki je koristna informacija za avtomatizacijo v prezračevanju, v klimatskih in sušilnih sistemih.

Izhodne signale senzorja lahko obdelujemo za zajemanje podatkov na različnih krmilnikih s preklopnikom 0-10 V / 4-20 mA, stikalni NO/NC-kontakt do obremenitev 24V/1 A za vklop ventilatorja preko releja.

Območje meritev: VOC 0...100 %, ogljikov dioksid CO₂ 0...2000ppm, 0...5000 ppm.

S pomočjo senzorja VOC bo zrak v prostorih svež in bo pripomogel k zdravemu in prijetnemu bivalnemu ter delovnemu okolju.

Vir:

FBS elektronik d. o. o. Prešernova 8, 3320 Velenje, tel. +386 3 8983 702, e-pošta: peter.meh@fbslektronik.com, internet: www.fbslektronik.com

PRECIZNI LINEARNI AKTUATORJI THOMSON LINEAR SERIJE T

Zapletenim namestitvam, hrupu, visokim stroškom in drugim pomanjkljivostim, ki so običajno povezane s hidravličnimi aktuatorji, se uporabnik lahko izogne z izbiro električnih pogonov THOMSON LINEAR. Prehod ni le preprost, ampak prinaša tudi druge prednosti pri zasnovi strojev.



Električni aktuator THOMSON LINEAR

Linearni pogoni THOMSON LINEAR serije T imajo številne značilnosti, zaradi katerih so bili hidravlični in pnevmatski cilindri priljubljeni: so čistejši, enostavnejši in imajo energetsko učinkovitejši prenos moči. Na voljo so v treh velikostih in združujejo vzdržljivost, zmogljivost in enostavno uporabo z veliko izbiro tovarniško izdelanih možnosti in dodatkov.

Ključne lastnosti serije T v primerjavi z alternativnimi rešitvami:

- ▶ enostavna namestitev,
- ▶ lažja integracija s sodobnimi krmilniki,
- ▶ večja natančnost,

- ▶ nižji stroški energije,
- ▶ manj vzdrževanja,
- ▶ manj hrupa,
- ▶ zagotavljanje čistejšega, bolj zdravega in varnejšega delovnega okolja,
- ▶ zasnovana za velike hitrosti (do 3 m/s), neprekinjeno delovanje (100-odstotni delovni cikel) in velike sile (do 60 kN),
- ▶ stopnja zaščite IP65 kot standard in možnost zaščite pred izpiranjem S1 za težka okolja,
- ▶ z uporabo kompleta adapterjev za montažo motorja Thomson RediMount™ (na voljo kot standard) mogoča namestitvev na skoraj vse vrste motorjev.

Primeri uporabe:

- ▶ strega materiala (AGV, dvigala),
- ▶ oblikovanje pločevine,
- ▶ obdelovalni stroji,
- ▶ simulatorji.

Thomson Industries, Inc., izdeluje komponente za linearno gibanje in ponuja popoln izbor pametnih električnih linearnih pogonov, ki ustrezajo zahtevam najrazličnejših aplikacij. Za več podrobnosti obiščite www.thomsonlinear.com/smart.

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



NOVA KNJIGA

ARDUINO 2



<https://svet-el.si>

Začetni koraki
in praktični
Arduino
projekti
za vsakogar!

NAJVEČJE PRIJEMALO V SERIJI piSOFTGRIP®

Podjetje INOTEH predstavlja novo, največje prijemalo proizvajalca PIAB – piSOFTGRIP® 100-4, ki je bilo razvito predvsem za avtomatizacijo v prehrabni industriji. Prijemalo je zasnovano tako, da enostavno prijema predmete nenavadnih oblik in občutljive predmete ter odstranjuje brizgane izdelke.

Prijemalo piSOFTGRIP® 100-4 ima štiri prste, z nastavitvijo nivoja vakuuma pa dopušča, da drži predmete, ki merijo v širino do 100 mm. Kot vsi izdelki iz družine piSOFTGRIP® je to prijemalo narejeno v enem kosu, zato je enostavno in toga hkrati. Izdelano je iz posebnega silikona, ki je primeren za neposreden stik s hrano. Vakuumsko prijemalo se lahko uporablja za avtomatizacijo priprave vseh vrst sveže, nepakirane in občutljive hrane brez nevarnosti, da se ta poškoduje.

Vakuumska prijemala piSOFTGRIP® so odlična, stroškovno učinkovita in robustna rešitev za občutljive in krhke predmete. Imajo zelo majhen odtis, zato so idealna za različne aplikacije tudi pri strojih z omejenim prostorom. Vakuumska prijemala piSOFTGRIP® so enostavna za nadzor in namestitvev. Ne zahtevajo posebnega programiranja. Za zagotovitev pravilne sile prijemanja ter za nežno in varno prijemanje občutljivih predmetov se nivo vakuuma lahko enostavno nastavi.

Uporabniku prijazno vakuumsko prijemalo piSOFTGRIP® je mogoče enostavno integrirati v avtomatiziran proces, zagotavlja kakovost prijemanih predmetov in povečuje produktivnost. Prijemala je mogoče enostavno očistiti.

Prijemalo piSOFTGRIP® 100-4 je največja verzija iz te serije prijemal. Serija zajema še triprstno prijemala piSOFTGRIP® 50-3 in 30-3 za manjše sadje in praline kot tudi dvoprstno verzijo piSOFTGRIP® 50-



Slika 1: Vakuumsko prijemalo piSOFTGRIP®

2, ki je prava rešitev za manjše, občutljive podolgovate predmete, kot so vafliji ali kosi rib.

Glavne prednosti prijemal piSOFTGRIP® so:

- ▶ cenovno učinkovita rešitev za občutljive predmete in predmete nenavadnih oblik,
- ▶ silikonski material prijemal omogoča uporabo v okoljih z visokimi in nizkimi temperaturami,
- ▶ enostavna instalacija brez programiranja,
- ▶ enostavno čiščenje,
- ▶ so neobčutljiva za prah.

Več informacij o vakuumskih prijemalih PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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

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

VENTILSKI OTOKI SERIJE D

Serija D so novi ventilski otoki, ki lahko zagotovijo optimalno produktivnost in prilagodljivost uporabi v mnogih sistemih industrijske avtomatizacije.



Zaradi modularnih enojnih podstavkov z enostavnim sistemom priključnega ventila in z zmanjšanimi dimenzijami je ventilski otok Serije D idealna rešitev za vse industrijske aplikacije, ki zahtevajo hitro in enostavno namestitev pnevmatskih funkcij v omejenih prostorih.

Ventilski otok Serije D je mogoče priključiti na glavne Fieldbus protokole preko serijskega modula. Ta kombinacija omogoči enostavno integracijo pnevmatskih in električnih funkcij v najnaprednejše sisteme za av-

tomatizacijo, saj se lahko poveča število krmiljenih ventilov in medsebojnih povezav analognih in digitalnih I/O-modulov v enem omrežnem vozlišču. Ventilski otok serije D je opremljen tudi s tehnologijo Coil-Vision, ki lahko spremlja in napove obrabo in status izkoristka nekaterih delov elektromagnetnih ventilov.

Lastnosti:

- ▶ kompaktna izvedba,
- ▶ individualen, modularen, podnožja iz tehničnega polimera,
- ▶ fleksibilnost v povezavi različnih I/O-modulov,
- ▶ integrirana diagnostika in napovedovanje obnašanja,
- ▶ razpoložljivi protokoli:
 - ▶ PROFIBUS-DP, CANopen,
 - ▶ EtherNet/IP, PROFINET,
 - ▶ EtherCAT, IO-povezava.

Vir:

KOVIMEX d. o. o., Podskrajnik 60, 1380 Cerknica, Tel.: +386 (0)1 70 96 430, E-pošta: kovimex@kovimex.si, internet: www.kovimex.si, g. Miha Žnidarič

Postani razvojni potencial družbe!



Študiraj STROJNIŠTVO na FINI Novo mesto!



DODIPLOMSKI in PODIPLOMSKI ŠTUDIJ

IZREDNI ŠTUDIJ

PROGRAMI:

- Inženiring in vozila (VS)
- Inženiring in vozila (UN)
- Inženiring in avtomobilska industrija (MAG)
- Inženiring in avtomobilska industrija (DR)

www.fini-unm.si

NOVA IZJEMNO KOMPAKTNA IN ZMOGLJIVA SERIJA ČITALNIKOV KODE – OMRON V440-F Z VISOKO LOČLJIVOSTJO 5MPix IN Z ZAJEMOM SLIKE DO HITROSTI 35 FPS

Kompaktna serija V440-F zagotavlja visoko natančnost in prilagodljivost konfiguracije s kombinacijo naprednih algoritmov OMRON MICROSCAN SYSTEMS in tehnologij kamernih sistemov OMRON SENTECH. Obe podjetji sta se leta 2017 združili v skupino OMRON.



V440-F je čitalnik kod z visoko ločljivostjo 5Mpix in široko izbiro vidnega polja, saj omogoča konfiguracijo objektivov tipa C-mount: širokokotnih, objektivov za dolge razdalje, makro- in telecentričnih objektivov.

Zaradi širokega vidnega polja lahko čitalnik odčita na desetine majhnih kod na več izdelkih hkrati. Ta zelo prilagodljiv in kompakten čitalnik kod je mogoče konfigurirati za branje na daljše razdalje, na širokem območju z več izdelki ali na območjih, ki se premikajo z veliko hitrostjo.

Zaradi teh konfiguracijskih možnosti je idealna izbira za sledljivost v celotni proizvodnji, pri pakira-

nju izdelkov, pri aplikacijah visokih hitrosti, logistiki, montaži ali v aplikacijah, kjer je čitalnik zunaj delovnega območja stroja.

Prednosti:

- ▶ izboljšana funkcionalnost WebLink 3.0, vključno z matričnim načinom in konfiguracijo baze podatkov,
- ▶ 5 Mpix senzor z globalno zaslonko,
- ▶ hitrost zajema slike 35 FPS,
- ▶ višji FPS z uporabo združevanja slikovnih pik in izbiro območja iskanja (ROI),
- ▶ združljivost z objektivom tipa »C-mount«,
- ▶ združljivost z zunanjo osvetlitvijo,
- ▶ stopnja zaščite IP40,
- ▶ podpora za digitalni I/O, RS-232, Ethernet TCP/IP, EtherNet/IP™ in PROFINET komunikaciji,
- ▶ napajanje preko Ethernet (PoE) ali direktno 24 V,
- ▶ dekodiranje: 1D, 2D in DPM.

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



REVILJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO
VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 26

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana
Tel.: 01/ 4771 704
Faks: 01/ 4771 772
E-pošta: ventil@fs.uni-lj.si
Internet: www.revija-ventil.si

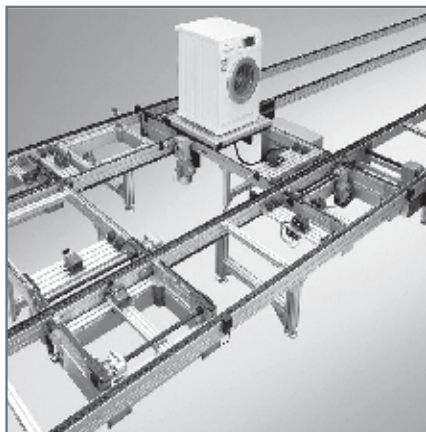
Rexroth

ORGATEX®

LEANPRODUCTS®



BOSCH



OPL

automation

OPL avtomatizacija, d.o.o.
Dobrave 2
SI-1236 Trzin, Slovenija

Tel. +386 (0) 1 560 22 40
Tel. +386 (0) 1 560 22 41
Mobil. +386 (0) 41 667 999
E-mail: info@opl.si
www.opl.si

SMC-JEVA PROCESNA ČRPALKA SERIJE PA5000, ODPORNA NA ABRAZIJO IN KOROZIJO

SMC je razvil novo polipropilensko procesno črpalko, ki je kos najbolj zahtevnim procesnim pogojem. S tem omogoča nemotene proizvodne procese, kar zagotavlja energetske in stroškovne prihranke.



Vrhunska abrazijska odpornost SMC-jeve procesne črpalke serije PA5000 zagotavlja dolgo življenjsko dobo – vsaj 50 milijonov ciklov!

Zaradi polipropilenskega ohišja ni odporna le na abrazijo, ampak je tudi korozijsko odporna na različne medije, kot so voda, kislina in bazični mediji. Pri svojem delovanju črpalka serije PA5000 porabi do 53 % manj komprimiranega zraka in s tem omogoča znaten prihranek energije.

Kljub svoji kompaktnosti in majhni teži dosega visoke pretoke medijev, kar jo naredi fleksibilno in zanesljivo.

Pametna zasnova brez premikajočih se delov v stiku z mediji zmanjša generacijo delcev med delovanjem in obenem omogoča enostavno čiščenje ter hitro vzdrževanje. Zaradi teh lastnosti lahko njeni uporabniki prihranijo tako čas kot denar.

Pri SMC stremimo k stalnemu izboljševanju naših rešitev, katerih zmogljivosti so še boljše in še bolj zanesljive. Nova procesna črpalka je pravi pokazatelj tega – je vzdržljiva, robustna, obenem pa ponuja dolgotrajno učinkovitost in fleksibilnost v zahtevnih obratovalnih pogojih.

Črpalka PA5000 je prilagodljiva in primerna za uporabo v več industrijskih panogah, kot je na primer obdelava odpadnih voda, papirna, kemijska, polprevodniška in tiskarska industrija. Primerna je tudi za uporabo v aplikacijah z barvami in laki ter v napravah za strojno obdelavo.

Za več informacij o procesnih črpalkah in ostalih izdelkih obiščite spletno stran: www.smc.si.

Vir:

SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: +386 073 885 443, faks: +386 7 3885 415, internet: www.smc.si, www.smc.eu, e-pošta: d.matoh@smc.si



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



E-pošta

LJ: info@podjetje-trg.si
MB: trg-mb@podjetje-trg.si



Telefon

LJ: 01 500 14 40
MB: 02 320 20 00

Lokacije

LJ: Celovška cesta 150, 1000 Ljubljana
MB: Tržaška cesta 65, 2000 Maribor



PNEVMATIKA



OBIŠČITE NAŠO NOVO SPLETNO TRGOVINO PNEVMATIKE
WWW.HPC-TRG.SI

VSEM NOVIM ČLANOM
20% POPUST



HIDRAVLIKA



CEVNA TEHNIKA



NOVA IGUSOVA ENERGIJSKA VERIGA E4Q

Matic Butja

Nova serija energijskih oziroma kabelskih verig E4Q je bila razvita zato, da nudi najboljšo možno rešitev za nepodprte in dolge hode. Serija E4Q je nadgradnja standardne in skozi leta preverjene energijske verige E4.1. Ima dolgo življenjsko dobo in visoko stopnjo modularnosti. Zaradi zasnove ima zelo majhno maso, edinstven koncept odpiranja brez orodja pa skrajša čas namestitve do 40 odstotkov.



Slika 1 : Nova zasnova e-verige E4Q

Kot že mnogokrat v zadnjih letih Igus znova dokazuje, kako lahko napredno in inovativno oblikovanje uporabniku prinese konkretne koristi. To velja tudi za energijsko verigo serije E4Q. »Za optimizacijo materiala in s tem mase energijske verige so naši razvijalci našli navdih v naravnih oblikah,« pojasnjuje Michael Blaß, vodja oddelka za sisteme e-verig pri Igusu. Takšna optimizacija zmanjša maso in potrebno silo za vlek kabelske verige. Seriji zagotavlja tudi večjo trdnost in stabilnost proti starejši sestri. Členi e-verige imajo tudi popolnoma nov koncept prečk z zaklepom, kar poenostavi in pohitri polnjenje verige in samo montažo.

Glavne značilnosti E4Q:

- ▶ **10 % manjša masa v primerjavi z E4.1.** Nove ugotovitve so omogočile, da je material izpuščen tam, kjer dejansko nima nobene funkcije glede na obremenitev e-verige. Ta pristop je bil uporabljen na notranji oz. zaprti kot tudi na zunanji strani člena verige. Za oblikovanje so bile uporabljene zaobljene oblike, ki so jih inženirji našli kar v naravi.
- ▶ **Daljša življenjska doba verige E4Q.** Zaradi manjše mase je obraba drsnih površin pri dolgih

hodih manjša.

- ▶ **20 % večja stabilnost v primerjavi z E4.1.** Dve navpični in dve vodoravni zapori radija na notranji stranici člena zagotavljata večjo togost e-verige E4Q, kar omogoča daljšo nepodprto dolžino in večjo maso polnjenja.
- ▶ **40 % hitreše polnjenje kot pri seriji E4.1.** E-veriga in e-cev se odpreta in zapreta brez kakršnega koli orodja, kar skrajša čas polnitve in montaže e-verige.
- ▶ **100 % večja izvlečna trdnost prečk.** Nov koncept prečk omogoča, da se v stranskem delu zaklenejo s posebnim zaklepom. Zaklepi zagotavljajo, da se e-verige odprejo in zaprejo v nekaj sekundah, in to popolnoma brez orodja.
- ▶ **Dodatno dušenje hrupa.** Serija e-verig E4Q je 17 dB (A) tišja. Dušilci zvoka so na voljo tudi kot dodatna oprema in se lahko vgradijo naknadno.



Slika 2 : Sestavljanje e-verige E4Q: polica (1), vmesna stena z zaklepi (2), enostavno odstranljiva prečka (3)

Matic Butja, Hennlich, d. o. o., Kranj



Slika 3 : Nagrada za oblikovanje German Design Award



Slika 4 : Spletni konfigurator za sestavljanje e-verig in kablov

Notranja delitev

Da bi verigo E4Q lahko še hitreje in enostavneje napolnili s kablji, je Igus GmbH v sodelovanju s svojimi strankami razvil nov izbor notranjih delitev (slika 2). Izbor je sestavljen iz univerzalnih vmesnih sten in polic z zaklepi. Vmesne stene imajo odprtine za vstavljanje polic. Pri sestavljanju notranje delitve je treba vmesne stene najprej namestiti na prečke in nato police z obeh strani potisniti v zeleni nivo. Integrirani drsnik omogoča, da se police zaklenejo in ostanejo varno na svojem mestu tudi med visokimi pospeški. Tudi če je monter pozabil zavarovati polico, to ni težava. Kajti, ko je polica vstavljena, se zaklep samodejno aktivira. Notranje delitve energijske verige se lahko tudi spremenijo tako, da se preprosto odpre prečka vzdolž notranje ali zunanje strani, odvisno od dostopnosti. Polica se odklene s stranskim drsnikom in izvleče.

Nagrada German Design Award za inovativne oblikovalske trende

Prednosti nove serije E4Q je prepoznala tudi mednarodna žirija nemške nagrade za dizajn, ki je e-

-verigo nagradila v kategoriji Odlično oblikovanje izdelkov.


Nagrada za oblikovanje je mednarodna nagrada nemškega sveta za oblikovanje. Njihov cilj je odkriti, predstaviti in podeliti nagrade za edinstvene oblikovalske trende. Letos je bilo prijavljenih 5.000 izdelkov oz. projektov iz 60 držav.

Konfigurator in 36-mesečna garancija

Nova serija E4Q je že na voljo v Igusovem konfiguratorju kabljskih verig, kjer lahko hitro in preprosto določite ustrezno verigo za svojo aplikacijo. Konfigurator vam prav tako omogoča vstavitve poljubnih kablov in določitev najprimernejše notranje delitve.

Kot pri vseh ostalih energijskih verigah tako tudi pri seriji E4Q Igus ponuja edinstveno garancijo, saj ta traja do 36 mesecev.


Vir:
interno gradivo podjetja Igus GmbH




Visoko fleksibilni kablji

do 36 mesecev garancije

- fleksibilni in torzijsko odporni kablji s konektorji ali brez
- ethernet, optika, signalni, krmilni, servo, ...
- brez stroškov rezanja



HENNLICH
Pokličite nas:
041 386 035



www.hennlich.si

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

SERIJA INDUKTIVNIH STIKAL OMRON E2EW V KOVINSKEM OHIŠJU

Induktivna stikala, ki so se do sedaj uporabljala pri zaznavanju aluminijastih obdelovancev, so omogočala zelo kratke razdalje zaznavanja, saj je razdalja zaznavanja pri aluminiju krajša kot pri železu. Zaradi omenjenega je bila potrebna večja natančnost pri namestitvi induktivnega stikala. To je zelo otežilo načrtovanje vgradnje, zagon, delovanje ter vzdrževanje strojev in proizvodnih linij.



Slika 1: Induktivna stikala E2EW v kovinskem ohišju



Slika 2: Enaka razdalja zaznavanja za železo in aluminij

Serijska induktivnih stikal E2EW v kovinskem ohišju omogoča kar dvakrat večjo razdaljo zaznavanja od prejšnjih modelov pri železu in kar šestkrat večjo razdaljo pri zaznavanju aluminija.

Serijska induktivnih stikal E2EW

Induktivna stikala E2EW so na voljo v velikostih M12, M18 in M30, kar omogoča zaznavanje železa ali aluminija na razdalji od 2 mm do 22 mm.

Velik nabor opcij omogoča izbiro induktivnega stikala, ki popolnoma ustreza naši aplikaciji in pogojem delovanja.

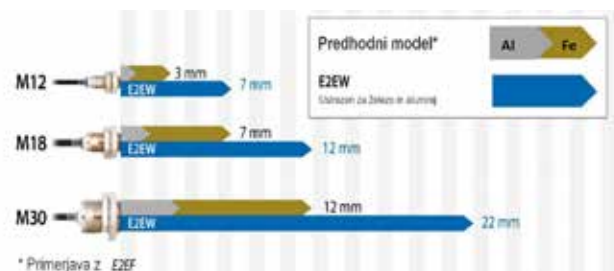
Lahko izberemo izhod PNP, NPN ali IO-Link, induktivno stikalo pa priključimo s priključkom (konektorjem) M12 ali s kabelsko povezavo.

Če bo induktivno stikalo vgrajeno v območju, kjer lahko pride do mehanskih poškodb zaradi varjenja, izberemo induktivno stikalo, ki je dodatno zaščiteno s premazom, ki ga učinkovito ščiti pred tovrstnimi poškodbami.

Lastnosti:

- ▶ Enaka razdalja zaznavanja za železo in aluminij
 - ▶ omogoča lažje načrtovanje strojev/linij, kjer so obdelovanci iz železa ali aluminija.

- ▶ Velika razdalja zaznavanja
 - ▶ približno dvakrat večja razdalja zaznavanja v primerjavi s prejšnjimi modeli omogoča učinkovito zaznavanje objekta.



Slika 3: Primerjava razdalje zaznavanja E2EW in E2EF za železo in aluminij

- ▶ Robustno kovinsko ohišje
 - ▶ kovinsko ohišje, odporno na udarce, nudi učinkovito zaščito in preprečuje mehansko poškodbo induktivnega stikala;
 - ▶ odporno ohišje zmanjšuje obrabo induktivnega stikala in tako podaljšuje njegovo življenjsko dobo;

- ▶ velika odpornost na mehanske poškodbe, ki lahko nastanejo pri varjenju.
- ▶ Priklop IO-Link
 - ▶ zajem informacije o spremembi in zanesljivosti zaznavanja ter zajem informacije o trenutni temperaturi, ki ji je izpostavljeno induktivno stikalo, omogoča zgodnje odkrivanje napak med delovanjem
- ▶ Velika odpornost na magnetna polja, ki nastanejo pri varjenju.
- ▶ Svetlobna indikacija o stanju delovanja induktivnega stikala.
- ▶ Podatek o razdalji zaznavanja na čelni strani stikala poenostavi vzdrževanje in zmanjšuje verjetnost napake pri zamenjavi induktivnega stikala.

Prednosti

Zaradi večje razdalje zaznavanja, ki jo omogoča serija E2EW, so omenjena induktivna stikala idealna izbira povsod tam, kjer potrebujemo zanesljivo, stabilno in natančno zaznavanje. Odlikujejo jih sledeče karakteristike:

- ▶ *Izboljšana zanesljivost:* večja razdalja zaznavanja omogoča konstantno in zanesljivo zaznavanje v primeru vibracij ali udarcev.
- ▶ *Izboljšana funkcionalnost in prilagodljivost:* induktivna stikala E2EW uspešno zaznajo barvne kovine na isti razdalji kot železo, kar zmanjšuje možnost napak, ko se namesto železa uporabljajo druge kovine, kot je npr. aluminij.
- ▶ *Izboljšana stabilnost delovanja:* serija E2EW je imuna na magnetno polje, zato ohrani stabilno delovanje tudi ob prisotnosti magnetnih polj, ki nastanejo pri varjenju.
- ▶ *Daljša življenjska doba:* dodatni premaz uspešno varuje induktivno stikalo pred mehanskimi poškodbami, ki bi nastale, če je stikalo izpostavljeno varilnemu obloku. Življenjska doba je

tudi do 60-krat daljša kot pri običajnem induktivnem stikalu.

- ▶ *Enostavna vgradnja in konfiguracija:* IO-Link omogoča enostavno konfiguracijo induktivnega stikala, spremljanje delovanja ter lažje planiranje vzdrževalnih terminov.

Uporaba

- ▶ avtomobilska industrija,
- ▶ strojna industrija,
- ▶ področja s težjimi pogoji delovanja (vibracije, udarci),
- ▶ stroji in linije za varjenje.

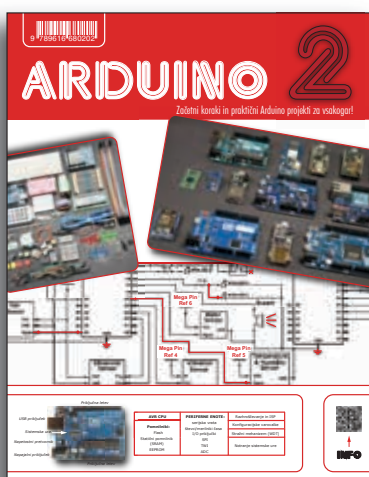
<https://www.youtube.com/watch?v=fRMs3AZ7Zb>



<https://www.youtube.com/watch?v=fRMs3AZ7ZbM>

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



NOVA KNJIGA

ARDUINO 2



Začetni koraki
in praktični
Arduino
projekti
za vsakogar!

<https://svet-el.si>

HLAJENJE PROCESNE VODE V INDUSTRIJI S HLADILNIMI STOLPI

Hladilni stolpi so posebna izvedba hladilnikov vode, kjer zunanji zrak hladi vodo ali mešanico vode in glikola s prenosom toplote na zrak in z izhlapevanjem. Delujejo na način, ki ne potrebuje hladilnega plina in za hlajenje izkoristi zunanji zrak, ki je zastoj in ga je v izobilju.

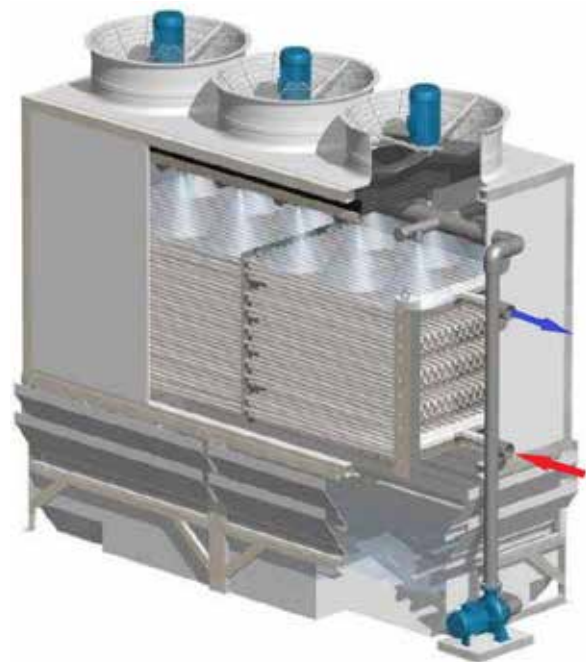
Glede na princip delovanja obstajajo hladilni stolpi odprtega in hladilni stolpi zaprtega tipa.

Hladilni stolpi odprtega tipa

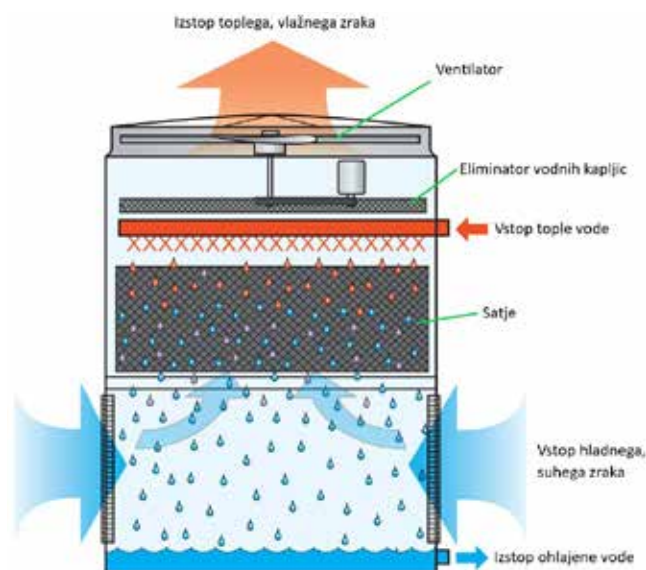
Topla voda doteka v hladilni stolp in se po šobah na vrhu stolpa razprši po satju (slika 1). Tu se voda porazdeli in ima največjo možno površino izpostavljeno zraku. Ventilator, ki je običajno na vrhu hladilnega stolpa, vleče zrak iz rež na spodnjem delu in ustvarja tok zraka preko satja. Ta zrak odvzema toploto vodi s prenosom toplote in z izhlapevanjem. Pred ventilatorjem je postavljen še eliminator vodnih kapljic, ki ujame kapljice v toku zraka in zmanjša porabo vode. Ohlajena voda pade v bazen na dnu hladilnega stolpa, od tam jo črpalka pošlje nazaj v napravo, ki se hladi in cikel se ponavlja.

Hladilni stolpi zaprtega tipa

Pri zaprtem tipu pa je hladilni medij (voda ali voda, mešana z glikolom), ki ga je treba hladiti, ločen od zunanjega zraka in vode sekundarnega kroga, ki jo uporablja hladilni stolp. Hladilni medij kroži po zaprtih ceveh, na katere šobe pršijo vodo iz sekun-



Slika 2 : Zaprti tip hladilnega stolpa



Slika 1 : Princip delovanja odprtega tipa hladilnega stolpa

darne kroga, ki potem pade v bazen in jo od tam črpalka pošlje nazaj do šob. Ta tip hladilnega stolpa se izbere, kadar se zaradi higienskih ali drugih razlogov ne želi, da hladilni medij pride v stik z okoljem. Pri zaprtih vodnih stolpih se ob dovolj nizki temperaturi lahko pršenje vode tudi izklopi in se hladilni medij v ceveh hladi samo s pretokom zraka – princip dry-cooling.

Čeprav se uporablja hlajenje z zunanjim zrakom, proces izhlapevanja pri obeh vrstah hladilnih stolpov omogoča, da se voda ohladi tudi pod zunanjo temperaturo zraka. Izhlapevanje je pojav, ko del vode preide iz tekočega v plinasto stanje tudi pod temperaturo vrelišča. Za spremembo agregatnega stanja iz tekočega v plinasto je potrebna določena količina toplote, ki jo proces vzame iz vode in jo posledično ohladi.

Prednosti hladilnih stolpov

Glavna prednost hladilnih vodnih stolpov v primerjavi s klasičnimi hladilniki s plinskim krogom in kompresorjem so manjši stroški zaradi preprostejšega principa delovanja. Za delovanje ni potreben kompresor ali hladilni plin, ampak samo ventilator, kar zmanjša stroške pri nakupu, porabi elektrike in vzdrževanju. Za isto hladilno moč hladilni stolpi običajno porabijo manj energije, kar se še posebej pozna pri večjih sistemih, kjer je strošek električne energije visok. Ker za delovanje ne uporabljajo plina, so bolj ekološki in ni potrebna zakonsko določena kontrola o uhajanju plina na vsakih 3 do 12 mesecev kot pri nekaterih klasičnih hladilnikih z večjo količino plina. Hladilni stolpi imajo običajno manjšo tlorisno površino in zavzamejo manj prostora. Konstrukcija hladilnih stolpov omogoča dostop do vseh komponent pri vzdrževanju.

Najpogostejša področja uporabe hladilnih stolpov:

- ▶ proizvodnja plastike in gume,
- ▶ toplotna obdelava kovin,
- ▶ nakupovalni centri v kombinaciji z vodno hlajenimi hladilniki,
- ▶ klimatizacija stavb pri določenih temperaturnih pogojih,



Slika 3 : Primer hladilnega stolpa

- ▶ jedrske elektrarne in termoelektrarne.
- ▶ rafinerije nafte.

Tako vodni stolpi kot klasični hladilniki imajo svoje prednosti in slabosti, zato je izbira enega ali drugega odvisna od industrije in specifičnih zahtev. Na primer: vodni stolpi so cenejši tako pri nakupu kot vzdrževanju, medtem ko so klasični hladilniki precej bolj neodvisni od zunanjih razmer.

Zaradi številnih vplivnih veličin in posebnih zahtev uporabnikov je pri izbiri priporočljiv posvet z izkušnjimi tehnikami podjetja OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana.

www.omega-air.si



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





<p>TLAČNA OBMOČJA</p> <p>16 bar 50 bar 100 bar 250 bar 420 bar</p>	<p>TIPI FILTROV</p> <p>Predfiltri Mikrofiltri Filtri z aktivnim ogljem Procesni filtri Sterilni filtri</p>	<p>TOČKE ROSIŠČA</p> <p>+3°C -25°C -40°C -70°C</p>	<p>MEDIJI</p> <p>Stisnjen zrak N₂, O₂ Naravni plin CO₂, H₂, He</p>
---	---	---	---









PREMIČNI HIDRAVLIČNI AGREGAT

Premični hidravlični agregat (IMP-PHA) je izdelek podjetja IMP-Automatika in je namenjen za preskušanje hidravličnih komponent in sistemov v laboratorijih kakor tudi za testiranje hidravlične opreme na terenu.

Hidravlični agregat je bil razvit za naslednje namene:

- ▶ preskušanje hidravličnih komponent,
- ▶ testiranje delovanja hidravličnih naprav na terenu,
- ▶ pomoč pri odpravljanju napak na stabilnih hidravličnih sistemih,
- ▶ zbiranje podatkov o delovanju v času delovanja postrojenj,
- ▶ preverjanje delovanja delov postrojenj, preden so v celoti v pogonu,
- ▶ modularno povečanje kapacitete in nadgradnja hidravličnih agregatov.

Osnovni podatki:

Napajanje: 3 x 380 [V] AC

Moč: $P_n = 4$ [kW]

Tlak: $p_n = 20 \div 280$ [bar]

Pretok: $Q_N = 0 \div 40$ [L/min]

Volumen: $V_N = 145$ [L]

Olje: HV 46

Filter: 3 [μ m]

Masa: 400 [kg]

Dimenzije: D x Š x V = 1,2 x 0,85 x 1,5 [m]

Premični hidravlični agregat sestavljajo (slika 1):

- ▶ kovinski voziček (110 x 80 [cm]), na katerega je pritrjen kovinski zbiralnik za zbiranje olja, ki morebiti nenadzorovano izteče pri priključevanju hidravličnih komponent na agregat,
- ▶ rezervoar za hidravlično olje v izmerah 70 x 60 x 50 [cm],
- ▶ elektromotor 4[kW],
- ▶ črpalka s spremenljivim pretokom od 0 do 40 l/min,
- ▶ električna omarica.

Rezervoar je znotraj zaščiten s posebnim cinkovim prahom, ki je odporen na hidravlično olje, visoke temperature in mehanske poškodbe. Na pokrovu rezervoarja so nalivni lijak z zapiralom, merilnik nivoja, termometer, hidravlični blok z enoto za pripravo medija (varnostni in razbremenilni ventil) kot tudi krmilni ventili (NO6, NO10, ...).

Na bočni strani rezervoarja se nahajajo: steklo za prikaz nivoja, električni grelec (370 W), povratni filter, čep in krogelna pipa za izpuščanje olja.

Črpalka s spremenljivim pretokom omogoča oskrbo katerega koli ali večjega števila porabnikov hidravličnega olja v območju od 0 do 40 l/min. Mogoča je tudi vgradnja dodatnega elektromotorja z



Slika 1 : Premični hidravlični agregat (IMP-PHA)

dvojnimi številom vrtljajev (2800 min⁻¹) za povečanje pretoka.

Z ročnim izbiranjem na ekranu, občutljivim na dotik, se v sistemu vzdržuje poljuben tlak v območju med 20 in 280 bar.

Hidravlični agregat IMP-PHA je mogoče enostavno ročno premikati od enega do drugega mesta uporabe in porabnika hidravličnega olja oskrbeti z zahtevano delovno veličino - p, Q, P.

S premičnim agregatom je tako mogoče na kraju samem preveriti pravilnost delovanja posameznih delov sistema, kjer še niso zagotovljeni potrebni pogoji za delovanje celotnega sistema. Tako je na



Slika 2 : Priklučitev objekta testiranja na hidravlični agregat IMP-PHA

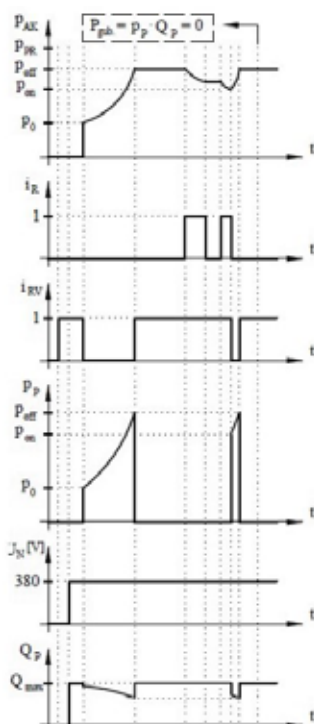
primer v hidroelektrarni, ko dovodni cevovod še ni napolnjen z vodo, mogoče preveriti delovanje tlačnih stikal ali tlačnih zaznaval s pomočjo ustreznega tlaka hidravličnega olja, ki ga zagotavlja IMP-PHA. Pri morebitnih problemih pri delovanju stabilnih hidravličnih agregatov, ki so del večjih objektov, se IMP-PHA priključi na določenem mestu na obstoječo inštalacijo, lahko neposredno na servomotor

oziroma hidromotor, lahko na poljuben potni ventil, za določen čas, da se poišče in odpravi napaka na postrojenju.

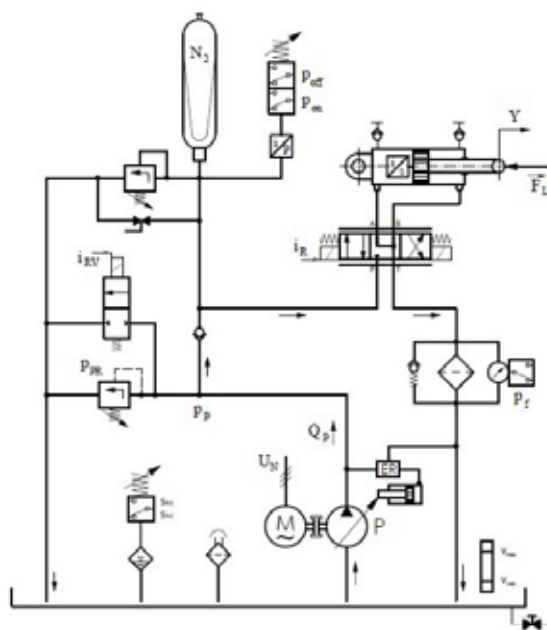
IMP-PHA je opremljen z mehanskim varnostnim ventilom, ki primarno varuje hidravlično inštalacijo pred preobremenitvijo. V hidravličnem agregatu je uporabljen sistem tesnjenja ERMETO, ki vzdrži delovni tlak do 250 bar. Hidravlični akumulator z volumnom 6 l, ki je del agregata, omogoča stabilen tlak v hidravličnem sistemu z minimalnim nihanjem tudi pri hitrih spremembah porabe olja pri porabnikih.

V splošnem je uporaba premičnega hidravličnega agregata IMP-PHA enostavna tako pri delu v laboratoriju kot na terenu v vseh pogojih delovanja. Lahko sledi vse pomembne veličine v hidravličnem sistemu. Povezati ga je mogoče z drugim rezervoarjem poljubnega volumna.

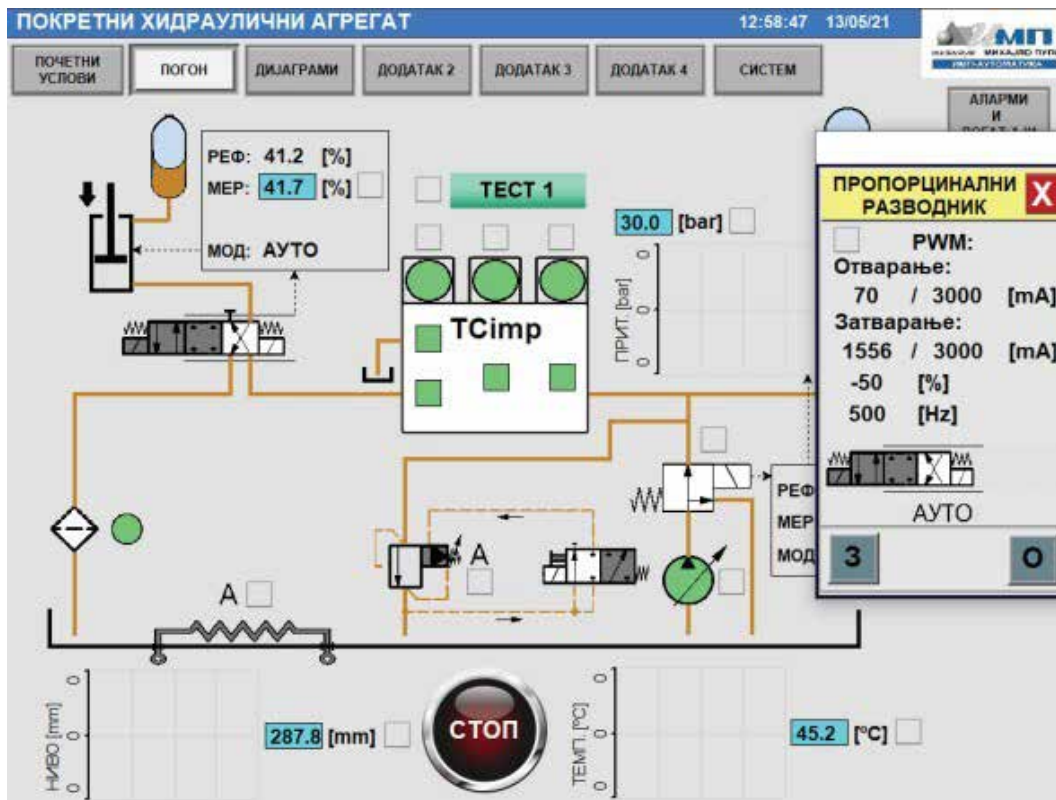
V omari IMP-PHA so vse komponente za električno napajanje, krmiljenje in nadzor delovanja agregata in za komunikacijo. Za preprečevanje nepravilne smeri rotacije črpalke je vgrajena naprava za zaščito nepravilnega zaporedja faz. Motorni pogon črpalke je zaščiten z motorno zaščitno sklopko spremenljivega toka preobremenitve 10 do 16 A in povratnim signalom iz kontaktorja. Na sami omari sta poleg ekrana, občutljivega na dotik, za upravljanje in nadzorovanje pogona dve vtičnici za napajanje zunanjih potrošnikov napetosti 220 V, AC in dva LAN-priključka za komunikacijo z notranjimi sostičnimi elektronskimi komponentami, izdelanimi v *Institutu Mihajlo Pupin*.



Сталян рад пумпе ПХА са хидр. акумулатором



Slika 3 : Vezje hidravličnega agregata IMP-PHA in diagrami stanja tlakov in pretoka



Slika 4 : Ekran na krmilni omarici in hidravlični prikaz hidravličnega krmilja

Sistem upravljanja in regulacije je zasnovan na piko Atlas®-RTL in ga sestavljajo:

- ▶ CPU-modul,
- ▶ DI - modul digitalnih vhodov,
- ▶ CO₂ - modul digitalnih izhodov,
- ▶ AI₄ - modul analognih vhodov,
- ▶ AOi - modul analognih izhodov.

Moduli zagotavljajo:

- ▶ 16 digitalnih vhodnih signalov,
- ▶ 8 digitalnih izhodnih signalov,
- ▶ 8 analognih vhodnih signalov od 0 do 20 mA,
- ▶ 2 analogna izhodna signala od 0 do 20 mA.

Sistem prav tako vključuje avtomatske digitalne pozicionerje ventilov Atlas dAPV-p in Atlas dAPV-s. Njihova osnovna naloga je krmiljenje hidravličnih servopogonov s proporcionalnimi oziroma impulznimi potnimi ventili. Proporcionalni potni ventili so krmiljeni s pulznim širinsko moduliranim signalom PWM, izhod na dAPV-p v frekvenčnem območju od 0 do 1500 Hz, z maksimalnim izhodnim tokom 4 A in tokovnim signalom mA, izhod na dAPV-s, pri tem se impulzni potni ventili krmilijo z digitalnimi signali z določenim časom trajanja.

Kaskadna struktura krmiljenja, ki zaključuje povratno krmilno verigo glede na položaj pilotnega ventila in hidravličnega servopogona, omogoča upravljanje kompleksnih hidravličnih sistemov, kot so to

v hidro- in termoelektrarnah. S tako konfiguracijo je mogoče sočasno upravljati tri neodvisne hidravlične servopogone.

Razen tega naprava Atlas dAPV-s lahko opravlja del funkcije turbinskega regulatorja pri hidravličnih in parnih turbinah: zagotavlja hitrejše in natančnejše krmiljenje izvršnih hidravličnih aktuatorjev v sistemu.

Ta naprava ima dva števec digitalnih vhodov z maksimalno frekvenco signala 10 Hz, ki prenašajo signale o hitrosti turbine. Naprava Atlas dAPV-p regulira tudi tlak olja v hidravličnem sistemu.

Vir:

PPT Commerce, d. o. o., Celovška cesta 334, 1210 Ljubljana - Šentvid, tel.: +386 (0)1 5142354, internet: www.ppt-commerce.si, www.pupin.rs, e-pošta: sava.ignjatovic@PPT-COMMERCE.SI; automatika@pupin.rs



PILOTKA BESSIE COLEMAN



Bessie Coleman je bila prva afroameriška pilotka, ki je ovrгла prevladujoče razmišljanje o manjvrednosti in rasni zapostavljenosti. Rodila se je 26. januarja 1892 v Atlanti.

Težave je imela že pri tem, da bi našla koga, ki bi jo naučil leteti. Odšla je v Evropo (1920) in se vključila v francoski tečaj letenja (letalska šola bratov Caudron v Le Crotoy). Kot pravi, je imela včasih težave z razumevanjem inštruktorja (francoščina).

Pilotsko licenco ji je kot prvi črnki podelila Fédération Aéronautique Internationale (Mednarodna letalska zveza). Septembra 1922 se je ponosno vrnila v ZDA. Ker pa je bilo na razpolago malo služb, se je ponovno vrnila v Evropo in trenirala različne letalske figure. Septembra 1922 je izvedla svojo prvo letalsko predstavo in dobila službo v Memphisu in Chicagu. Postala je znana kot Queen Bess ali Brave Bess, kar je izražala z dolgim plaščem, usnjenimi škornji in službenim

pasom Sama Browna. Dosegla je, da ni bilo več potrebno poudarjati njenega črnskega porekla. Javno se je zavzemala celo za letalsko šolo za Afroameričane.

Po letih potovanj in letenj z izposojenimi letali je zbrala dovolj denarja in si kupila letalo Curtiss JN-4, poimenovano Jenny. Z njim je izvajala letalske predstave. Ena od njih pa se je končala z resno poškodbo – z zlomljeno nogo. Na kraju nesreče je prosila zdravnika, da ji dovoli nadaljevati s programom. V naslednjih letih je dobivala vedno več sponzorjev, celo s padalom je skočila v eni od zračnih predstav. 30. aprila 1926 je njeno letalo strmoglavilo. Bessie Coleman je bila takoj mrtva. Časopisi so veliko pisali o Williamu Willsu, ki je tudi umrl v tej nesreči, veliko pa je bilo tudi grdih besed glede Bessie Coleman in njene smrti. Kljub vsemu pa so ustanovili letalsko šolo z njenim imenom. Upodobljena je bila tudi na znamki in vpisana v seznam National Aviation Hall of Fame (Nacionalni hram slave).

OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana 24, 71
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje 16, 28
- ▶ Fakulteta za industrijski inženiring, Novo mesto 64
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin 1, 80
- ▶ GORENJE, d.o.o., Velenje 39
- ▶ GIA-S. d. o. o., Grosuplje 1
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj 69
- ▶ ICM, d. o. o., Vojnik 11, 21
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija 28
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi 63
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana 30
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje 1, 59
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana 1
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana 1, 73
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin 1, 66
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto 1
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri 1, 2
- ▶ PODJETJE TRG, d. o. o., Ljubljana 67
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana 1, 4
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica 67, 79
- ▶ SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO, Ljubljana 28
- ▶ STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ 17
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana 23
- ▶ TECOS, Razvojni center orodjarstva Slovenije, Celje 20
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo 16, 19, 53, 65
- ▶ YASKAWA, d. o. o., Ribnica 25

© Ventil 28(2022)1. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
 © Ventil 28(2022)1. 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 1

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

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

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

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

Naklada: 1.000 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.

NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

Predstavitev strokovnih prispevkov
Strokovna razstava | Aktualna okrogla miza
Podelitev priznanja TARAS

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

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

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

Portorož, 6. in 7. junij 2022

www.forum-irt.si

Glavni pokrovitelji



Razvojna partnerja



Vsebinski partner



Nacionalna pokrovitelja



Pokrovitelji



Gremo digitalno. Zdaj!

#higherproductivity

Smartenance – vaš mobilni upravitelj vzdrževanja

FESTO



Vi želite narediti vaše aplikacije bolj produktivne.
Vi iščete učinkovite rešitve.
Mi vstopamo v digitalno prihodnost z vami.

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

Novo: Mobilno upravljanje vzdrževanja – Festo Smartenance

Inteligentno upravljanje uporabnikov in timsko delo omogočata učinkovito upravljanje vzdrževanja za vodje proizvodnje in upravljavce obratov. Smartenance je vaš enostaven in stroškovno učinkovit vstop v digitalizacijo

→ www.getdigitalnow.com/smartenance

www.festo.com