

Intervju – letalstvo

Prostornina
hidravličnega
akumulatorja

Meroslovje tlaka

Varnost zračnega
prometa



SISTEMSKE REŠITVE ZA INDUSTRIJSKE STROJE

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

OD PROJEKTIRANJA DO ZAGONA

Motorji za
industrijske aplikacije



Hidravlične naprave



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OPL

Parker

OMEGA
AIR

MIEL OMRON
www.miel.si

ppt commerce

PODKRIŽNIK
group

ŠIROK IZBOR VENTILOV

ZA HIDRAVLIČNE POGONE VOZIL IN NJIHOVA HIDRAVLIČNA ORODJA



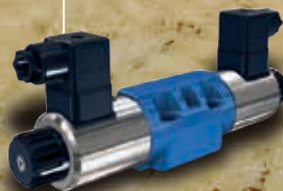
Izmenjevalni
ventil



Ventil za hidravlično
zaporo koles



4/3 Potni
ventil



6/2 Potni
ventil



ZASNOVANI IN PROIZVEDENI V SLOVENIJI



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

www.poclain-hydraulics.com



OB TRIDESETLETNICI NAŠE DRŽAVE



V času od zadnjega izida revije Ventil smo praznovali tridesetletnico samostojnosti Slovenije. Prav je, da se te pomembne obletnice spomnimo tudi v naši reviji.

To je bil velik dogodek s številnimi proslavami z mednarodno udeležbo, slavnostnimi sejami in tudi z nekaterimi protesti. Vsi ti dogodki so za demokratsko državo popolnoma normalni in popolnoma razumljivi.

V tem času je bilo med našimi državljani opravljenih kar nekaj anket o njihovem zadovoljstvu, o standardu in razumevanju sodobnega sveta. Rezultati teh anket pa so bili zelo presenetljivi. Zelo veliko ljudi je namreč odgovorilo, da so bili bolj zadovoljni v prejšnji razpadli državi kot v tej naši novi samostojni državi. Vsi ti, ki so dali tak odgovor, po moji oceni nimajo prav nikakršnega argumenta za takšno trditev. Edino, kar je, da so bili 30 let mlajši in zato srečnejši. Toda to je individualen odgovor posameznikov, ki postavljajo v ospredje le sebe in ne družbe kot celote. Kot družba pa smo v Sloveniji v zadnjih tridesetih letih naredili nepredstavljivo ogromno, kar se da tudi zapisati in argumentirati. Pa tu ne mislim samo na ekonomski učinek, ampak tudi na drugo, npr. na kulturo, šport, okolje, jezik in še bi lahko našteval.

Tu se ne bom spuščal na ekonomske in gospodarske dosežke. Znano je, da so zelo dobri. Vsak posameznik lahko odpre spletno stran statističnega urada in bo dobil odgovore na vsa vprašanja. Tudi v medijih je bil ekonomski uspeh naše države dobro prikazan. Mnogo manj pa drugi uspehi, ki so za življenje samostojne države in prebivalcev ravno tako pomembni.

V razpadli Jugoslaviji smo imeli šest profesionalnih kulturnih ustanov. Danes jih imamo šestnajst. Na Ministrstvu za kulturo je v bivši državi delalo nekaj deset ljudi, danes jih dela nekaj sto. Če so bile v bivši državi poletne kulturne prireditve le v nekaterih največjih mestih, so danes praktično v vseh mestih po celotni Sloveniji.

Na področju športa je bil narejen ogromen korak. V bivši državi smo na zimskih olimpijskih igrah v Sarajevu Slovenci dobili eno medaljo, na olimpijskih igrah v Sočiju leta 2014 pa kar osem. Na letnih olimpijskih igrah v Seulu leta 1988 smo dobili le eno samostojno medaljo in nekaj v ekipnih športih, v katerih so igrali tudi Slovenci. Letos pa smo jih dobili kar pet in od tega tri zlate.

Okolje in delovna mesta. Danes vemo, da imamo zelo onesnaženo zemljo v celjski kotlini, v Kidričevem, na Koroškem in še marsikje. Številne reke in številna okolja so bila v samostojni Sloveniji že očiščena, številna pa bo še treba. S temi strupi in nevarnimi snovmi, ki so danes v naši zemlji, so večinoma rokovali ljudje s slabo zaščitno opremo. Danes vemo, da so določena področja onesnažena, nikoli pa ne bomo izvedeli, koliko ljudi, ki so rokovali s temi snovmi, je zastrupljenih, koliko jih je zbolelo in koliko jih je zaradi slabega delovnega okolja predčasno umrlo.

Slovenci smo s samostojno državo ogromno pridobili na pomenu našega jezika. V Evropski uniji je le 24 uradnih jezikov. V celotni Evropi pa se govori v 60 različnih jezikih, po nekaterih podatkih, če se upošteva še celotna Rusija, pa celo 225. In če pogledamo nekoliko nazaj, kaj je slovenski jezik pomenil v zgodovini pred nekaj stoletji ali več ali pa samo pred nekaj desetletji. Ne prav veliko. Danes se slovenski jezik sliši v Bruslju na uradnih sestankih in v zasedanjih. Slovenski jezik se lahko študira na več deset tujih univerzah po svetu. V stari Jugoslaviji je bilo takih univerz le nekaj.

Ko sem bil leta 1987, torej tik pred razpadom Jugoslavije, več mesecev na podiplomski specializaciji v večjem nemškem mestu, sem se ob prostih vikendih sprehajal po mestu in opazoval izložbe trgovin z izdelki, ki jih pri nas ni bilo mogoče dobiti. Hodil sem po parkirnih prostorih in opazoval parkirane avtomobile, ki jih pri nas ni bilo mogoče videti. Ko danes po tridesetih letih obiščem to mesto, razlike med našimi mesti, trgovinami in ponudbo v njih ter našimi parkiranimi vozili ne opazim več. Ta razlika je odpravljena z našim dobrim in prizadevnim delom na vseh področjih. Na to bi morali biti ponosni.

S tem kratkim zapisom lahko potrdimo številne pridobitve, ki smo jih dosegli v samostojni državi. Vsi ti rezultati in vsi ti uspehi nas bi morali razveseliti in narediti samozavestnejše in zadovoljnejše.

In zakaj je toliko ljudi nezadovoljnih, lahko celo zapišem: zakaj je pri nas toliko nergačev? Odgovor na to vprašanje bi morali dati strokovnjaki: pedagogi, sociologi, psihologi in celo psihiatri.

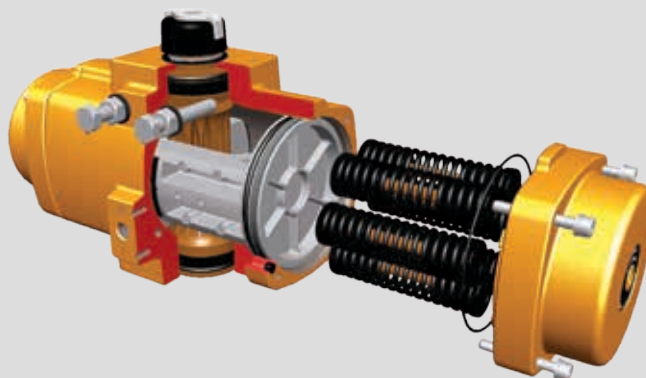
Janez Tušek




EMERSON™
Process Management



EL Matic™



Field



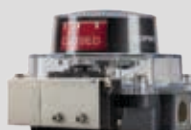
BETTIS™



 **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

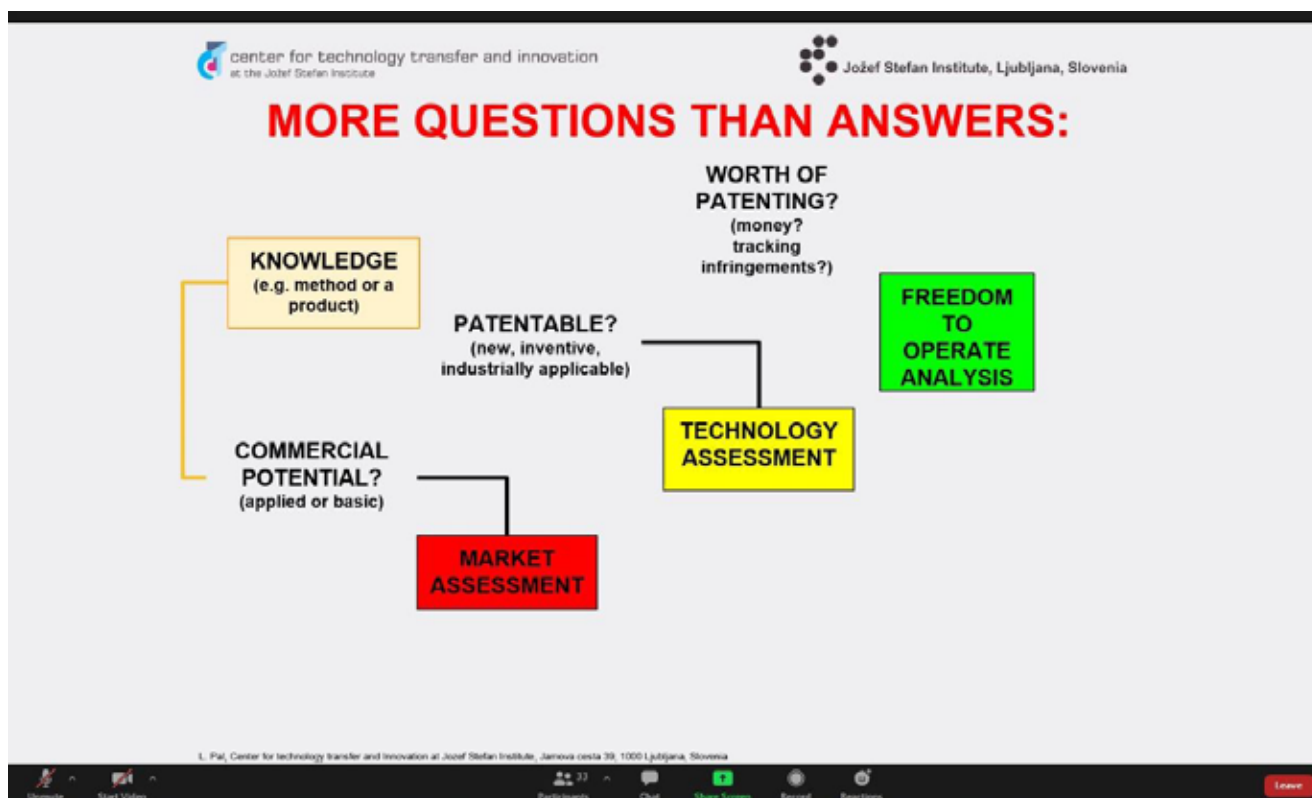
e-mail: info@ppt-commerce.si

www.ppt-commerce.si

DOGODKI • POROČILA • VESTI	226
DIGITALIZACIJA – PAMETNA TOVARNA	
Aleš Ogorevc	
Proizvodno podjetje do prvih rezultatov digitalizacije po dveh do treh letih	234
NOVICE • ZANIMIVOSTI	236
INTERVJU • LETALSTVO	
Roko Marolt – direktor Javne agencije za civilno letalstvo Republike Slovenije (CAA)	242
HIDRAVLIČNI AKUMULATORJI	
Franc Majdič	
Hidravlični akumulator	246
MEROSLOVJE TLAKA	
Andrej Svete, Urh Planko, Jože Kutin	
Določanje statičnih občutljivosti hitro odzivnih merilnih sistemov za tlak	254
ROBOTIKA – MEDICINA	
Tina Starsgard	
Baza robotskih kirurških gibov za izvedbo operativnih posegov na kirurški platformi Da Vinci	262
LETALSTVO	
Aleksander Čičerov	
Kazniva dejanja zoper varnost javnega prometa	264
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Novi kroglični valjčki iz termoplasta (POM) (ELESA+GANTER)	268
Elementi za prenos moči iz termoplasta Visually Detectable (ELESA+GANTER)	269
Hitro in varno zapiranje (ELESA+GANTER)	270
Najmanjša uvodnica na trgu (FBS Elektronik)	271
Tlačni in vakuumski generator PGVA (FESTO)	272
NOVOSTI NA TRGU	
Hitri pritrdilni elementi LKE za tirna vodila (INOTEH)	273
Sesalne gume PAOF za avtomobilsko industrijo (INOTEH)	274
Precizna krogelna vretena proizvajalca THOMSON LINEAR (INOTEH)	275
Merilnik za spremljanje kemijskih lastnosti olja – Parker DIGI Plus (PARKER HANNIFIN)	276
Nov kompaktni enosmerni ventil za regulacijo pretoka (S3C)	277
LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA	
Revizija standardov ISO 13 849 (ISO/DIS 13 849 – 1) – Pregled sprememb –	
Krmiljenje strojev – 1. in 2. del	278
Pravnoveljavno z aktualnimi smernicami za tlačne naprave	278
Stražar z neba	279
Supermarine Spitfire MJ 116 na slovenskih tleh	280
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Popolne zaščite za strojne dele in osebno varnost (HENNLICH)	282
Uporaba industrijskih hladilnikov v industriji plastike in gumarstva (OMEGA AIR)	284

MLADI UPI 2021 S TEORIJO IN PRAKSO DO NOVIH PODJETNIŠKIH CILJEV

Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan« že vrsto let organizira semestrsko podjetniško izobraževalno delavnico Mladi upi, s katero želi (mlade) raziskovalce, študente, dijake, potencialne podjetnike, odcepljena podjetja v nastajanju in inovativne posameznike seznaniti z vsebinami, ključnimi za uspešno predstavitev inovativne ideje na trgu. Podobno kot že lani novembra je tudi spomladanska izvedba delavnice potekala po svetovnem spletu, in sicer v petek, 23. aprila.



Zaščita intelektualne lastnine poraja številna vprašanja, a s pravo pomočjo je možno poiskati prave odgovore

V uvodu je Nina Urbanič iz *Slovenskega podjetniškega sklada* (SPS) več kot 40 udeležencem predstavila finančne spodbude za mlada inovativna podjetja, kako se v praksi financira zagon podjetja, kakšni so rezultati dosedanjega financiranja mladih podjetij in zgodbe o uspehu slovenskih podjetij. Pozornost je bila namenjena tudi aktualnim razpisom, na podlagi dolgoletnih izkušenj pa tudi praktičnim podjetniškim nasvetom.

Mag. Marja Medved s *Centra RS za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja* (CMEPIUS) je nanizala priložnosti na področju izobraževanja, usposabljanja in mobilnosti za (post) doktorske študente in raziskovalce. Osrednja pozornost je bila namenjena evropski iniciativi za

podporo mobilnim raziskovalcem EURAXESS. Na njihovem portalu je možno v pregledni obliki dobiti informacije o delovnih mestih, gradivih in orodjih za raziskovalce pri kariernem razvoju, iskanju partnerjev in tudi praktično pomoč, ko se sprejme odločitev za selitev v drugo državo.

O področju intelektualne lastnine sta se razgovorila dr. Levin Pal in Tomaž Lutman s *Centra za prenos tehnologij in inovacij* z opredelitvijo temeljnih pojmov in kako se določa novost ideje glede na obstoječe stanje (tehnike) kot tudi prvin, ki lahko pri razkritju nove ideje odigrajo ključno vlogo pri njeni zaščiti. Prav tako je tekla beseda o postopkih vlaganja patentnih prijav in kako so ti povezani s trženjem tehnologij, predvsem s časovnega vidika,

KET Spin-out access to finance & network support

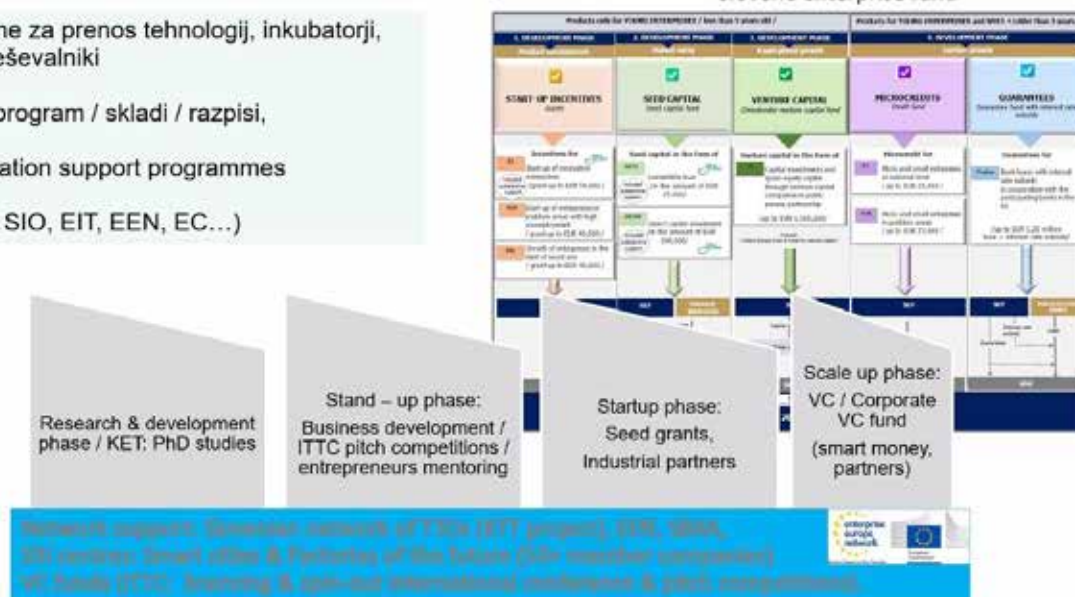
Pisarne za prenos tehnologij, inkubatorji, pospeševalniki

PoC program / skladi / razpisi,

Innovation support programmes

(KTT, SIO, EIT, EEN, EC...)

Slovene enterprise fund



Predstavitev podpornega okolja za uresničitev inovativnega podjetniškega projekta

da ne bi prezgodnje razkritje ogrozilo pridobitve patenta (oziroma druge oblike zaščite intelektualne lastnine).

Udeleženci predhodnih delavnic so pogosto izrazili željo po praktičnih izkušnjah slovenskih raziskovalcev, zato so lahko tokrat prisluhnili doc. dr. Gregorju Primcu z *Instituta »Jožef Stefan«*, ki je sodeloval pri ustanovitvi odcepljenega podjetja Plasmadis d. o. o. in je spregovoril, kako potekajo začetni koraki, kakšno vlogo ima določanje ustreznega poslovnega modela, katere podporne storitve lahko mlademu podjetju pridejo še kako prav pri iskanju partnerjev in tudi kupcev, pa tudi o pridobivanju finančnih sredstev.

Praktične izkušnje je v nadaljevanju predstavil mag. Robert Blatnik s *Centra za prenos tehnologij in inovacij*, ki je podrobneje razdelal ključne značilnosti odcepljenega podjetja, kateri koraki so ustrezni za njegovo načrtovanje in izvedbo ter katere oblike finančnih sredstev so na voljo ob ustanavljanju in tudi kasneje. Sledila je nazorna predstavitev oblikovanja

poslovnega modela s pomočjo uveljavljenega pristopa *Business Model Canvas*, s katerim se na pregleden, a zelo temeljit način soočimo z vprašanji, ki se prej ko slej pojavijo pri ustanavljanju in poslovanju podjetja. Obenem so se udeleženci pobližje seznanili, na kakšen način svojo idejo predstaviti na čim bolj učinkovit način investitorjem in/ali drugim potencialnim partnerjem (*pitch*).

S predstavljenimi raznovrstnimi vsebinami – tako s praktičnega in teoretičnega vidika – so udeleženci spletne delavnice pridobili dragocena znanja in lahko da bomo že kaj kmalu pričali novemu uspešnemu podjetju iz akademskega okolja, ki bo pomembno krojilo podobo domačega in mednarodnega gospodarstva. Posnetek delavnice Mladi upi 2021 je dostopen tudi na TV IJS (<https://video.arnes.si/watch/c3y1sw6r6jcy>), kjer si lahko ogledate predstavljene vsebine.

Robert Premk,
Center za prenos tehnologij in inovacij
na Institutu »Jožef Stefan«

SPLETNO-DIGITALNI FORMAT INDUSTRIJSKEGA FORUMA IRT USPEL

Zaradi znanih omejitev za zaježitev virusne pandemije je Industrijski forum IRT letos izjemoma potekal preko spletne platforme in dosegel odličen obisk tudi zato, ker sprememba »medija« ni botrovala spremembam vsebine. Udeleženci dogodka so preko spleta lahko prisluhnili skoraj 40 strokovnim predavanjem, razdeljenim v štiri programske sklope (e-dvorane), ki so jih organizatorji razporedili na dva dneva. Še več: ogled za nazaj jim omogoča, da si predavanja, ki jih zanimajo, lahko ogledajo kadarkoli.



Okrogla miza

Kot je že v navadi, je bil uvod v Industrijski forum IRT bolj poslovno obarvan, saj so predavatelji govorili o tem, kako inovacije spraviti na trg, kako razviti lastno blagovno znamko ter tudi o tem, kako voditi zaposlene. Marino Furlan, predsednik družbe Intra Lighting, je spletnemu občinstvu predstavil dobro prakso, kako z inovacijo prodreti na trgu, medtem ko je dr. Robert Agnič, glavni izvršni direktor podjetja Plastika Skaza, predstavil razloge, zakaj podjetje razvija lastne blagovne znamke in kako uspešno je pri tem. Mag. Željko Puljič, direktor družbe Iskratel, pa je predstavil delo z mladimi v podjetju in rešitev ter pristop »IN board«,

ki jim pomaga pri komunikaciji, vodenju in sodelovanju. Poslovanje podjetij mora biti kar se da celovito, zato sta Alenka Hren iz SPIRIT Slovenija ter Marko Lukič iz podjetja Lumar IG d. o. o. predstavila, kako naj podjetja v praksi uresničujejo trajnostno poslovno strategijo.

Veliko je bilo govora o digitalni preobrazbi podjetij vseh vrst in velikosti. Digitalizacija se je uveljavila tako v proizvodnih kot storitvenih okoljih, korona kriza pa jo je še izdatno pospešila. Brez dobrega načrta ni mogoče uspeti. Podjetja zato potrebujejo celovit načrt, tak, ki upošteva vse deležnike – posel, ljudi in okolje.

Prihodnost inženirstva je multidisciplinarna

Na okrogli mizi so o inženirjih in inženirskih prihodnostih razpravljali: Jasna Hengovič iz podjetja COSYLAB, inženirka leta 2020, mag. Jelica Lazarevič Lajovic iz podjetja Iskratel ter Tjaša Jereb in Miha Bobič, predsednik iniciative Inženirke in inženirji bomo! iz podjetja Danfoss Trata. Inženirski poklic so primerjali s poklicem ustvarjalca in raziskovalca, ki stremi k vsestranskosti. V vse večji multidisciplinarnosti je tudi prihodnost inženirskega poklica, saj se posamezna področja vse bolj prepletajo med sabo, so izpostavili.

Priznanje TARAS Danfoss Trati in Institutu »Jožef Stefan«

Podjetje Danfoss Trata in Institut »Jožef Stefan« sta prejemnika letošnjega priznanja TARAS, s katerim organizator Industrijskega foruma IRT nagraduje najuspešnejše sodelovanje gospodarstva in raziskovalno-razvojnega okolja na področju inovacij, razvoja in tehnologij. Prejeli so ga za razvoj inteligentnih motornih pogonov, ki v kombinaciji s tlačnimi regulatorji brez pomožne energije omogočajo optimizacijo celotnega omrežja daljinskega ogrevanja oziroma hlajenja ter podpostaj.

»Priznanje TARAS je namenjeno predvsem spodbujanju in pou-

darjanju pomena sodelovanja med gospodarstvom in znanstvenoraziskovalnim okoljem, katerega rezultat je inovacija, ki bi ne nastala brez tega sodelovanja,« je ob razglasitvi prejemnikov priznanja izpostavil dr. Tomaž Perme, vodja odbora za podelitev priznanja Taras, ki sta ga podelila skupaj z Darkom Svetakom, organizatorjem Industrijskega foruma IRT.

Žan Kozan iz podjetja Danfoss Trata je na konkretnem primeru pojasnil glavne prednosti in učinkovitost sistema za uporabnika: »Sistem smo inštalirali v toplotni v Nemčiji. Sistem prinaša takšno povečanje učinkovitosti, da se je uporabniku izračunana povratna investicija povrnila v desetih mesecih.«

Strokovna komisija je v utemeljitvi izbora zapisala, da sta raziskovalni skupini sodelovali v vseh fazah življenjskega cikla izdelka – od zasnove do certificiranja ustreznosti izdelka za prodajo na trgu. Pri tem so sodelavci Odseka za sisteme in vodenje na IJS prispevali tista znanja, ki so raziskovalni skupini v podjetju primanjkovala za uspešen razvoj nekaterih inovativnih rešitev pri razvoju nove družine inteligentnih motornih pogonov za optimizacijo daljinskih energetskih omrežij, s tem pa omogočila tržno prednost pred konkurenco, ki se kaže tudi v treh mednarodnih patentih in zaščiti blagovne znamke. Raziskovalni skupini uspešno sodelujeta tudi pri tržnih aktivnostih, povečevanju raznovrstnosti izdelkov ter potrebnih prilagoditvah ob izvedbi aplikacij. Poleg vzorčnega sodelovanja, ki v vseh pogledih izpolnjuje merila za priznanje TARAS, je pomemben še okoljski vidik nove serije ventilov, ki omogočajo učinkovitejša daljinska energetska omrežja in podomrežja ter manjšo rabo energije in nižje stroške ogrevanja oziroma hlajenja. Danfoss Trata in Inštitut »Jožef Stefan« sta med drugim za sodelovanje že leta 2015 prejela priznanje TARAS.



Podelitev priznanja TARAS

Drugi finalist za priznanje TARAS sta bili ekipi družbe Plamtex INT in Instituta »Jožef Stefan« za inovativno programsko rešitev, ki avtomatizira napovedovanje časov operacij pri izdelavi orodij s pomočjo umetne inteligence oziroma strojnega učenja.

Vrhunska strokovna predavanja niso manjkala

Drugačen, letos zgolj spletno-digitalni format Industrijskega foruma IRT ni vplival na kakovost in izbiro vsebin. Organizatorji so se potrudili, da so, pa čeprav po digitalni poti, do oči in ušes občinstva dostavili vse, kar so si zamislili. Tako so udeleženci spletnega dogodka spoznali trende v izdelavi karoserijskih delov avtomobilov, ki sta jih predstavila predstavnik podjetja HELLA SATURNUS SLOVENIJA, sledile pa so predstavitve novih tehnologij na področju brizganja plastike, termoplastičnih kompozitov z visoko toplotno prevodnostjo in izzivov ob recikliranju polikarbonata.

Inženirje v proizvodnih podjetjih so po odzivu sodeč močno navdušile tudi predstavitve celovite rešitve za avtomatsko doziranje, segmentiranje in sortiranje izdel-

kov na proizvodni liniji ter predstavitve aplikativnih rešitev, ki uporabljajo nove sodelujoče robote. Veliko zanimanje je vladalo še za predstavitev indeksa pripravljenosti proizvodnih podjetij na industrijo 4.0 ter rešitve za zagotavljanje kakovosti v proizvodnih procesih.

Med ostalimi tehnologijami, ki so bile predstavljene na e-Industrijskem forumu IRT, bi izpostavili še pametno mazanje ter primerjave različnih tehnologij varjenja, ulivanja in aditivne proizvodnje. Predavatelji so udeležencem dali tudi odgovor na vprašanje, ali je 3D-tisk kovin že konkurenčen in pripravljen za množično proizvodnjo.

Se vidimo junija 2022

Datum za Industrijski forum IRT z letnico 2022 je že znan. Organizatorji načrtujejo, da bo največji strokovni dogodek v Sloveniji spet v klasični obliki in na vsem že dobro znani lokaciji v Portorožu, če bo virusna pandemija mimo. V koledarju si zato obkrožite datuma 6. in 7. junij 2022.

Miran Varga, IRT3000

SREČANJE SENIORJEV FLUIDNE TEHNIKE V MARIBORU

Pandemija, ki že dalj časa kroji naš vsakdan, je posegla tudi v srečanja »forumšev« – seniorjev s področja hidravlike in pnevmatike. Po uspešnem srečanju *forumšev* na Muti pomladi 2019 – »Forum 35« – je bilo naslednje srečanje, načrtovano za leto 2020 v Mariboru, večkrat prestavljeno. Ko je pandemija nekoliko popustila, smo ga tudi uspešno izpeljali. Letošnji Forum 36 je bil v Mariboru 17. junija. Tematika letošnjega Forum 36 je bila »Hidravlika na totem koncu – nekoč in danes«.



Slika 1: Spoznavanje zgodovine industrijskega razvoja v Mariboru – Muzej narodne osvoboditve

Tradicionalna vsakoletna srečanja t. i. »forumšev«, upokojenih strokovnjakov, seniorjev s področja hidravlike in pnevmatike, tradicionalno potekajo vsako leto na prvi četrtek po veliki noči. Lansko srečanje smo morali zaradi pandemije večkrat preložiti – pandemija je prekinila dolgoletno tradicijo. Uspešno pa smo ga izpeljali letos 17. junija v Mariboru. Organizacijo srečanja Forum 36 in sestavo programa je prevzel Dragan Grgić. Program letošnjega srečanja je bil namenjen spominu nekdanj izredno močne in v svetu priznane mariborske industrije, mariborskim podjetjem, ki so bila vodilna na svojem področju in so pri proizvodnji ne samo uporabljala hidravliko ali pnevmatiko, temveč tudi proizvajala tovrstne komponente – ne samo za potrebe vzdrževanja svojih strojev in naprav, temveč tudi za tržišče. Na podlagi teh »dobrih temeljev« so zrastle in so danes v tej regiji številna večja ali manjša podjetja, ki se ukvarjajo s to tehniko ali jo razvijajo. Tako smo se v precej toplem junijskem dnevu ustavili v dveh: najprej v Laboratoriju za oljno hidravliko na Univerzi v Mariboru in pa v podjetju Bogadi tesnila d. o. o.

Prva postaja celodnevne družbe je bil Muzej narodne osvoboditve, kjer smo si pod strokovnim vodstvom ogledali tematsko razstavo Industrijski Maribor. Tako smo spoznali zgodovino rasti mariborske industrije takoj po drugi svetovni vojni, ko je bilo potrebno porušeni Maribor najprej ponovno zgraditi, pričeti z gradnjo tovarn in oživiti industrijsko proizvodnjo. Maribor se je v drugi polovici 20. stoletja zapisal v zgodovino kot eno glavnih industrijskih središč v Sloveniji in takratni Jugoslaviji. Bil je mesto velikega gospodarskega razcveta in napredka, kjer je na deset tisoče delavcev delalo v podjetjih, kot so bila TAM, Metalna, TVT, Hidromontaža, Primat ..., če omenimo tista s področja strojne stroke. Bila pa so tudi številna druga velika podjetja, predvsem s področja tekstilne stroke, npr. MTT, Svila, Pik, Vezena ... in številna druga, npr. Zlatorog, Lilet, Merinka ...

Kot je rekel vodič g. Matjažič po razstavi: »Za industrijski razcvet Maribora in severovzhodne Slovenije je bila razen ugodne geografske lege zaslužna tudi elektrifikacija – zahvaljujoč prvi elektrarni na reki Drava HE Fala, ki je začela obratovati leta 1918 (najprej je bilo zgrajenih pet agregatov in do leta 1931 še dva).«



Slika 2 : Postanek v LaOH in pogovor o hidravliki v Mariboru nekoč in danes

Stoletje se je za industrijski Maribor končalo žalostno, predvsem po razpadu nekdanje Jugoslavije in s tem povezani izgubi velikega dela tržišča. Delavci so začeli izgubljati službe, medtem ko so podjetja drugo za drugim drvela v stečaje in kot domino efekt druga za drugo zapirala svoja vrata. Ogromno koncentriranega znanja, spretnosti strokovnjakov in tudi strojev je s tem za vedno šlo v pozabo.

Po obisku muzeja smo se peš skozi Maribor napotili do Laboratorija za oljno hidravliko in se na poti seznanili s pomembnejšimi zgradbami in spomeniki, ki pričajo o bogati kulturni preteklosti Maribora, njegovem življenju in pomenu nekdaj in danes. Sproščena in neposredna »ura« današnjega časa na temeljih zgodovinskega Maribora nas je tako peljala čez Maistrov in Slomškov trg z rektoratom Univerze v Mariboru do Fakultete za strojništvo. Strokovnjaki so že pred letom 1960 spoznali, da tako močna industrija potrebuje nov inženirski kader. Zato so predlagali ustanovitev Tehniške višje šole, ki se je z razvojem širila, specializirala po strokah in prehajala v fakultete. Ena izmed teh je tudi Fakulteta za strojništvo, ki s svojimi laboratoriji ohranja tradicijo stroke in jo nadgrajuje. Čeprav podpore nekdanje izredno močne industrije ni več, izobražuje nove rodove inženirjev strojništva, ki uspešno delajo v danes manjših, a zelo uspešnih podjetjih.

Tako smo se tudi v Laboratoriju za oljno hidravliko – LaOH, ki letos praznuje 15-letnico svojega obstoja, v kratki predstavitvi najprej seznanili s pobudo po njegovi ustanovitvi za potrebe stroke in njegovim razvojem vse do današnjih dni ter z zadnjimi raziskovalnimi aktivnostmi. Topel sprejem majhne, vendar zelo uigrane ekipe LaOH, predstavitev in ogled laboratorija je zaključila predstavitev arhivskega albuma proizvodov in izdelkov s področja hidravlike sektorja Vzdrževanje nekdanje Tovarne avtomobilov Maribor (TAM). Veliko zaslug za razvoj in inovativnost na področju hidravlike pripada prav našemu kolegu Antonu Maroltu, ki je ob predstavitvi albuma pokomentiral razvoj hidravlike v TAM-u: Hidravlika se je pojavila najprej kot potreba po vzdrževanju la-

stnih strojev in se v letih trdega dela razvila do stopnje, da so razvite in izdelane komponente ponujali tudi tržišču. V tistih časih namreč zaradi zaprtega trga in pomanjkanja deviz ni bilo moč kupiti komponent – vse si moral izdelati sam. Med ogledom laboratorija smo si lahko zgodnje hidravlične komponente, ki so jih izdelovali v TAM-u, tudi ogledali.

Po obisku laboratorija nas je pot peljala na mariborski Lent, ki slovi po Guinnessovi rekorderki, znameniti najstarejši trti na svetu, stari več kot 450 let. Pred Hišo stare trte na Lentu nas je pričakal mestni viničar gospod Stane Kocutar (novinar RTV SLO), ki se je nekoč v vezi z najstarejšo trto takole opisal: »Vesel sem, da ji smem služiti. Zanj, za moj Maribor in z mislijo na vse, ki jih je vinska trta zaznamovala z občudovanjem in radovednostjo. Plačilo je neprecenljivo: žametna črnina vsako leto brsti, raste, rodi, se na jesen škrlatno obarva in ob teh preobrazbah vzbuja občudovanja častilcev z vseh koncev sveta. Sme mestni viničar želeti sploh kaj več?« Pred staro trto je nastala tudi spominska skupinska fotografija.

Prav poseben pogled na staro trto je z bližnjega Starega mostu, kamor smo se povzpeli na koncu sprehoda ob reki Dravi. Most, po katerem je potekala državna cesta med Dunajem in Trstom, je bil zgrajen v letih 1909–1913, leta 1941 porušen in nato obnovljen. Most je bil v času gradnje pravi dokaz povezovanja gradbeništva in strojništva in je danes znana mariborska veduta.

Družabni del smo nadaljevali v gostilnici Pri damah, ki tudi nekako spada v kontekst Maribor nekoč in danes. V teh prostorih je bil prej hotel Mariborski dvor, ki se je oglaševal kot edini hotel v Mariboru s svojim parkiriščem za avtomobile. V okviru sestanka smo se spomnili treh članov Foruma, ki so v času od zadnjega srečanja preminili: Eda Kikerja, Danila Helbla in Janka Lipovža. Kolegoma gospe Francki Gabron in Francu Jeromnu pa smo izročili plaketo ob njuni 80-letnici. Po tradiciji dobijo plaketo vsi forumaši, ki so dopolnili 80 let.



Slika 3 : Skupinska slika udeležencev Foruma 36



Slika 4 : Predstavitev programa tesnil in izdelkov iz poliuretana v podjetju Bogadi Tesnila d. o. o.

Pozno popoldne, ko smo že čutili prve znake utrujenosti, smo spotoma ob vračanju domov obiskali še podjetje Bogadi Tesnila d. o. o. Družinsko podjetje posluje že od leta 1998 in je specializirano za izdelavo tesnil, proizvodnjo in servis hidravličnih ter pnevmatičnih valjev kakor tudi različnih izdelkov iz poliuretana in gume. Podjetje se nenehno širi in raste na področju izdelave standardnih tesnil in tesnil za posebne primere uporabe. Svojo dejavnost je razširilo s povsem novim delom, s podjetjem, ki se ukvarja s strojno izdelavo kovinskih proizvodov tako za domače kot za tuje naročnike. V Sloveniji je podjetje Bogadi širše poznano po proizvodnji tesnil in servisni dejavnosti. Dejansko pa je veliko več od tega: poleg specialnih tesnil velikega premera za različne na-

mene snujejo in proizvajajo proizvode iz različnega poliuretana. Te dejavnosti nam je slikovito predstavil ustanovitelj podjetja gospod Marjan Bogadi.

Celodnevni obisk v Mariboru smo zaključili z dogovorom, da bodo bodoča srečanja prvi četrtek po jesenskem enakonočju. Glede na to bi se morali naslednjič srečati 29. septembra 2022. Kraj srečanja bomo določili naknadno.

Za pogostitev med obiskom v Mariboru na Forumu 36 se zahvaljujemo laboratoriju LaOH in podjetjema Bogadi Tesnila d. o. o. ter Nevija d. o. o.

Dragan Grgić, Nevija, d. o. o.

53. MOS TEHNIKA



OPREMA IN ORODJA ZA PODJETJA IN DOMAČE
MOJSTRE & DO OKOLJA PRIJAZNA
TEHNOLOGIJA

*Rešitve in
priložnosti
za trajnostno
in zeleno
gospodarstvo*



15.–19. september 2021

CELJSKI SEJEM



Celjski sejem

PROIZVODNO PODJETJE DO PRVIH REZULTATOV DIGITALIZACIJE PO DVEH DO TREH LETIH

Aleš Ogorevc

Pametni izdelki, povečana produktivnost, transparentnost, večja robustnost procesov ... je nekaj rezultatov, ki jih podjetju prinese industrija 4.0.

Nekaj najpogostejših vprašanj in konkretnih izzivov podjetij pri uvajanju rešitev industrije 4.0 pri nas je v svojem predavanju na izobraževalnem dogodku Dobre prakse pametnih tovarn, 23. 6. 2021 v Ljubljani na GR v uvodu predstavil Niko Herakovič, vodja laboratorija LASIM in predstojnik Katedre za izdelovalne tehnologije in sisteme na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani.



Povezljivost med stroji, materialom in človekom, sledljivost proizvodnih in logističnih procesov in podatkovna analitika v realnem času, strojno učenje, simulacije za predikcijo procesov so najpomembnejše tehnologije industrije 4.0 v realni proizvodnji. Foto: Shutterstock

Kaj je skupno svetilniškim podjetjem?

Ko smo ga prosili, da poudari kakšen dober primer iz tujine, je najprej pojasnil, da v svetu po njegovem vedenju in po tem, kar spremlja po strokovni plati, ni podjetja, ki bi delovalo popolnoma po načelu pametne tovarne.

Aleš Ogorevc, Časnik Finance, Ljubljana
Članek je bil prvotno objavljen na portalu Tovar-
na leta, Časnika Finance, (tovarna.finance.si)

»To je na 7. dnevu inovativnosti, ki ga je lani organiziralo podjetje TPV, potrdila tudi Myriam Jahn iz Nemčije, direktorica družbe Q-laud in ena vodilnih strokovnjakinj na področju interneta stvari. Glede na poročilo, ki ga je izdal World Economic Forum, pa je v svetu kar nekaj tako imenovanih svetilniških podjetij na področju uvajanja tehnologij industrije 4.0 in so po načinu implementacije teh tehnologij blizu stopnje, ko bi lahko njihovo proizvodnjo imenovali pametna tovarna. Ker se mi zelo zgledujemo po Nemčiji, kjer se je pred desetimi leti tudi začelo govoriti o četrti industriji-

ski revoluciji, lahko opozorim na dve veliki podjetji, ki sta bili označeni kot svetilniški. To sta BMW in Bosch. Obe podjetji uporabljata v realni proizvodnji najpomembnejše tehnologije industrije 4.0, kot so povezanost med stroji, materialom in človekom, sledljivost proizvodnih in logističnih procesov in podatkovna analitika v realnem času, strojno učenje, simulacije za predikcijo procesov in tako naprej. Bistvo napredka teh dveh podjetij na področju implementacije tehnologij industrije 4.0 je, da jim je uspelo te tehnologije integrirati do stopnje, da lahko med seboj komunicirajo v realnem času, vendar pa mora biti pri odločitvah še vedno prisoten človek – kar upočasnjuje sprejemanje odločitev. To je tudi eden glavnih razlogov, zakaj te tovarne še ne delujejo popolnoma kot pametne tovarne. To tudi pomeni, da primanjkuje še tisti ključni del pametne tovarne, to je popolna digitalizacija z vidika uvedbe digitalnih dvojčkov v kombinaciji z umetno inteligenco.»

Prvi rezultati po dveh, treh letih

Kot na splošno ugotavlja Niko Herakovič, se v Nemčiji tako velika podjetja kot MSP veliko bolj pogumno in odločno podajajo na pot digitalizacije in uvajanja tehnologij industrije 4.0.

»Eden dobrih primerov je tudi podjetje Lorenz GmbH & Co. KG, srednje veliko družinsko podjetje iz mesta Schelklingen v Nemčiji, ki proizvaja pametne števec za vodo. Digitalizacijo so začeli uvajati pred petimi leti in v uvajanje tehnologij industrije 4.0 vložili več milijonov evrov lastnih sredstev. Ker nimajo dovolj lastnih strokovnjakov za posamezne tehnologije industrije 4.0, sodelujejo z zunanjimi strokovnjaki. Pri tem so seveda veseli pomoči države predvsem pri informiranju in prikazu dobrih praks. V prihodnjih petih letih namerava Lorenz v digitalizacijo proizvodnje vložiti dodatnih nekaj milijonov evrov. Direktor podjetja mi je pojasnil, da se mu zdi ključno to, da podjetja razmišljajo srednje- in dolgoročno in da pogumno vlagajo v digitalizacijo lastna sredstva, od katerih pa ne smejo pričakovati takojšnje po-

vrnitve oziroma takojšnjega vpliva digitalizacije proizvodnje na povečanje produktivnosti in dobička. Pri njih so se rezultati začeli kazati po dveh do treh letih. Po petih letih pa imajo že izjemno dobre rezultate – pametne izdelke, povečano produktivnost, transparentnost, večjo robustnost procesov in tako dalje.«

Svetli zgledi v Sloveniji

In katera podjetja se po mnenju Nika Herakoviča v Sloveniji najbolj približujejo praksam v tujini? Kot pravi, je tudi v Sloveniji izjemno veliko govora o uvajanju tehnologij industrije 4.0, a bi zelo težko naštel posamezna podjetja, ker je uvajanje novih tehnologij zelo inkrementalno in parcialno.

»Vsekakor so vodilna na področju digitalizacije proizvodnje večja podjetja, kot so Kolektor, Revvoz, BSH, Gorenje, TPV, Yaskawa in še mnoga druga, ki imajo večjo kritično maso strokovnjakov z ustreznimi kompetencami in tudi lastna finančna sredstva. Predvsem pa imajo vizijo in izdelano strategijo ter vodilne ljudi, ki so pri izvajanju te strategije in vizije odločni ter dosledni. Ker sem v zadnjih letih sodeloval v programu GOSTOP v okviru pametne specializacije s podjetjem Kolektor, lahko zatrdim, da to podjetje zelo sledi trendom industrije 4.0, obenem pa razvija tudi svoje tehnologije. Tudi podjetje Yaskawa zelo dobro poznam, saj sem sodeloval pri načrtovanju nove tovarne robotov z vrhunskimi sodobnimi (Cutting Edge) tehnologijami, kot so digitalni dvojčki in umetna inteligenca. Tovarna ima vse nastavke za pametno tovarno, uvedene že mnoge tehnologije industrije 4.0 in tudi zelo odločno koraka v smeri tovarne prihodnosti. Seveda pa imamo v Sloveniji še druga podjetja, o katerih se sicer manj sliši, vendar so ravno tako zelo aktivna in odločna pri uvajanju tehnologij industrije 4.0. To so na primer podjetja Adria Dom, IMP Armature in še mnoga druga,« je sklenil sogovornik.

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2021 - ASM '21

08. decembra 2021

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

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

14. MEDNARODNA KONFERENCA O PRENOSU TEHNOLOGIJ Z MOŽNOSTMI SODELOVANJA ZA RAZISKOVALCE IN PODJETJA

Na Institutu »Jožef Stefan« bo 7. in 8. oktobra 2021 potekala 14. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij (*International Technology Transfer Conference, ITTC*; <http://ittc.ijs.si>) za strokovnjake za prenos tehnologij, raziskovalce, podjetnike, politične odločevalce, predstavnike podpornega okolja in ostalo zainteresirano javnost. Osrednja tema konference bo namenjena premagovanju tehnoloških izzivov na poti od razvoja inovativne ideje h končnemu proizvodu in kakšno vlogo lahko odigra financiranje *Proof-of-concept (PoC)*.



14th International Technology Transfer Conference
7th – 8th of October 2021

14. Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij s pestrim naborom vsebin za povezovanje raziskovalcev in podjetij

S svojimi inovativnimi idejami in projekti se lahko (mladi) raziskovalci z javnih raziskovalnih organizacij že prijavijo na tekmovanje za izbor najboljše inovacije s tržnim potencialom (<http://ittc.ijs.si/awards>), kjer se bodo predstavili pred mednarodno komisijo. Najbolje ocenjena ideja/predstavitev bo prejela nagrado v višini 2.500 evrov. Lansko leto sta komisijo najbolj prepričali (1) učinkovit in okolju prijazen način uničevanja v vodi prisotnih mikroorganizmov in virusov (projekt *VirOut*) in (2) tehnologija za izdelavo protimikrobnega, neizpirnega tekstila na osnovi tehnologije funkcionaliziranega zlata, ki ima velik potencial za nadomeščanje v industriji pogosto uporabljanega, a žal tudi škodljivega, srebra.

O področju prenosa tehnologij in intelektualne lastnine bodo spregovorili strokovnjaki s svojimi

znanstvenimi članki. Poleg aktualnih tem na področju zaščite intelektualne lastnine s teoretičnega in praktičnega vidika, financiranja raziskav na različnih ravneh tehnološke pripravljenosti, komercializacije idej, odcepljenih podjetij ipd. lahko prispevek obravnava tudi temo po izbiri avtorja.

Na okrogli mizi o upravljanju intelektualne lastnine v gospodarstvu bodo strokovnjaki in podjetniki spregovorili o svojih izkušnjah in pogledih. Po dobro sprejetih predstavitev uspešnih raziskovalnih projektov, financiranih z javnimi sredstvi, bodo raziskovalci tudi letos udeležence seznanili s svojimi dosežki, ki bodo imele še večji poudarek na možnostih implementacije na trgu.

Pod okriljem *Svetovne organizacije za intelektualno*

Conference topic:
How to survive the valley of death?



Objectives of the conference

Call for scientific papers on technology transfer and intellectual property

Conference Prize for the Best Innovation with commercial potential in 2021

WIPO IP Enterprise Trophy

WIPO Medal For Inventors

Research2Business meetings - R2B

Opportunities arising from publicly funded research projects / presentations of successful scientific projects

Uradna spletna stran konference <http://itc.ijs.si/z-moznostmi-prijave-na-posamezne-programske-sklope>

lastnino (World Intellectual Property Organization, WIPO) bosta podeljeni nagradi *WIPO Medal for Inventors* (<http://itc.ijs.si/wipo-medal-for-inventors>) in *WIPO IP Enterprise Trophy* (<http://itc.ijs.si/wipo-ip-enterprise-trophy>). Prva je namenjena raziskovalcu, druga pa podjetju in predstavlja priznanje za raziskovalno dejavnost v tesni povezavi s pravicami intelektualne lastnine. Če ste aktivni na tem

področju, potem je priporočljivo oddati prijavo za sodelovanje v izboru ter se potegovati za prejem prestižne in v mednarodnem okolju prepoznavne nagrade.

Vzporedno s pestrim konferenčnim programom bodo potekala dvostranska srečanja Research-2-Business (R2B) med raziskovalci in podjetji iz Slovenije in tujine. V dvajsetminutnih pogovorih po svetovnem spletu se bo možno pogovoriti o tehnoloških izzivih in možnostih za sodelovanje kot tudi o skupnih prijavah na razpise. Podobno kot konferenca (<http://itc.ijs.si/registration>) je tudi udeležba na dvostranskih srečanjih brezplačna s predhodno registracijo (<https://14-itc-r2b.b2match.io>).

Mednarodna konferenca o prenosu tehnologij ponuja priložnosti za aktivno sodelovanje udeležencev iz slovenskega in mednarodnega okolja s prijavi na tekmovanje za najboljšo inovacijo, predstavitev znanstvenih prispevkov, z nagrado WIPO in/ali dvostranskimi srečanji. Na uradni spletni strani lahko z začetne strani (<http://itc.ijs.si>) dostopate do vseh sklopov z možnostjo prijave in morebitnih prijavnih obrazcev. Izkoristite priložnosti konference in predstavite vaše raziskovalne dosežke mednarodni javnosti.

Robert Premk,
Center za prenos tehnologij in inovacij
na Institutu »Jožef Stefan«
(karikatura: Duško Odić, Center za prenos
tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan«)

MULITBOX ZA »NAPREDNE« DELAVNICE

Asortiman za delavnice je sestavljen na podlagi dolgoletnih izkušenj in vsebuje najpomembnejše izdelke s tega področja.

Artikli so v zabojniku pregledno urejeni in enostavno dostopni. Do štiri MULTIBOXE, ki jih priporočamo, lahko shranite in prevažate skupaj v posebnem zabojniku, ki ga lahko naročite posebej. Za pritrdilno tehnologijo (mozniki in podobno) priporočamo zabojnike FischerFIX z ločilnimi stenami s pokrovom, ki se stično zapirajo in so uporabni kot zaboji za zbiranje drobnih delov, priborov, orodij, igrač, shranjevanje malic itd.

Zabojniki FIXtainer so opremljeni z nosilnimi ročaji, prozornimi pokrovi in odstranljivimi delilniki. Zabojnik FIXtainers je mogoče varno pritrditi in zložiti drug na drugega s pomočjo klik sistema. Združljivi so s sistemom Sortimo L-Boxx. Zabojnike MULTIBOX in Fischer FIXtainers lahko naročite polne po nasvetu proizvajalca ali pa tudi prazne in jih nato s poljubnimi izdelki napolnite sami.



Vir:

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

IZOBRAŽEVANJE HIDRAVLIKOV

Poklicna podoba hidravlika, ki bi obsegala opis vseh dejavnosti in bi jih v okviru izobraževanja in usposabljanja moral obvladati, ne obstaja. Takšnega poklicnega izobraževanja ni! Hidravlika pridobimo z dodatnim usposabljanjem in učenjem ob delu. Pri izobraževanju inženirjev hidravlika (kot področje fluidne tehnike) ni upoštevana na vseh visokih šolah kot posebna tematika (predmet obravnave). To vrzel pa lahko odpravi certificirano usposabljanje (nem: Zertifikatslehrgang) za inženirja hidravlike. Ponuja ga *Mednarodna akademija za hidravliko* (nem: International Hydraulik Akademie), ki je izobraževanje in usposabljanje oblikovala skupaj s podjetjem za *Napredne tehnologije usposabljanja* (ang. Advanced Training Technologies). Usposabljanje je kombinacija prakse in samostojnega študija in sestoji iz petih

modulov: osnove hidravlike, stacionarna hidravlika, mehatronika, mobilna hidravlika.

Nemška fluidna tehnika se za svetovno uveljavljenost lahko zahvali svojim hidravlikom. Da pa bi tako ostalo, sta potrebna nadaljnji strokovni razvoj in usposabljanje inženirjev za hidravliko z najvišjimi strokovnimi kompetencami, poudarja družbenik Akademije za hidravliko (IHA) iz Dresdna g. Hielscher.

Podrobnejše informacije in pogoje za certificirano usposabljanje za hidravliko dobite na naslovu IHA.

Vir:

Weiterbildung der Hydraulik-Fachingenieur – Fluid 55(2021)2 – str. 6

TUDI POLJSKA AKTIVNA NA PODROČJU FLUIDNE TEHNIKE

Poljaki redno organizirajo konference o fluidni tehniki že od leta 1960 naprej. Organizira jih njihovo *Združenje poljskih strojnih inženirjev in tehnikov (SIMP)*, navadno na *Fakulteti za strojništvo Univerze za znanost in tehnologijo v Wrocławu*. Osnovni namen *Konference za hidravliko in pnevmatiko (NSHP)* je povezovanje znanosti in tehnike ter industrijskih strokovnjakov z univerzitetnimi znanstveniki in razvojnimi inštituti.

Ko se je Poljska pridružila Evropski skupnosti, so nastale nove možnosti mednarodnega sodelovanja, kar je seveda omogočilo širjenje pomena konferenc, ki se je udeležuje vse več tujih gostov iz srednje

Evrope: Avstrije, Češke, Slovaške, Romunije, Srbije in Ukrajine, pa tudi iz Združenih držav Amerike. Na zadnji konferenci je bilo predstavljenih več kot 40 tujih prispevkov. Uredništvo mednarodne revije *International Journal of Fluid Power* (IJFP) je predlagalo urednikom NSHP, da pripravijo za objavo najbolj udarne in zanimive prispevke. Pripravljenih je pet prispevkov iz različnih držav, ki so najbolj zanimivi za mednarodno občinstvo. Uredništvo IJFP se za objavo in sodelovanje zahvaljuje in se priporoča tudi za naprej.

Vir:

Editorial – International Journal of Fluid Power 21(2020)3 – str. 5

OBVESTILO

1. Spletni seminar: Tehnološki izzivi v rehabilitaciji po možganski kapi

- ▶ Vodji seminarja: doc. dr. Nataša Bizovičar, dr. med., in doc. dr. Nika Goljar Kregar, dr. med.
- ▶ Datum: 21. oktober 2021
- ▶ Kraj: po online aplikaciji Zoom
- ▶ Število udeležencev: omejeno
- ▶ Kotizacija: 50 EUR (z DDV)

Vseбина: Seminar je namenjen vsem zdravstvenim delavcem in sodelavcem v zdravstvu in socialnem varstvu, ki se pri svojem delu srečujejo s pacienti po možganski kapi: zdravnikom specialistom družinske medicine, fizikalne in rehabilitacijske medicine, nevrologije in drugih specialnosti. Udeleženci spletnega seminarja bodo prejeli zbornik in potrdila o udeležbi za uveljavljanje licenčnih točk za zdravnike pri Zdravniški zbornici Slovenije.

- ▶ Prijave sprejemamo preko spletnega obrazca: https://dogodki.uri-soca.si/sl/Dogodki/TEHNOLOSKI_IZZIVI_V_REHABILITACIJI_PO_MOZGANSKI_KAPI_mozganski_kapi/ do 10. 10. 2021.
- ▶ Informacije: Marko Oset, URI – Soča, Tajništvo zdravstvenih programov, Linhartova 51, 1000 Ljubljana, e-mail: dogodki@ir-rs.si, telefon: 030 620 377



MAGNETNI VENTILI

od 1965

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



www.jaksa.si



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

INDUSTRIJSKI
FORUM **IRT** 2022

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

Predstavitev strokovnih prispevkov
Strokovna razstava
Aktualna okrogla miza
Podelitev priznanja TARAS

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



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

Portorož, 6. in 7. junij 2022

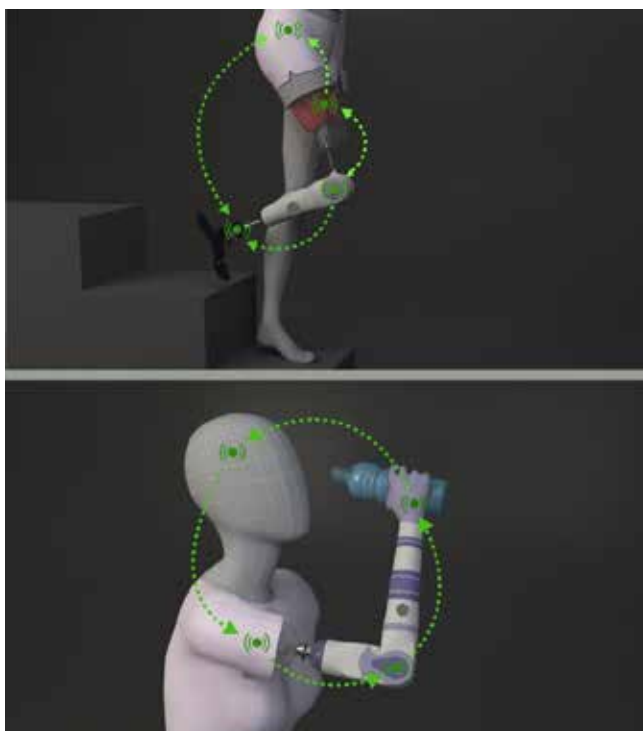
Dodatne informacije: Industrijski forum IRT,
Motnica 7 A, 1236 Trzin | tel.: 01 5800 884
faks: 01 5800 803 | e-pošta: info@forum-irt.si

www.forum-irt.si

PRIHODNOST IN VELIK NAPREDEK NA PODROČJU BIONIČNE PROTETIKE S PODPORO DIGITALNEGA DVOJČKA IN UMETNE INTELLIGENCE

Janez Škrlec

Bionični udi in proteze danes ljudem (brez okončin ali s poškodovanimi okončinami) pomembno izboljšajo kakovost življenja. Kljub vsemu pa si ljudje želijo še bolj naravne in prilagodljive protetike, predvsem takšne, ki jo čutijo kot del sebe in ne kot popoln tujek. Danes v svetu uspešno razvijajo novo, nosljivo in neinvazivno diagnostično napravo, ki se opira na zasnovo digitalnega dvojčka.



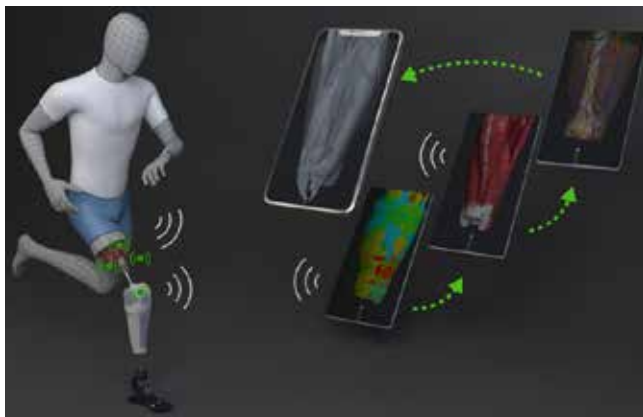
S pomočjo posebne platforme in digitalnih dvojčkov se uravnavajo gibalne možnosti bioničnih protez, detektirajo poškodbe in vplivi na mesto pritrditve proteze (vir: <https://researchfeatures.com>).

Fokus tega razvoja je izdelati bionične proteze s čim več udobja, stabilnosti in gibljivosti. Danes je težko doseči protetične armature, ki omogočajo

trajne visoke ravni dnevnih aktivnosti. V pomoč jim prihajajo rešitve iz pametnih materialov, biomaterialov in nanotehnologije. Pojavljajo pa se problemi, saj lahko proteze poškodujejo kožo, mišice, živce in ostanke kosti, kar lahko povzroča kronične težave. Bionična rešitev teh problemov naj bi bila posebna tehnološka platforma, ki temelji na treh med seboj povezanih sistemih: na mikroprocesorsko nadzoranem sistemu, na umetnem bioničnem sklepu in uporabi kostno integriranega vsadka. Proteza se zasidra na zunanji del tega vsadka. Danes imajo bionični udi fizične povezave z najrazličnejšimi deli telesa, kot so kosti, mišice, koža, živci in seveda možgani. Digitalni dvojček (digital twin) je navidezna kopija v računalniškem sistemu posebne platforme ali bionične proteze. Bionični udi so pritrjeni na kostno integrirane vsadke, uporaba osteointegracijskih vsadkov pa uporabnikom poveča čutnost.

Današnje tehnologije s senzorji zaznavajo in posredno ocenjujejo mehanske omejitve in izmerijo posledične gibe tkiv (kosti, mišic, tetiv, maščob, kože) znotraj ostankov delov telesa, ki so povezani z bioničnimi protezami. Bionične proteze so sestavljene tudi iz programske opreme, ki vse te informacije integrira v personaliziranega digitalnega dvojčka. Digitalni dvojček ustreza fizikalnemu modelu visoke natančnosti različnih tkiv. Sprednji del naprave je sestavljen tako, da omogoča vizualno animacijo modela v realnem času, tako da lahko bolniki in zdravniki, opremljeni z napravo, vidijo, kako gibi vplivajo na notranjost telesa. Diagnostična naprava nudi odlično izkušnjo za bolnike in izboljša rehabilitacijo.

Janez Škrlec, inž. meh., Uredništvo revije Ventil



Razvoj naslednje generacije bioničnih udov prinaša povsem nove rešitve, večjo varnost, udobnost, prilagodljivost in boljši nadzor obremenitev in boljšo klinično sliko (vir: <https://researchfeatures.com>).

Bionika je vedno bolj povezana z zdravstvom, medicino in industrijo

Diagnostična naprava preko uporabniškega vmesnika sproti stimulira določena območja vsadka in jih vodi k spremljanju položaja brez bolečin. Z izboljšanjem stabilnosti lahko zmanjša tveganje za rahljanje in zlome ter okužbe. Nov pristop izboljša kakovost življenja posameznikom, ki trpijo zaradi izgube okončin. Digitalni dvojček ponuja podrobne osebne evidence o zdravju, osteointe-

graciji in neželenih dogodkih. Diagnostična naprava zato ustvarja izjemne možnosti za natančne medicinske posege, za najboljše odločitve in uspešne procese rehabilitacije. Dolgoročno zbiranje podatkov prispeva k razvoju modelov, ki lahko s pomočjo umetne inteligence (IA) napovedujejo neželene dogodke, kot sta neugodno preoblikovanje kosti ali povišan vnetni odziv.

Digitalni dvojček omogoča simulacijo specifičnih učinkov določenega posega, preden se ta dejansko izvede. Omogoča nam napovedovanje izidov in po možnosti predvidevanje verjetnosti neželenih dogodkov. Omogoči tudi takojšnje prilagoditve in obremenitve, napetosti ter tako lahko dolgoročno izboljša zdravljenje. Danes tudi umetna inteligenca in strojno učenje spreminjata protetiko in razširjata njeno vlogo, s tem pa se odpira možnost, da se tudi hendikepirani ljudje vključujejo v industrijske delovne procese. Umsko nadzorovana protetika (z biokibernetskimi vmesniki) in s senzoričnimi povratnimi informacijami danes namreč postaja resničnost in realnost, vendar trenutno stroški še precej omejujejo široko uporabo. Bionične okončine lahko v celoti nadomeščajo izgubljen okončino, ustvarjajo fiziološko pravičen hod in ljudem ne omejujejo svobode gibanja.

PREPROSTA POD DO LINEARNE POGONSKO TEHNIKE



Le z nekaj kliki najdete pravi izdelek za vašo uporabo - gre zelo preprosto z našimi konstrukcijskimi orodji.

Na osnovi vaših zahtev, npr. glede obremenitev in profila gibanja, ugotavlja konstrukcijsko orodje primerne produktne rešitev. Vizualizacija in preverjanja sprejemljivosti vas podpirajo pri pravi izbiri.

Trenutno so na voljo naša konstrukcijska orodja za produktne skupine *Linearne osi* in Krogelna navojna vretena. Vse konstrukcijske rešitve lahko shranite in jih pozneje obdelujete naprej, ali pa jih udobno delite s kolegi.

Vi imate zamisel – mi zagotovimo ustrezen rešitev.

Vir:

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

INTERVJU Z ROKOM MAROLTOM, DIREKTORJEM JAVNE AGENCIJE ZA CIVILNO LETALSTVO REPUBLIKE SLOVENIJE (CAA)

Aleksander Čičerov

Letalstvo je zahtevna tehnična disciplina. Če samo pomislimo na pilotiranje sodobnih letal in na vse tisto, kar je povezano s tem, da letala varno letijo, da so pravočasna, vse pa mora potekati v skladu s pravili Mednarodne organizacije civilnega letalstva (ICAO) in nacionalnimi letalskim predpisi, lahko našo ugotovitev samo potrdimo. Zato smo k intervjuju povabili direktorja CAA g. Roka Marolta, ki nam bo predstavil svoj poklic, delovanje in pomen CAA, ki jo vodi.

Ventil: G. Marolt, najprej bi radi spoznali vašo kariero izkaznico. Predstavite nam, prosim, vašo kariero pot, ki vas je pripeljala na mesto direktorja CAA. Kako in zakaj vas je »potegnilo« letalstvo?

Rok Marolt: Leta 1987 sem v Adrii Airways (AA) začel delati kot študent – voznik kombija letalskih posadk. Že takrat sem spoznal, kaj pomeni organizacija in izvedba tako zahtevnih tehnoloških procesov, kot je delovanje letalske družbe. Leta 1990 sem se redno zaposlil pri AA kot dispečer v Operativnem centru Prometnega sektorja. V kasnejših letih sem napredoval do vodje Operativnega centra, pomočnika direktorja Letalskega sektorja in leta 2012 zasedel mesto direktorja sektorja operative. Iz AA sem odšel leta 2013, ko sem v zasebnem podjetju prevzel vodenje projekta za izvedbo šolanja posadk vladnega letala Falcon 2000EX in izdelavo vseh operativnih priročnikov. Projekt je bil uspešno zaključen leta 2015. Še isto leto sem zasedel tudi mesto direktorja CAA, kjer sem še danes.

Ventil: Kakšne so naloge in pristojnosti CAA, ki jo vodite?

Rok Marolt: CAA je letalski strokovni, regulativni, nadzorni in prekrškovni organ Republike Slovenije na področju letalskih predpisov in pravnih aktov, ki veljajo oziroma se uporabljajo v Republiki Sloveniji na naslednjih področjih:

- ▶ varnost letenja in komercialnih letalskih operacij, letališč in upravljanja zračnega prometa,
- ▶ varnost v zvezi z drugimi letalskimi dejavnostmi, osebjem in napravami, ki se uporabljajo v civilnem letalstvu,
- ▶ operativne licence,

- ▶ druge naloge nadzora varnosti, določene z izvedbenimi predpisi Evropske unije, Vlade RS, ministra, pristojnega za promet, razen nadzora nad izvajanjem letalskih predpisov in prekrškovnih postopkov, ki jih organi Evropske unije izvajajo neposredno.

Ključne naloge CAA so:

- ▶ vodenje in odločanje v upravnih postopkih (izdaja spričeval letalskih prevoznikov, operativnih licenc, certifikacija aerodromov, certifikacija izvajalcev ATM/ANS, certificiranje centrov letalske medicine in zdravnikov letalske medicine, certificiranje organizacij za usposabljanje letalskega osebja, licenciranje letalskega osebja, certifikacija organizacij in oseb, ki se ukvarjajo z gradnjo, proizvodnjo, kontinuirano plovnostjo in z vzdrževanjem zrakoplovov itd.),
- ▶ izvajanje stalnega nadzora,
- ▶ nadzor nad izvajanjem predpisov,
- ▶ vodenje in odločanje v prekrškovnih postopkih,
- ▶ vodenje registra zrakoplovov,
- ▶ vodenje registra letalskega in drugega strokovnega osebja,
- ▶ vodenje vpisnika letališč in vzletišč,
- ▶ vodenje evidence vzletnih točk in pristajalnih mest,
- ▶ izvajanje nadzora varnosti operatorjev in zrakoplovov drugih držav, ki pristajajo na letališčih v Sloveniji (RAMP),
- ▶ izdaja operativno-tehničnih zahtev,
- ▶ izdaja direktiv o varnosti,
- ▶ izdaja dovoljenj za gibanje in zadrževanje na javnih letališčih,
- ▶ izdaja certifikacijskih specifikacij,
- ▶ usklajevanje akcij iskanja in reševanja za civilno



Rok Marolt, direktor Javne agencije za civilno letalstvo Republike Slovenije (CAA) pred vladnim Falconom

letalstvo,

- ▶ analiziranje poročil o dogodkih v civilnem letalstvu,
- ▶ reševanje pravic potnikov.

Ventil: *Kako vidite naloge CAA v bližnji prihodnosti še posebej, če bo novi Zakon o letalstvu sprejet?*

Rok Marolt: Na CAA si prizadevamo, da je letvica nivoja letalske varnosti postavljena zelo visoko. Pri svojem delu smo zavezani dosledno spoštovati evropsko in nacionalno letalsko zakonodajo in obenem tudi slediti mednarodnim standardom in priporočenim praksam.

Veljavni Zakon o letalstvu velja že precej dolgo (glej Uradni list RS, št. 81/10 – uradno prečiščeno besedilo, 46/16 in 47/19). Potreben je temeljite prenove in posodobitve. Na CAA se zadnji dve leti skupaj z Ministrstvom za infrastrukturo intenzivno trudimo pripraviti nov Zakon o letalstvu, ki bo sodoben in bo omogočal letalskim deležnikom v RS kakor tudi CAA strokovno in učinkovito delo. Novi zakon je skoraj pripravljen in pričakujem, da bo v kratkem na voljo zainteresirani javnosti za podajanje pripomb in predlogov.

Ventil: *»Preživeli« ste združevanje republiških agencij pod okrilje dveh novih agencij. Na kaj ste se opirali, ko ste takemu predlogu nasprotovali?*

Rok Marolt: V skladu z mednarodnimi predpisi je potrebno zagotoviti učinkovit nadzorni organ v obliki nacionalnega pristojnega letalskega organa. Z vzpostavitvijo nove agencije bi se pod vprašanj postavila zahteva mednarodnega letalskega prava glede samostojnosti nacionalnega letalskega organa – novi agenciji bi se sicer zagotovila samostojnost v razmerju do ostalih državnih organov, problem pa je, da se letalskemu organu, ki bi bil po novi ureditvi del »mega« agencije znotraj nove agencije, ne bi zagotovila samostojnost (tako glede virov financiranja, kadrov in podobno). S tem bi se vrnil v leto 2010, ko je Republiki Sloveniji grozil ukrep Evropske komisije –predsodni postopek pred sodiščem EU proti RS.

CAA mora biti neodvisna in samostojna. Osnovna letalska uredba EU, ki ureja letalstvo, določa, da države članice EU zagotovijo, da njihovi pristojni nacionalni organi neodvisno sprejemajo strokovne odločitve o certificiranju, nadzoru in izvrševanju ter svoje naloge opravljajo nepristransko in transparentno, da so ustrezno organizirani in upravljani ter imajo ustrezne kadre. Evropska agencija za letalsko varnost (EASA) neposredno nadzira slovensko CAA pri sprejemanju strokovnih odločitev in izvajanju nadzora za zagotavljanje letalske varnosti. Odločitve, povezane z letalsko varnostjo, morajo

biti sprejete hitro in strokovno, kar bi bilo v »mega« agenciji nemogoče, saj bi letalski del take agencije postal neoperativen. Letalstvo pa mora biti sinonim za operativnost.

Evropska in svetovna zakonodaja zahtevata, da so nadzorniki in letalski nadzorniki pri svojem delu in odločitvah samostojni. Imeti morajo pooblastila za odločanje in vodenje postopkov.

Ventil: *Bili ste del AA. Kaj je za vas osebno pomenil stečaj AA in kaj to pomeni za CAA?*

Rok Marolt: Kot je že uvodoma zapisano, sem velik del svoje poklicne kariere preživel v AA. Skupaj s študentskim delom se je nabralo kar celih 26 let.

Dogajanja v AA sem ves čas pozorno spremljal. Kot nekdanji zaposleni delavec AA in tudi v vlogi direktorja CAA sem občutil veliko razočaranje ob propadu tako renomiranega in tradicionalnega letalskega prevoznika s svojo bogato letalsko zgodovino. Z vidika CAA prizemljitev nacionalnega prevoznika pomeni veliko izgubo po strokovni plati. Pri certifikaciji in nadzoru za naše razmere sorazmerno velikega letalskega prevoznika so letalski nadzorniki pridobili veliko znanja, izkušenj in kompetenc, ki jih uporabljamo pri svojem delu tudi pri drugih letalskih prevoznikih, ki za svoje delo uporabljajo certifikate slovenske CAA. Z izgubo AA smo izgubili tudi del slovenske zračne suverenosti (op. A. Č.).

Ventil: *Kakšna je verjetnost, da bo Slovenija dobila novega nacionalnega letalskega prevoznika?*

Rok Marolt: Bojim se, da je možnost zelo majhna. Časi v povezavi z epidemijo in nezmožnostjo prostih potovanj ljudi še poslabšujejo možnost delovanja letalskih prevoznikov. Za ustanovitev in zagon novega nacionalnega letalskega prevoznika so potrebna velika finančna sredstva. Verjetno bi bila v RS edina realna možnost, da se za to odloči država. Zaenkrat pa nimam informacij, da se pripravlja kakšen tak projekt.

Ventil: *Kaj se je dogajalo v delovanju CAA v času COVID-19?*

Rok Marolt: Epidemija je od nas v zadnjem letu in pol zahtevala, da smo svoje delo prilagodili novo nastali situaciji. Ves ta čas je CAA delovala in svojim uporabnikom nudila vse storitve, ki so v njeni pristojnosti. Veliko je bilo dela od doma. Vse mednarodne aktivnosti pa se izvajajo po video povezavah.

V času epidemije smo zagotavljali, da so se vsi postopki izvajali tekoče in da ni prihajalo do zamud pri izdaji licenc ali certifikatov. Nadzor smo opravljali pretežno po video sistemih in s tem zagotavljali enak nivo letalske varnosti tudi v času spremenjenih razmer.

Ventil: *S svojim delovanjem je CAA prisotna v delu mednarodnih letalskih organizacij. Kje vse in kakšne so odgovornosti CAA do teh organizacij?*

Rok Marolt: Republika Slovenija je 12. junija 1992 postala polnopravna članica ICAO. Članstvo v ICAO pomeni zavezo, da se vsaka posamezna članica obveže, da bo implementirala vso zakonodajo, s katero ICAO ureja civilno letalstvo v svojih članicah. Trenutno je v ICAO 193 držav članic.

Kot članica EU smo tudi del t. i. okolja EASA. Evropska agencija za letalsko varnost (EASA) s standardizacijskimi inšpekcijami nadzoruje, kako posamezna država spoštuje evropske letalske uredbe in jih uporablja v praksi. RS je tudi članica Eurocontrola in ECAC.

Ventil: *Mednarodno letalsko pravo zaenkrat še ne določa višine zračnega prostora nad članicami ICAO. Velja samo pravilo, da so države članice popolno in izključno suverene v zračnem prostoru nad svojimi ozemlji. Glede na vse številnejše vesoljske aktivnosti posameznih držav se vedno bolj izpostavlja želja po določitvi meje med zračnim in vesoljskim pravom. Kaj mislite o tem?*

Rok Marolt: Kot že sami ugotavljate, mednarodno letalsko pravo, med drugim tudi Čikaška konvencija, državam zagotavlja ohranitev popolne in izključne suverenosti v zračnem prostoru nad njihovim ozemljem. Prizadevanja za raziskovanje in doseganje dogovora o opredelitvi zgornje meje zračnega prostora segajo v zgodnje dni letalskih poletov in se nadaljujejo v enaindvajsetem stoletju. Slovenija zgornje meje zračnega prostora še ni določila. S predlogom novega Zakona o letalstvu pa pripravljavec želi urediti tudi to vprašanje. Za CAA je pomembno, da naša pristojnost seže do tam, do koder so lahko aktivni letalski subjekti oziroma do koder se lahko zagotavljajo storitve. Nedvomno pa je vprašanje razmejitve pomembno za zagotovitev enakega dostopa do vesolja, odgovornosti za vesoljske aktivnosti.

Ventil: *Ali bi lahko brezpilotne zrakoplove uvrstili med orožje v smislu 3. bis člena Čikaške konvencije?*

Rok Marolt: Brezpilotni zrakoplovi so v zadnjem času aktualna tema na mednarodnem kakor tudi na domačem parketu. Z začetkom letošnjega leta sta v EU začeli veljati dve uredbi, ki urejata delovanje brezpilotnih zrakoplovov. Uredbi veljata v RS in se od 1. 1. 2021 tudi izvajata. V dosedanjih razpravah v povezavi z brezpilotnimi zrakoplovi je bila v ospredju predvsem njihova varna uporaba v naseljih oz. nad naselji, souporaba kontroliranega zračnega prostora in posegi v zasebnost. Potrebno se je zavedati, da lahko brezpilotni zrakoplovi predstavljajo tudi grožnjo in zlorabo njihovega delovanja v kriminalne in teroristične namene. Hkrati z razvojem brezpilotnih zrakoplovov se razvijajo tudi

zaščitni sistemi, ki onemogočajo njihovo delovanje na določenem geografskem področju.

Ventil: *Kako bi po vašem mnenju lahko izboljšali zaupanje ljudi v varnost civilnega letalstva, še posebej glede na najnovejše dogodke (prisilni pristaneke Rynaira, COVID-19, ugrabitve letal, sestrelitve letal in podobno)? Kaj bi morala storiti ICAO, Ministrstvo za infrastrukturo?*

Rok Marolt: Uporaba letal je po vseh statistikah najbolj varen prevoz ljudi in blaga. Zaupanje ljudi v letalstvo se je gradilo več desetletij in le s stalnim strokovnim nadzorom in z izobraževanjem vseh deležnikov je mogoče ohraniti zaupanje potencialnih potnikov.

V RS sta za letalsko varnost pristojna predvsem CAA in Ministrstvo za infrastrukturo. V zadnjih letih CAA dobro sodeluje z Ministrstvom in moje mnenje je, da je Slovenija z vidika letalske varnosti varna in zaupanja vredna država.

Ventil: *Kakšna je prihodnost električnih letal?*

Rok Marolt: Tudi v času epidemije, ko se je število letov globalno zmanjšalo za več kot 50 %, je potreben temeljit razmislek o tem, kako v bodoče zmanjšati ogljični odtis v letalstvu. Ponujata se dve možnosti: elektrika in vodik. Električni zrakoplovi se bodo verjetno uporabljali za krajše razdalje, medtem ko naj bi v naslednjih 15 letih obstoječa letala zamenjala letala na vodik. Prehod na alternativne vire goriva bo povezan z velikimi stroški in obstaja strah, da bi to lahko pomenilo propad manjših letalskih družb.

Vseeno ostanimo optimisti!

Ventil: *V imenu uredništva VENTIL se vam zahvaljujem za zanimivo in poučno »letenje« in vam pri vašem delu želim veliko uspeha in zadovoljstva. Naj bo letenje še naprej varno in brez dogodkov, ki bi ogrozili varnost civilnega letalstva tako nacionalnega kot tudi mednarodnega.*

Mag. Aleksander Čičerov,
Uredništvo revije Ventil, UL, FS



Mednarodna konferenca

Fluidna tehnika/Fluid Power 2021

Maribor, 16. in 17. september 2021

Mednarodna konferenca Fluidna tehnika 2021, osrednji bienalni dogodek branže, bo potekala v Mariboru 16. in 17. septembra 2021 v IZUM-u – Institutu informacijskih znanosti.

V letošnjih prispevkih se bomo posvetili sledečim aktualnim tematikam:

- kam gre razvoj na področju hidravlike in pnevmatike? – digitalizacija ...,
- razvoj komponent – metode in pristopi snovanja, materiali, učinkovitost in integracija »pameti« ...,
- vloga računalnikov in programske opreme na področju fluidne tehnike – realistične simulacije ...,
- koncepti vodenja in nadzora naprav – novi pristopi ter koristi in možnosti za uporabnika ...,
- posebne rešitve s področja hidravlike in pnevmatike – energija po potrebi, sinhrono gibanje ...,
- novosti na področju hidravličnih tekočin – nove tekočine, novi pristopi in oprema pri vzdrževanju ...,
- ...

Vabimo vas, da se udeležite tega osrednjega dogodka branže!

Vse informacije o dogajanju na konferenci najdete na spletni strani konference:

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



MATEMATIČNI MODEL ZA HIDRAVLICNE AKUMULATORJE

Franc Majdič

Izvleček:

Hidravlični akumulatorji (HA) so vgrajeni v številnih hidravličnih sistemih (HS). Največkrat dodajajo v HS hidravlično kapljevino (HK) tako, da »izravnajo« njeno neenakomerno porabo ob delovanju nekaterih hidravličnih cilindrov (HC), hidromotorjev (HM) ter zasučnih cilindrov (ZC), in sicer tistih, ki za svoje delovanje potrebujejo v kratkem času velike količine HK pod tlakom. Gre za periodične kratkotrajne velike zahtevane pretoke. Tako »po zaslugi« ustreznih velikih HA ni potrebno vgraditi črpalk s sicer »prekomerno« iztisnino. Takšna poraba HK je zelo pogosta v večjih sistemih pogonsko-krmilne hidravlike (PKH), kar je zapisano že v *Izvlečku* [1].

V fazi projektiranja HS je treba izračunati potrebno velikost HA (enega ali večjega števila). V začetnem delu tega prispevka podan matematični model predstavlja najprej kratko izvajanje modela in nato končno enačbo, ki omogoča izračun potrebne prostornine HA. V nadaljevanju prispevka je podan računski zgled – aplikativni primer uporabe matematičnega modela na primeru HS s štirimi izvršilnimi komponentami (IK), in sicer tremi HC in enim HM. Predvsem HC 2 in HM (glej: *slika 2* in *preglednica 2*) imata izrazito nadpovprečno porabo HK v kratkem času. Tej porabi izbrana črpalka ne more zadostiti, del količine mora torej dodati HA. Kako izračunamo ustrezno prostornino HA, prikazuje prispevek.

Ključne besede:

pogonsko-krmilna hidravlika (PKH), hidravlični sistem (HS), hidravlični akumulator (HA), hidravlična komponenta, hidravlična kapljevina (HK), mejni tlaki, enačba

1 Uvod

Za razumevanje tega prispevka je nujno, da si bralec odpre članek v [1], pa čeprav tematiko zelo dobro pozna. Oznake predvsem pomembnih mejnih tlakov delovanja, eksponentov termodinamičnih preobrazb in pomembnih mejnih volumnov, ki nastopajo pri delovanju HA, so iste kot v [1] in jih tu ne ponavljamo. Isto velja za fizikalne osnove delovanja HA. Brez natančnega poznavanja in razumevanja tematike članka v [1] razumevanje tega prispevka (najbrž) ni možno.

Torej: če uporabimo hidravlične akumulatorje, nam črpalk ni treba dimenzionirati na največji potrebni tok HK pod tlakom, pač pa le na povprečni pretok, ki ga izračunamo po enačbi (1) glede na skupni potrebni dovedeni volumen HK, dovedene v IK, in celoten čas ciklusa. Upoštevamo tudi čas nedelovanja izvršilnih komponent (IK). Celoten cikel torej upoštevamo od začetka prvega giba ene izmed IK do ponovnega začetka istega giba. Celotni potrebni volumen je torej seštevek volumnov vseh faz ciklusa.

$$Q_{\text{povp}} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{t_{\text{cikla}}} \quad (1)$$

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

Zaradi lastnosti hidravličnih akumulatorjev pa morajo biti hidravlični sistemi, ki imajo HA vgrajene, nujno projektirani tako, da normalno delujejo v določenem izbranem območju tlakov. Za spodnji delovni tlak p_{sp} praviloma izberemo tisti tlak, pri katerem lahko HS še nazivno opravlja vse delovne gibe. Zgornji delovni tlak p_{zg} izberemo z ozirom na želeni učinek naprave in vgrajene komponente. Čim večja je razlika med p_{sp} in p_{zg} , tem večja je razpoložljiva količina HK pod tlakom v enem ali več HA. Pomembni mejni 4 tlaki delovanja HA so podrobno pojasnjeni v [1].

Pri projektiranju hidravličnega sistema z neenakomerno porabo HK pod tlakom se praviloma odločimo za vgradnjo HA (enega ali več). Poleg odločitve o vrsti HA, najvišjem dopustnem tlaku ipd. je treba določiti tudi njegov (njihov) celotni volumen V_o . V nadaljevanju prispevka podani matematični model omogoča izračun tega volumna.

2 Matematični model za izračun V_o

Za medsebojni odnos tlakov v HA med delovanjem velja neenačba (enačba):

$$p_0 < p_{sp} < p_{zg} \leq p_{MAX} \quad (2)$$

V času delovanja enega ciklusa stroja/postrojenja, torej s tem tudi ciklusa delovanja HS, potekata v HA kompresija in ekspanzija plina. Termodinamične

preobrazbe plina so od izotermne do izentropne. Ker v HA uporabljamo le dvoatomne pline, so eksponenti preobrazb v območju:

$$1,0 \leq n \leq 1,4 \quad (3)$$

V fazi kompresije označujemo eksponent z n_k , v fazi ekspanzije pa z n_e . Ekspanzija plina v HA lahko poteka z dvema različnima hitrostma, tedaj računamo z različnima n_e ; torej n_{e1} in n_{e2} . Termodinamične preobrazbe plina v HA so podrobno pojasnjene v tekstu ter na slikah 2 in 3 v [1]. Ekspanzija od p_{MAX} do p_{ZG} ima v številnih primerih drugačen eksponent n_e kot od p_{ZG} do p_{SP} , zato ju računamo z različnima eksponentoma, torej n_{e1} in n_{e2} .

Izvajanja v tem prispevku so izvedena za idealni plin. Kjer je HK hidravlično olje, moramo HA polniti z dušikom (nevarnost eksplozije), ki pa je realni plin. Zato so izvajanja precej poenostavljena in končne enačbe dajo nekoliko napačne rezultate, ki pa so za aplikacijo v praksi uporabni.

Če upoštevamo korekcijski faktor za realni plin (po viru [3]), ugotovimo, da enačbi (13) in (15), ki sta izvedeni za idealni plin, dajeta za približno 10 % do 20 % večje vrednosti za V_0 in ΔV_{2a} , kot je realno. To velja za parametre, ki so prisotni v aplikativnih HS, izvedenih v običajni praksi. Realna sprememba volumna plina ΔV tako pri kompresiji kot pri ekspanziji je torej manjša od izračunane. Manjši ΔV pri ekspanziji plina pomeni za toliko manjši dotok HK pod tlakom iz HA v HS. Torej je treba izračunano prostornino V_0 dejansko vgrajenemu HA povečati vsaj za 10 % do 20 %. Tlaki v HS so običajno 100 bar do 350 bar. Za nižje tlake in nižje tlačne razlike p_{ZG}/p_{SP} je korekcija večja kot za višje tlake in večje tlačne razlike.

Ko HK doteka v HA, tlak plina in s tem tudi tlak HK v sistemu narašča. Za čas naraščanja tlaka in s tem kompresije plina v HA veljajo enačbe (glej sliko 2 v [1]):

$$p_0 \times V_0^{n_k} = p_{SP} \times V_{SP}^{n_k} = p_{ZG} \times V_{ZG}^{n_k} = p_{MAX} \times V_M^{n_k} \quad (4)$$

Za čas upadanja tlaka v HS in s tem ekspanzije plina v HA pa veljata enačbi:

$$p_{MAX} \times V_M^{n_{e1}} = p_{ZG} \times V_{ZG}^{n_{e1}} \quad (5)$$

$$p_{ZG} \times V_{ZG}^{n_{e2}} = p_{SP} \times V_{SP}^{n_{e2}} \quad (6)$$

Za izračun ustrezne celotne prostornine HA, to je V_0 , računamo »delovno« ekspanzijo plina le od p_{ZG} do p_{SP} , ker je le to zanesljivo (razlaga za to je v [1]). Če se ekspanzija začne že pri tlaku p_{MAX} , seveda velja $n_{e1} = n_{e2} = n_e$.

Ob delovanju HA so znani tlaki, niso pa znane vmešne pomembne prostornine. Tako bomo neznane veličine izrazili z znanimi. Izračunati želimo celotno potrebno prostornino V_0 . Iz enačbe (4) sledi:

$$V_M = \left\{ \frac{p_0}{p_{MAX}} \right\}^{\frac{1}{n_k}} \times V_0 \quad (7)$$

Iz enačb (5) in (7) dobimo:

$$V_{ZG} = \left\{ \frac{p_{MAX}}{p_{ZG}} \right\}^{\frac{1}{n_{e1}}} \times \left\{ \frac{p_0}{p_{MAX}} \right\}^{\frac{1}{n_k}} \times V_0 \quad (8)$$

Iz enačbe (6) ob upoštevanju enačbe (8) sledi:

$$V_{SP} = \left\{ \frac{p_{ZG}}{p_{SP}} \right\}^{\frac{1}{n_{e2}}} \times \left\{ \frac{p_{MAX}}{p_{ZG}} \right\}^{\frac{1}{n_{e1}}} \times \left\{ \frac{p_0}{p_{MAX}} \right\}^{\frac{1}{n_k}} \times V_0 \quad (9)$$

Kadar v HS ni porabe HK, pa tudi sicer, je z ozirom na razbremenjevanje črpalke vedno vsaj tlak p_{ZG} (funkcionalna pojasnila so v [1]). Ob porabi HK iz HA tlak upade praviloma največ do p_{SP} . Torej iz HA, kot je razvidno s sliko 2 v [1], v HS doteče sledeča količina HK pod tlakom:

$$\Delta V_{1a} = V_{SP} - V_{ZG} \quad (10)$$

Ob upoštevanju enačb (8) in (9) dobi enačba (10) obliko:

$$\Delta V_{1a} = V_0 \times \left\{ \frac{p_{MAX}}{p_{ZG}} \right\}^{\frac{1}{n_{e1}}} \times \left\{ \frac{p_0}{p_{MAX}} \right\}^{\frac{1}{n_k}} \times \left[\left\{ \frac{p_{ZG}}{p_{SP}} \right\}^{\frac{1}{n_{e2}}} - 1 \right] \quad (11)$$

ΔV_{1a} je količina HK, ki izteče iz HA pri upadu tlaka od p_{ZG} do p_{SP} .

ΔV_{1a} upoštevamo kot največji primanjkljaj HK (pod tlakom) v enem ciklusu delovanja HS in s tem stroja/postrojenja. To količino HK mora v HS dodati HA (eden ali več). V ciklusu delovanja HS moramo določiti največji volumni primanjkljaj HK. Ciklus mora biti znan, določi ga glavni projektant stroja/postrojenja.

Ciklus razdelimo na posamezne faze delovanja. Ena faza pomeni časovno obdobje, v katerem je poraba kapljevine (pod tlakom) enaka, npr. količina, ki jo porabi HC v enem gibu (v eno smer). V času ene faze dovede črpalka neko količino HK v HS. Če je ta količina večja, kot je poraba HK v tej fazi, teče višek v HA, če je manjša, pa primanjkljaj doteče iz HA v HS.

Seštevek potrebnih količin po vseh fazah enega ciklusa je volumen, ki ga mora v HS dovesti črpalka v času ciklusa, označimo ga z V_{cikt} . Ciklus traja t_{cikt} . Črpalka, ki polni HS, mora torej imeti pretok (v tlačni vod):

$$Q_{\check{c}} \geq \frac{V_{cikt}}{t_{cikt}} \quad (12)$$

Za izračune v praksi mora veljati neenačaj. Izbrana črpalka naj ima pretok vsaj približno 20 % večji.

Za izračun je primerno da si izdelamo preglednico.

Preglednica 1: Gibi izvršilnih komponent (HC, HM in ZC), časi gibov in potrebni volumni po posameznih fazah delovanja HS v enem ciklusu

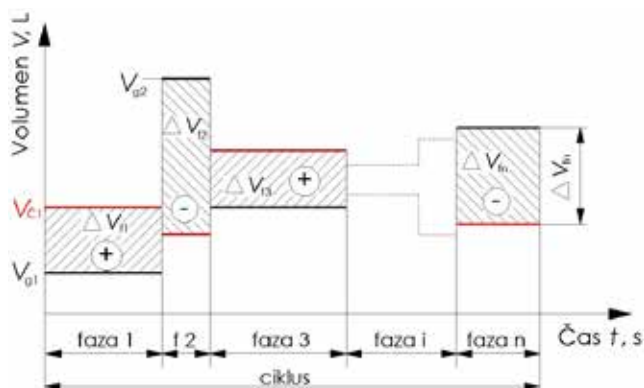
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
faze ciklusa	gib IK: HC, HM, ZC	čas giba, s	potreben volumen giba, L	volumen iz črpalke L	ΔV_f posamezne faze, L	ΔV_k kumulativno, L
1	faza 1	t_1	V_{1g}	$V_{1\check{c}}$	ΔV_{f1}	ΔV_{1k}
2	faza 2	t_2	V_{2g}	$V_{2\check{c}}$	ΔV_{f2}	ΔV_{2k}
3	faza 3	t_3	V_{3g}	$V_{3\check{c}}$	ΔV_{f3}	ΔV_{3k}
i	faza i	t_i	V_{ig}	$V_{i\check{c}}$	ΔV_{fi}	ΔV_{ik}
-	- - -	- -	- -	- -	- -	- -
n	faza n	t_n	V_{ng}	$V_{n\check{c}}$	ΔV_{fn}	ΔV_{nk}
	$\Sigma =$	t_{cikl}	V_{ciklusa}			
1	nov ciklus					

Označbe stolpcev v preglednici 1:

- I zaporedna št. faze v ciklusu,
- II faza; opis - označba giba IK (HC, HM, ZC) ali premor,
- III čas trajanja faze oz. čas giba IK,
- IV V_g , volumen giba v posamezni fazi,
- V $V_{\check{c}}$, volumen, ki ga črpalka iztisne v HS v času trajanja faze,
- VI ΔV_f , razlika med V_g in $V_{\check{c}}$; višek (+) ali primanjkljaj (-) v fazi,
- VII ΔV_k , kumulativni (zbirni) višek ali primanjkljaj med izvajanjem faz

Po posameznih fazah v času enega ciklusa seštevamo in/ali odštevamo viške in/ali primanjkljaje HK glede na količino, ki jo dovede črpalka. Kumulativni (zbirni) seštevek izpisujemo v stolpcu VII. V neki (katerikoli) fazi je primanjkljaj največji. To v izračunu upoštevamo kot ΔV_{1a} (slika 2 v [1]).

Slika 1 grafično ponazarja razmere, prikazane v preglednici 1.



Slika 1: Grafični prikaz viškov in primanjkljajev volumna po fazah v enem ciklusu

Iz enačbe (11) sledi enačba (13), ki omogoča izračun potrebne celotne prostornine V_0 HA.

$$V_0 = \frac{\Delta V_{1a}}{\left\{ \frac{1}{p_{MAX}} \right\}^{n_{e1}} \times \left\{ \frac{p_0}{p_{MAX}} \right\}^{n_k} \times \left[\left\{ \frac{p_{ZG}}{p_{SP}} \right\}^{n_{e2}} - 1 \right]} \quad (13)$$

S slike 2 v [1] je razvidno, da je za ugotavljanje stanja HS zelo zanimiva tudi sprememba volumna ΔV_{2a} . Kadar nobena IK v sistemu ne deluje, predstavlja ta volumen zaradi notranje lekaže HS, iztečeno KH iz HA (zunanje lekaže itak ne sme biti). Čas iztekanja volumna ΔV_{2a} je dober pokazatelj notranje lekaže v času »histereznega« delovanja HS, ko tlak upade od p_{MAX} do p_{ZG} .

$$\Delta V_{2a} = V_{ZG} - V_{MAX} \quad (14)$$

Upošteva enačbi (7) in (8) dobi enačba (14) obliko

$$\Delta V_{2a} = V_0 \times \left\{ \frac{p_0}{p_{MAX}} \right\}^{n_k} \times \left[\left\{ \frac{p_{MAX}}{p_{ZG}} \right\}^{n_{e1}} - 1 \right] \quad (15)$$

3 Računski zgled za matematični model

Za aplikativno ponazoritev matematičnega modela bomo obravnavali računski zgled za hidravlični sistem (HS) po shemi, prikazani na sliki 2. Glede na pravila postopka izdelave projekta HS glavni projektant stroja/postrojenja določi (je določil) vrsto in nekatere parametre delovanja izvršilnih komponent (IK) - hidravličnih cilindrov (HC), hidromotorjev (HM) in zasučnih cilindrov (ZC), določi njihove sile (za HC), navore (za HM in ZC) in hitrosti delovanja ter, če je potrebno, tudi pospeške in pojemke ter eventualne ostale posebnosti delovanja. ZC v projektu po sliki 2 ni; tudi sicer se zelo redko uporablja.

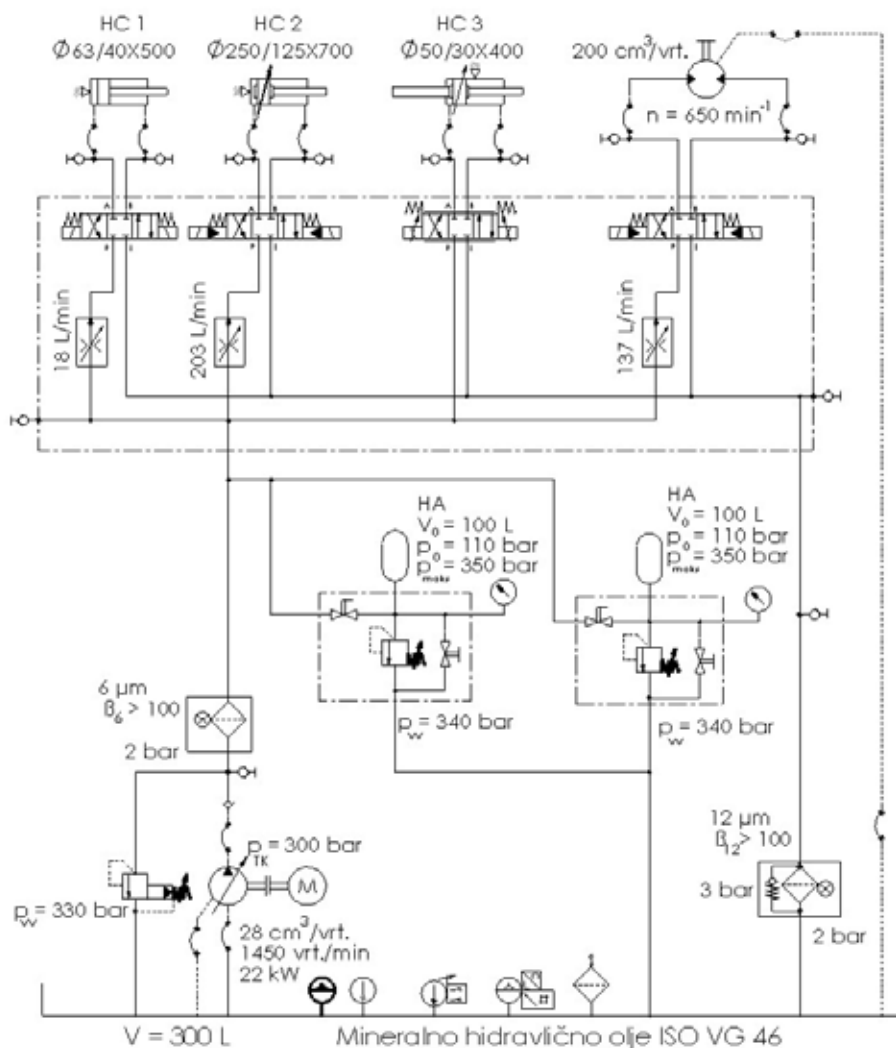
Višine tlakov naj glavni projektant ne določa sam, torej tudi ne premerov HC in iztisnine HM, ker so ti parametri odvisni od izbranih tlakov. Glavni projektant namreč v večini primerov nima zadosti znanja s področja PKH. Nujno pa mora določiti parametre, ki jih narekuje mehanika stroja/postrojenja, torej vrstni red gibov (zaporedje delovanja posameznih faz), dolžine in čase gibov HC, vrtilno hitrost HM ter eventualne pospeške in pojemke njihovih gibov.

Projektant HS mora začeti sodelovati že pri zasnovi projekta. To je pomembno predvsem zaradi izbire primernih delovnih tlakov, ki so odvisni od predvidenih hidravličnih komponent, vgrajenih v HS. Nivo tlakov določa premere HC ter navore HM in ZC.

Kot je razvidno s hidravlične sheme (slika 2), je glavni projektant stroja/postrojenja za obravnavani projekt določil tri HC in en HM. Premeri HC in iztisnina HM so izbrani na osnovi sodelovanja glavnega projektanta in projektanta HS. Izbrani bistveni tlaki so navedeni na sliki 2 ob črpalki, obeh varnostnih ventilih in ob HA.

Vrstni red gibov izvršilnih komponent (HC in HM) prikazuje *preglednica 2*. Ves ciklus delovanja stroja/postrojenja je razdeljen na 10 delov; to je 10 faz delovanja v enem ciklusu, ki vsebuje osem delovnih gibov izvršilnih komponent (IK) in dva premora njihovega delovanja. Ciklus traja 120 sekund. Faze delovanja so označene v *stolpcu I*. V *stolpcu II* je označeno, kateri HC ali HM deluje in v katero smer. V *stolpcu III* je vpisan čas giba posamezne IK ali čas premora. Ta čas, kot smo že omenili, določi glavni projektant stroja/postrojenja; projektant HS mora te čase točno upoštevati in jim zadostiti v delovanju HS.

Velikost posameznega HC in iztisnina HM ter čas delovanja posamezne faze določajo potreben volumen hidravlične kapljevine (HK) za izvedbo posameznega delovnega giba. Pri izračunu volumnov posameznih gibov HC smo upoštevali, da se delovni gib vsakega HC konča 10 mm pred prirobnico na vsaki strani, kar omejujejo mejna stikala ali LVDT-ji v batnicah. To je potrebno, da bat ne udari v prirobnico. Tako so delovni gibi HC-jev od leve proti desni (slika 2): 480 mm, 680 mm in 380 mm.



Slika 2 : Hidravlična shema sistema s 4 izvršilnimi komponentami (3 × HC in 1 × HM); vir [1]

Preglednica 2 : Gibi izvršilnih komponent (HC in HM), časi gibov in potrebni volumni za izvedbo gibov v posameznih fazah delovanja HS v enem ciklusu ter ostali volumni ciklusa

	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
faze ciklusa	gib HC ali HM	čas giba, s	potreben volumen giba, L	volumen iz črpalke L	ΔV_f posamezne faze, L	ΔV_k kumulativno, L
1	HC 1 →	5,0	1,5	3,25	+1,75	--
2	HC 2 →	10,0	33,8	6,50	-27,3	-27,3
3	HC 3 →	7,0	0,48	4,55	+4,07	-23,23
4	HC 3 ←	7,0	0,48	4,55	+4,07	-19,16
5	premor	25,0	0	16,25	+16,25	-2,91
6	HC 2 ←	7,5	25,0	4,87	-20,13	-23,04
7	HC 1 ←	3,0	0,9	1,95	+1,05	-22,0
8	premor	20,0	0	13,00	+13,0	-9,0
9	HM ∪	6,0	13,68	3,90	-9,78	-18,78
10	premor	29,5	0	19,17	+19,17	(+0,39)
	$\Sigma =$	120,0	75,84	17,99		
1	nov ciklus					

HA dodaja v HS nekontroliran in neenakomeren dotok HK, kar je posledica spreminjajočega se tlaka. Zato morajo biti, da zagotavljamo želene čase delovanja posameznih faz, dotoki v HC in HM določeni s tokovnimi ventili (QV). Glede na projektirane čase gibov (stolpec III v preglednici 2) in potrebne volumne HK za izvedbo gibov (stolpec IV) izračunamo sledeče nastavitve tokovnih ventilov: QV1 = 18 L/min, QV2 = 203 L/min, QV3 = 137 L/min. Nastavitve so podane na sliki 2. Ko za posamezen HC določimo čas giba batnice navzven, je s tem seveda ob dani nastavitvi QV že tudi določen čas giba batnice navznoter. Če zaradi zahtev delovanja stroja to ne bi ustrezalo, je treba vgraditi po en QV v vsak cevni vod pred HC in HM. Tu bi morali biti QV z vgrajenim protipovratnim ventilom ali pa krmiljeni (proporcionalni) QV. Ustrezali bi tudi proporcionalni potni ventili, kar je primer za krmiljenje HC3. Tu količino dotoka v HC3 krmilimo s proporcionalnima magnetoma preko pripadajoče elektronike.

Tokovni ventili (QV) morajo biti ventili s tlačno kompenzacijo, ker se tlak v HS spreminja v delovnem procesu od p_{sp} do p_{zg} oz. celo do p_{max} . Ventili QV naj bi imeli tudi temperaturno kompenzacijo, da je tudi vpliv spremembe temperature HK eliminiran.

Volumen – pretok HM

Glede na mehaniko prenosa z vrtenja HM preko zobniškega reduktorja na zobato lettev translatornega pogona je glavni projektant določil za HM vrtilno hitrost 650 min⁻¹.

Glede na zahtevani navor HM je projektant HS izračunal potrebno iztisinino 200 cm³/vrt. Ta iztisinina zadošča za spodnji delovni tlak $p_{sp} = 150$ bar in $n = 650$ min⁻¹. Določiti je treba nastavev tokovnega ventila (QV) za dotok v HM.

Za izračun potrebnega vtočnega toka v HM uporabimo znano številsko enačbo:

$$Q_{HM \text{ vtok}} = \frac{q_{HM} \times n_{HM}}{1000 \times \eta_{vHM}} (z - 1)$$

kjer imajo posamezne veličine sledeče enote in pomen:

$Q_{HM \text{ vtok}}$, L/min	tok kapljevine na vtočni strani v HM,
q_{HM} , cm ³ /vrt	iztisinina HM,
n_{HM} , min ⁻¹	vrtilna hitrost HM,
η_{vHM} , -	volumetrični izkoristek HM

V enačbi (z - 1) za izračun upoštevamo $\eta_{vHM} = 0,95$ (računamo kot malo rabljen; kvalitetni novi imajo volumetrični izkoristek ~ 0,97).

Upoštevaje zgoraj in v sliki 2 navedene delovne parametre HM dobimo iz enačbe (z - 1) rezultat:

$Q_{HM \text{ vtok}} = 136,8$ L/min = 2,28 L/s, kar pomeni vtočni volumen v HM 13,68 L v 6 sekundah (preglednica 2, stolpec IV).

Volumen – pretok črpalke (Č)

Kot je navedeno že v uvodnem izveščku tega prispevka, so HA vgrajeni v številnih hidravličnih sistemih (HS) za dodajanje hidravlične kapljevine (HK), da »izravna« njeno neenakomerno porabo ob delovanju nekaterih izvršilnih komponent, ki za svoje delovanje potrebujejo v kratkem času velike količine HK pod tlakom (*preglednica 2*). Gre torej za periodične kratkotrajne velike zahtevane pretoke. V HS z vgrajenimi HA zato vgradimo črpalko (črpalko) za povprečen pretok (povprečno porabo v izvršilnih komponentah), viške in primanjkljaje pretoka pa »izravna« HA.

Za delovne gibe enega ciklusa potrebujemo 75,84 L kapljevine (*preglednica 2*, stolpec IV). Iz črpalke (Č) mora v času enega ciklusa v HS doteči vsaj tolikšen volumen HK. Preverimo, če izbrana Č dovede vsaj ta volumen v HS.

Izbrana Č je aksialna batna črpalka, gnana z elektromotorjem moči 22 kW in 1450 vrt./min. Pretok, ki ga Č dodaja v HS, izračunamo po znani številski enačbi (z – 2):

$$Q_{\check{c}} = \frac{q_{\check{c}} \times n_{\check{c}} \times \eta_{v\check{c}}}{1000} = 39,0 \text{ L/min} = 0,65 \text{ L/s (z – 2)}$$

V enačbi (z – 2) imajo posamezne veličine sledeče enote in pomen:

$Q_{\check{c}}, \text{ L/min}$	tok kapljevine na iztočni strani iz Č,
$q_{\check{c}}, \text{ cm}^3/\text{vrt}$	iztisnina Č (shema <i>slika 2</i> (28 cm ³ /vrt.)),
$n_{\check{c}}, \text{ min}^{-1}$	vrtlina hitrost Č (shema <i>slika 2</i> (1450 min ⁻¹)),
$\eta_{v\check{c}}, -$	volumetrični izkoristek Č

V enačbi (z – 2) za izračun upoštevamo $\eta_{v\check{c}} = 0,96$ (računamo kot malo rabljeno, kvalitetne nove imajo volumetrični izkoristek 0,97 do 0,98).

V času enega ciklusa (120 s) črpalka polni HS z volumenom 78,0 L (0,65 L/s x 120 s), kar je nekoliko več, kot je potreben volumen za delovne gibe vseh HC in HM v enem ciklusu in torej zadošča. Volumen 77,99 L je izračunan tudi v *preglednici 2*, stolpec V.

Ustreznost pogonske moči elektromotorja (EM), ki poganja črpalko, izračunamo po znani številski enačbi (z – 3):

$$P_M = \frac{p_{\check{c} \max} \times Q_{\check{c}}}{600 \times \eta_{s\check{c}}} = 21,4 \text{ kW (z – 3)}$$

V enačbi (z – 3) imajo posamezne veličine sledeče enote in pomen:

$P_M, \text{ kW}$	potrebna moč pogonskega motorja (če ima iste vrtiljaje kot črpalka)
$p_{\check{c} \max}, \text{ bar}$	najvišji delovni tlak črpalke

(nastavitev tlačnega ventila na Č, shema (*slika 2*) (300 bar)), tok kapljevine na iztočni strani iz Č (39,0 L/min),

$\eta_{s\check{c}}, -$ skupni izkoristek Č (0,91),
 $\eta_{v\check{c}}, -$ volumetrični izkoristek Č (0,96),
 $\eta_{mh\check{c}}, -$ mehansko-hidravlični izkoristek Č (0,95),
 $\eta_{s\check{c}} = \eta_{v\check{c}} \times \eta_{mh\check{c}} = 0,96 \times 0,95 = 0,91 \text{ (z – 4)}.$

Pogonska moč EM 22 kW torej zadošča.

Če HS po shemi (*slika 2*) ne bi imel vgrajenega enega (ali več) HA, bi morala črpalka v HS dovesti tisto količino HK, ki jo porabi delovni gib najbolj »potratne« faze; to je delovni gib »HC 2 →« v 2. fazi delovanja (*preglednica 2*). To je 33,8 L v 10 sekundah oziroma 3,38 L/s, kar pomeni, da bi morala biti vgrajena črpalka s pretokom 202,8 L/min (iz enačbe (z – 2) sledi $q_{\check{c}} = 146 \text{ cm}^3/\text{vrt}$. Ker ne bi bilo vgrajenih HA, bi lahko ves proces potekal pri spodnjem delovnem tlaku 150 bar.

Če zgoraj navedene parametre upoštevamo v enačbi (z – 3), ugotovimo, da bi bila potrebna moč pogonskega EM 55,7 kW. Vendar bi v tem primeru (HS brez HA) črpalka le v času ciklusa II, to je 10 sekund, delovala z maksimalno iztisnino. Če bi bila vgrajena Č s konstantno iztisnino, bi pa v preostalih 110 sekundah ciklusa višek pretoka tekel preko varnostnega ventila v rezervoar – trošenje energije in segrevanje HK!!

Črpalka s spremenljivo iztisnino bi sicer svoj pretok prilagajala potrebam posamezne faze, vendar bi nagibna plošča črpalke ali njen nagibni boben sunkovito spreminjala nagib za prilagajanje ustreznemu pretoku (ustrezni iztisnini). Takšno delovanje črpalke drastično skrajšuje njeno uporabno dobo. Torej je tudi ob vgrajenih krmiljenih črpalkah nujno vgraditi HA.

Izračun prostornine HA

Za izračun potrebne prostornine V_0 hidravličnega akumulatorja moramo izračunati največji primanjkljaj volumna HK med enim ciklusom delovanja HS. Največji primanjkljaj volumna HK je naveden v *preglednici 2* v stolpcu VII in znaša 27,3 L. V 1. fazi ciklusa ob dovedeni količini iz črpalke nastane višek 1,75 L, vendar ta količina ne more doteči v HA, ker je praviloma že poln do tlaka $p_{\max}$. V nadaljnjem izvajanju gibov IK do konca ciklusa ne nastane več v nobeni fazi večji primanjkljaj od 27,3 L, kar je razvidno iz rezultatov v stolpcu VII *preglednice 2*.

V 10. fazi ciklusa, ko je premor, črpalka doda v HS 19,17 L, vendar vsa ta količina ne more vteči v HA, višek je 0,39 L, ki odteče preko varnostnega ventila v rezervoar (črpalka s konstantno iztisnino), ali pa se, v našem primeru, nagibna plošča črpalke (skoraj – lekaža) izravna in ne dovaja več HK v sistem.

Računamo potrebno prostornino HA za razmere v HS po shemi (slika 2). Celotno potrebno prostornino V_0 izračunamo z uporabo enačbe (13). Na sliki 2 so podani sledeči parametri:

- ▶ $p_{\max}$ (pri HA) = 350 bar; najvišji dopustni tlak za HA;
- ▶ p_{vv1} = 340 bar; tlak nastavitve varnostnega ventila za HA; ta tlak praviloma ni nikoli dosežen vso uporabno dobo HS (je samo »varnostna zaščita« HA);
- ▶ p_{vv2} = 330 bar; tlak nastavitve zunanega varnostnega ventila za črpalko; ta varnostni ventil ni nujen, je pa dodatna zaščita črpalke pred previsokim tlakom v primeru napake na tlačnem kompenzatorju (TK) črpalke;
- ▶ p_{TK} = 300 bar; tlak nastavitve varnostnega ventila (TK) v črpalki; to je najvišji obratovalni tlak črpalke – tlak, pri katerem se nagibna plošča črpalke (ali nagibni boben) skoraj izravna (lekaža) ali pa se črpalka razbremeni; v izračunu ta tlak označujemo s p_{MAX} .

Računali bomo za sledeče podatke 4 pomembnih mejnih tlakov delovanja HA:

- ▶ p_{MAX} = 300 bar; ta tlak je seveda glede na razmere na sliki 2 enak tlaku p_{TK} ;
- ▶ p_{ZG} = 270 bar; upoštevamo torej 10 % histereze krmiljenja črpalke;
- ▶ p_{SP} = 150 bar; spodnji delovni tlak, pri tem tlaku torej HS deluje še z nominalnimi silami in navori;
- ▶ p_0 = 110 bar; tlak predpolnitve je torej 73 % spodnjega delovnega tlaka, kar je normalno razmerje med tlakoma p_0 in p_{SP} (razlaga v [1]).

Glede na čase delovanja posameznih faz so eksponenti termodinamičnih preobrazb plina dušika v HA za obravnavani primer sledeči: $n_k = 1,4$, $n_{e1} = 1,0$ (histereza nad 3 minute) in $n_{e2} = 1,4$. Kompresija in ekspanzija 2 trajata v vsaki fazi izpod ene minute, zato $n = 1,4$.

Če navedene parametre vstavimo v enačbo (13), dobimo rezultat:

$$V_0 = 96,43 \text{ L}$$

Vgraditi moramo torej en 100-litrski HA ali dva po 50 L.

V nadaljevanju si na dveh primerih oglejmo, kako spremembe mejnih tlakov vplivajo na prostornine HA.

Primer 1

V industrijski praksi se npr. zgodi sprememba obremenitve v delovnem procesu stroja/postrojenja tako, da je spodnji delovni tlak potrebno zvišati:

$$p_{SP}: 150 \text{ bar} \Rightarrow 210 \text{ bar in s tem } p_0: 110 \text{ bar} \Rightarrow 160 \text{ bar};$$

p_{ZG} in p_{MAX} ostaneta enaka kot v prejšnjem primeru. Izračun po enačbi (13) nam da rezultat:
 $V_0 = 195,78 \text{ L}$

Zmanjšanje razlike med p_{ZG} in p_{SP} zahteva torej bistveno povečanje volumna HA.

Primer 2

Če za razmere, opisane v primeru 1, uporabimo črpalko in sistem, ki deluje brez histereze, velja:

$$p_{ZG} = p_{MAX} \text{ in } n_{e1} = n_{e2} = 1,4$$

V tem primeru nam izračun po enačbi (13) da rezultat

$$V_0 = 147,41 \text{ L}$$

Vpliv višine mejnih tlakov na prostornine HA je torej izredno velik.

Kadar pa imamo znano prostornino HA in želimo izračunati spremembo ΔV v času ekspanzije $p_{MAX} \rightarrow p_{ZG}$ (to je lahko tudi »histereza), pa uporabimo enačbo (15).

4 Zaključek

V hidravlične sisteme, ki delujejo ob izrazito neenakomerni porabi hidravlične kapljevine (HK) pod tlakom za opravljanje delovnih gibov izvršilnih komponent (hidravličnih cilindrov, hidromotorjev in zasučnih cilindrov), je skoraj nujno vgraditi enega ali več HA.

Prispevek podaja napotke, postopek in enačbe za izračun ustreznega celotnega volumna hidravličnega akumulatorja (HA) in tudi za izračun vmesnih volumnov, kot npr. »lekažni volumen«.

Dandanes so, razen redkih izjem, v vseh mobilnih in industrijskih hidravličnih sistemih (HS) vgrajene črpalke s spremenljivo iztisnino. Krmiljene in/ali regulirane so na različne načine. Kljub njihovi zmožnosti prilagajanja ustreznega dotoka v HS je vgradnja HA nujna v tiste HS, pri katerih se potrebni pretoki v izvršilne komponente skokovito spreminjajo za velike vrednosti. Impulzivno in zelo pogosto delovanje pretočno-krmilnega mehanizma v črpalki skrajšuje njeno uporabno dobo. HA zelo ublaži sunkovitost škodljivega impulznega »odzivanja« črpalke.

Če je poraba HK v sistemu neenakomerna, vgrajena pa je črpalka (črpalke) s konstantno iztisnino, je vgradnja HA nujna.

Vsekakor pri obravnavanih HS vgraditev HA pomeni uporabo manjših črpalk in šibkejših pogonskih motorjev zanje, kar pomeni znatno pridobitev kljub ceni vgradnje HA. Računski zgled v prispevku to potrjuje.

Viri

- [1] Majdič, F.: Ventil, letnik 27/2021, 3. junij; str. 188 . . . 193.
- [2] Majdič, F., Pezdirnik, J.: Interno gradivo LFT; rezultati meritev, raziskav, . . .
- [3] Findeisen, D., Findeisen, F.: ÖL HYDRAULIK, ISBN 3-540-54465-8, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1994.

Mathematical Model to calculate the Volume of Hydraulic Accumulator

Abstract:

Hydraulic accumulators (HA) are installed in numerous HS mostly to add pressurized hydraulic liquid (HL) in HS to compensate the disproportionate consumption of some working hydraulic components (cylinders and hydraulic motors) during an operating cycle of a machine or production line. Such consumption is often present in large industrial systems of power-control hydraulics (PCH).

When designing such a HS, the required volume of HA (one or more) must be calculated. The project engineer needs basic practical knowledge in the field of HA. In the first part of this paper some equations depending on HA are derived and the final equation that allows calculating the volume of HA is presented. The second part of the paper deals with a computational example to determine the adequate volume of HA for three different situations involved a HS. It is presented as a hydraulic scheme. The HS consists of four working hydraulic components (three cylinders and a hydraulic motor), corresponding hydraulic valves and all other related components. The influence of different limiting pressures and the type of pump control on the required volume of HA is explicitly shown.

The subject of this and the previous paper gives a hydraulic designer appropriate knowledge to define suitable HA for a hydraulic system.

Keywords:

Power-control hydraulics (PCH), hydraulic system (HS), hydraulic accumulator (HA), hydraulic component, hydraulic liquid (HL), boundary pressures, equation.

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/>

OGLAŠEVALCI

- | | |
|--|--|
| ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana271 | ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin 221, 274 |
| ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....233 | ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), |
| ▶ DOMEL, d. d., Železniki277 | Novo mesto.....221 |
| ▶ FESTO, d. o. o., Trzin..... 221, 288 | ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri..... 221, 222 |
| ▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj.....276 | ▶ PODKRIŽNIK, d. o. o., Ljubno ob Savinji..... 221 |
| ▶ ICM, d. o. o., Vojnik 268, 270, 287 | ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana 221, 224 |
| ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija.....278 | ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica..... 239, 261 |
| ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi.....273 | ▶ SLOVENSKO DRUŠTVO |
| ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana239 | ZA TRIBOLOGIJO, Ljubljana..... 280 |
| ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje221 | ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana269 |
| ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....275 | ▶ UL, Fakulteta za strojništvo .. 235, 245, 253, 260 |
| ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... 221, 285 | ▶ UM, Fakulteta za strojništvo286 |
| | ▶ YASKAWA, d. o. o., Ribnica261 |

DOLOČANJE STATIČNIH OBČUTLJIVOSTI HITRO ODZIVNIH MERILNIH SISTEMOV ZA TLAK

Andrej Svete, Urh Planko, Jože Kutin

Izvelek:

V prispevku sta predstavljeni dinamična in kvazistatična metoda določanja statične občutljivosti hitro odzivnega piezoelektričnega merilnega sistema za tlak. Z namenom vzpostavitve sledljivosti merjenja časovno spreminjajočega se tlaka do SI-enot je bila v Laboratoriju za meritve v procesnem strojništvu (LMPS) razvita brezmembranska udarna cev. Izvedli smo meritve statične občutljivosti preizkušane piezoelektričnega merilnega sistema za tlak z dinamično metodo umerjanja in uporabo udarne cevi ter s kvazistatično metodo umerjanja. Na podlagi primerjave rezultatov ter njunih merilnih zmogljivosti smo v prispevku preverili ustreznost določanja statičnih značilnic z obema metodama.

Ključne besede:

meroslovje tlaka, časovno spreminjajoči se tlak, piezoelektrični merilni sistem, udarna cev, kvazistatična metoda umerjanja

1 Uvod

S tehnološkim napredkom v zadnjih nekaj desetletjih tehnični procesi postajajo vse hitrejši, s čimer se večajo tudi zahteve po zanesljivem in točnem merjenju časovno spreminjajočega se tlaka v številnih industrijskih panogah, kot so npr. avtomobilska industrija, kjer se merijo tlačne spremembe v motorjih z notranjim zgorevanjem in v sprožilnih sistemih varnostnih tlačnih blazin, pri razvoju parnih in plinskih turbin, pri vbrizgavanju polimerov in tlačnem litju ter v medicini [1]. Kljub zahtevam po uporabi merilnikov tlaka z ustreznimi dinamičnimi lastnostmi se za merjenje časovno spreminjajočega se tlaka večinoma uporabljajo tlačna zaznavala, ki so zaradi zagotavljanja meroslovne sledljivosti umerjena kvazistatično. Kvazistatično umerjanje je pomembna metoda, s katero se določajo statične občutljivosti hitro odzivnih merilnih sistemov za tlak (MST) [2]. Ker pa se statične značilnice merilnikov tlaka močno razlikujejo od njihovih dinamičnih značilnic, se razvijajo številni generatorji tlačnih sprememb, ki bi lahko zagotavljali dinamično umerjanje takšnih merilnikov. V splošnem jih delimo na generatorje periodičnih in neperiodičnih tlačnih sprememb [3]. Pri tem generatorji neperiodičnih tlačnih sprememb pokrivajo relativno široko področje uporabe merilnikov tlaka, saj so zmožni generirati zelo nizke kot tudi najvišje amplitude tlaka v zelo širokem fre-

kvenčnem območju, pri čemer razpon generiranih amplitud sega od približno 0,1 kPa do 10000 kPa v frekvenčnem območju od nekaj hertzov do enega megahertza.

Izmed vseh trenutno razvitih generatorjev je udarna cev edini znani generator tlačnih sprememb, ki je zmožen zagotavljati meroslovno sledljivost dinamičnega umerjanja merilnikov tlaka do mednarodnega sistema merskih enot (SI), saj se časovno spreminjajoči se tlak pri umerjanju realizira preko osnovnih fizikalnih veličin. Udarne cev je v splošnem sestavljena iz dveh delov, in sicer visokotlačnega in nizkotlačnega dela cevi enakih prečnih prereзов, ki ju v konvencionalnih udarnih cevih ločuje membrana. Hipno odprtje povezave med tema dvema deloma generira udarni val, ki potuje skozi nizkotlačni del. Odboj udarne fronte od končne stene nizkotlačnega dela, v katero je nameščen merilnik tlaka, ki ga dinamično umerjamo, povzroči hitro skočno spremembo tlaka. Ob predpostavki kalorično popolnega plina in adiabatnega toka lahko amplitudo skočne spremembe tlaka določimo iz sledljivih meritev hitrosti udarnega vala V , začetnega stacionarnega absolutnega tlaka p_1 in temperature T_1 plina v nizkotlačnem delu kot [4,5]:

$$\Delta p = 2p_1 \frac{\gamma_1}{(\gamma_1 - 1)} (M^2 - 1) \left(\frac{M^2 (3\gamma_1 - 1) + 3 - \gamma_1}{M^2 + \frac{2}{(\gamma_1 - 1)}} \right) \quad (1)$$

kjer so γ_1 adiabatni indeks, $M = V/a_1$ Machovo število udarnega vala, $a_1 = \sqrt{\gamma_1 R_1 T_1}$ hitrost zvoka in R_1 spe-

Doc. dr. Andrej Svete, univ. dipl. inž., Urh Planko,
izr. prof. dr. Jože Kutin, univ. dipl. inž., vsi Uni-
verza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

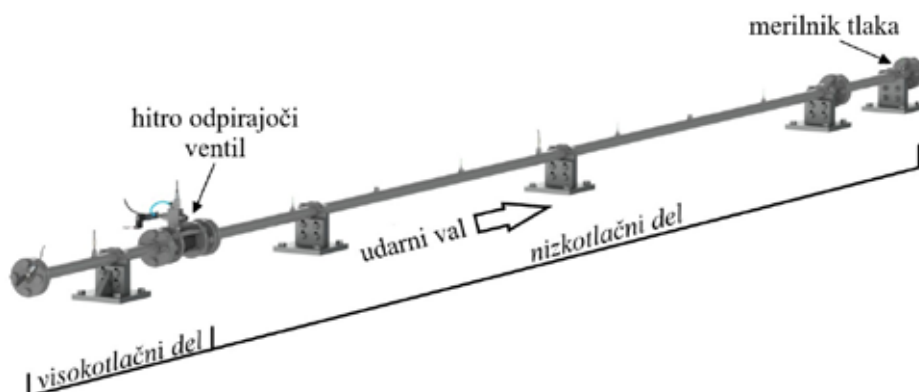
cifična plinska konstanta. Po odboju udarnega vala od končne stene nizkotlačnega dela udarne cevi je tlak na končni steni nizkotlačnega dela udarne cevi konstanten vse do prihoda naslednjega udarnega vala, ki je posledica delnega odboja prvotnega udarnega vala od kontaktne površine med visokotlačnim in nizkotlačnim plinom. Izjemno hiter porast tlaka (reda 1 ns [6]) lahko vzbudi frekvence nihanja tlaka reda enega megahertza, pri čemer je spodnja meja vzbujenih frekvenc sorazmerna z recipročno vrednostjo časovne periode, med katero je tlak plina po odboju od končne stene konstanten.

V konvencionalnih udarnih ceveh se udarni valovi generirajo s pretrganjem membrane, kar se ponavadi povzroči s poviševanjem tlaka v visokotlačnem delu udarne cevi. Lastnosti materiala membrane in njeno obnašanje med pretrganjem močno vplivajo na lastnosti generiranega udarnega vala, kar povzroči velike negotovosti, povezane s ponovljivostjo generirane tlačne skočne spremembe. Velika slabost membranske izvedbe udarne cevi je tudi ta, da je potrebno po vsakem preizkusu membrano zamenjati, pri čemer je potrebno celotno udarno cev razstaviti in nato ponovno sestaviti, kar vpliva na obnovljivost generirane tlačne skočne spremembe. Z namenom izboljšanja umerjevalne in merilne zmogljivosti dinamične metode umerjanja z udarno cevjo smo v Laboratoriju za meritve v procesnem strojništvu na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani razvili brezmembransko udarno cev, v kateri membrano nadomešča hitro odpirajoči pnevmatski ventil [7–9].

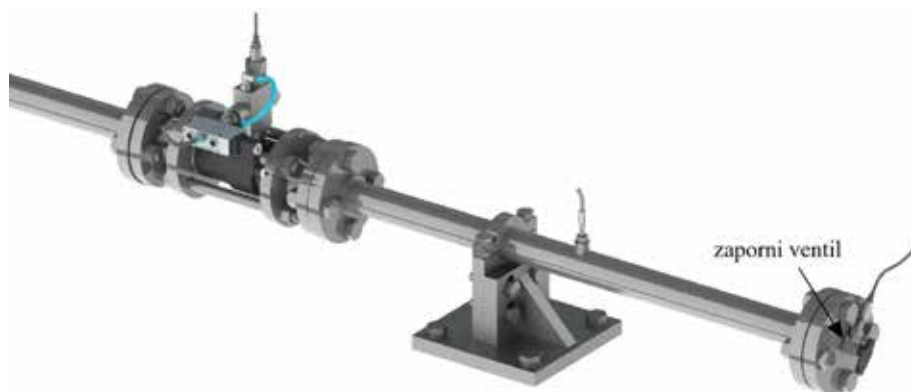
Namen tega prispevka je primerjati statične občutljivosti izbranega hitro odzivnega piezoelektričnega MST, določene z dinamično metodo umerjanja in uporabo razvite brezmembranske udarne cevi s statičnimi občutljivostmi, dobljenimi s kvazistatično metodo umerjanja in uporabo za ta namen razvitega sistema. V poglavju 2 sta predstavljena razvita brezmembranska udarna cev in merilni sistem za kvazistatično umerjanje MST. V poglavju 3 so prikazani in ovrednoteni rezultati primerjave dobljenih statičnih občutljivosti piezoelektričnega MST.

2 Brezmembranska udarna cev in merilni sistem za kvazistatično umerjanje MST

Razvita brezmembranska udarna cev s hitro odpirajočim pnevmatskim ventilom je prikazana na *sliki 1*. Cevi visokotlačnega dela dolžine 1 m in nizkotlačnega dela dolžine 6,82 m, z notranjim premerom 40 mm in debelino stene 7,5 mm sta izdelani iz nerjavečega jekla. Da bi se izognili nepravilnostim na stičiščih med cevema in ventilom, ki bi lahko generirale sekundarne udarne valove, sta cevi privijačeni na pnevmatski ventil enakega efektivnega pretočnega premera. Vgrajeni hitro odpirajoči pnevmatski ventil (Ista Pneumatics, KB-40-70) omogoča tlake v visokotlačnem delu cevi do 10 MPa. Udarne cev je po dolžini togo pritrjena s petimi masivnimi pritrdilnimi stojali za zmanjšanje vpliva vibracij, ki nastanejo pri odpiranju pnevmatskega ventila in pri gibanju udarnih valov. Za določitev amplitud tlačnih skokov z merilnim modelom udarne cevi (1) začetni tlak okolice v nizkotlačnem delu p_1 merimo z merilnikom tlaka okolice (Mensor, CPR6000). Začetni stacionarni nadtlak v visokotlačnem delu $p_{4,n}$ merimo s pretvornikom tlaka (Mensor, CPR6000), priključenim na zaporni ventil, ki je vgrajen v končno steno visokotlačnega dela. Zaporni ventil je namenjen tudi izpustu plina iz udarne cevi v okolico (glej *sliko 2*). Začetno temperaturo plina v nizkotlačnem delu T_1 določamo z merjenjem temperature stene nizkotlačnega dela z uporovnim temperaturnim zaznavalom (TetraTec Instruments, WIT-S), vgrajenim na sredini dolžine nizkotlačnega dela. Temperaturno zaznavalo je povezano z digitalnim pretvornikom (Pico Technology, PT-104). Hitrost generiranega udarnega vala vzdolž nizkotlačnega dela udarne cevi določamo z merjenjem časovnih zamikov med prehodi udarne fronte, ki jih zaznavamo s petimi enakimi piezoelektričnimi tlačnimi zaznavali (Kistler, 603CAA), vgrajenimi v steni nizkotlačnega dela cevi. Izhodni signali vseh petih pretvornikov tlaka so zaporedno povezani na isti vhod nabojnega ojačevalnika (Kistler, 5018A). Dinamično preizkušani piezoelektrični MST je sestavljen iz piezoelektričnega tlačnega zaznavala (Kistler, 603CAA), ki je vgra-



Slika 1 : Shematski prikaz razvite brezmembranske udarne cevi



Slika 2 : Shematski prikaz visokotlačnega dela udarne cevi z zapornim ventilom

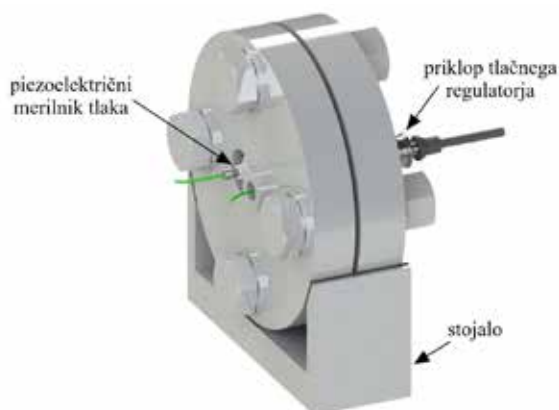
jen v končno steno nizkotlačnega dela udarne cevi, in nabojnega ojačevalnika (Kistler, 5018A). Napetostna izhoda iz nabojnih ojačevalnikov zajemamo z merilno kartico (National Instruments, NI 9775). Merilna kartica vključuje tudi digitalni izhodni modul, ki omogoča računalniško nadzorovano odpiranje in zapiranje hitro odpirajočega pnevmatskega ventila z uporabo analognega napetostnega signala, ki se prenaša na elektropnevmatski ventil. Zajem in obdelava signala ter aktiviranje odpiranja in zapiranja ventila so izvedeni v programskem okolju LabVIEW.

Razviti merilni sistem za kvazistatično umerjanje MST je prikazan na *sliki 3*. Da omogočimo najboljšo možno primerljivost med rezultati, pridobljenimi z dinamičnim umerjanjem z udarno cevjo in kvazistatičnim umerjanjem, smo želeli pri izgradnji sistema za kvazistatično umerjanje ohraniti kar največ komponent iz sistema udarne cevi. Sistema si tako delita isto prirobnico, v katero je vgrajen preizkušani piezoelektrični merilnik tlaka. Posebej za kvazistatično umerjanje pa je bila izdelana dodatna prirobnica, ki omogoča priklop tlačnega regulatorja in preko vijačnih spojev spojitev končne prirobnice nizkotlačnega dela udarne cevi z vgrajenim piezoelektričnim merilnikom tlaka. Ta je bila dimenzionirana

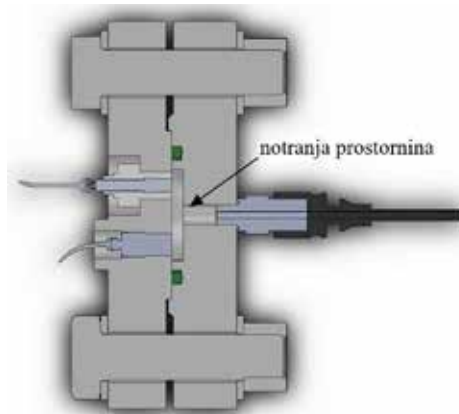
tako, da ima zaradi čim hitrejšega polnjenja in s tem generiranja čim hitrejših kvazistatičnih sprememb tlaka čim manjšo notranjo prostornino, hkrati pa še ohranja strukturno trdnost (glej *sliko 4*). Za sistem za kvazistatično umerjanje MST je bilo izdelano stojalo, ki omogoča stabilnost sistema med meritvami in hkrati zagotavlja prirobnici z vgrajnim preizkušanim merilnikom tlaka enak položaj kot v udarni cevi. Posebej izdelano stojalo ima na točkah stika s sistemom za kvazistatično umerjanje MST nameščen penast material, ki deluje protizdrsno.

3 Rezultati

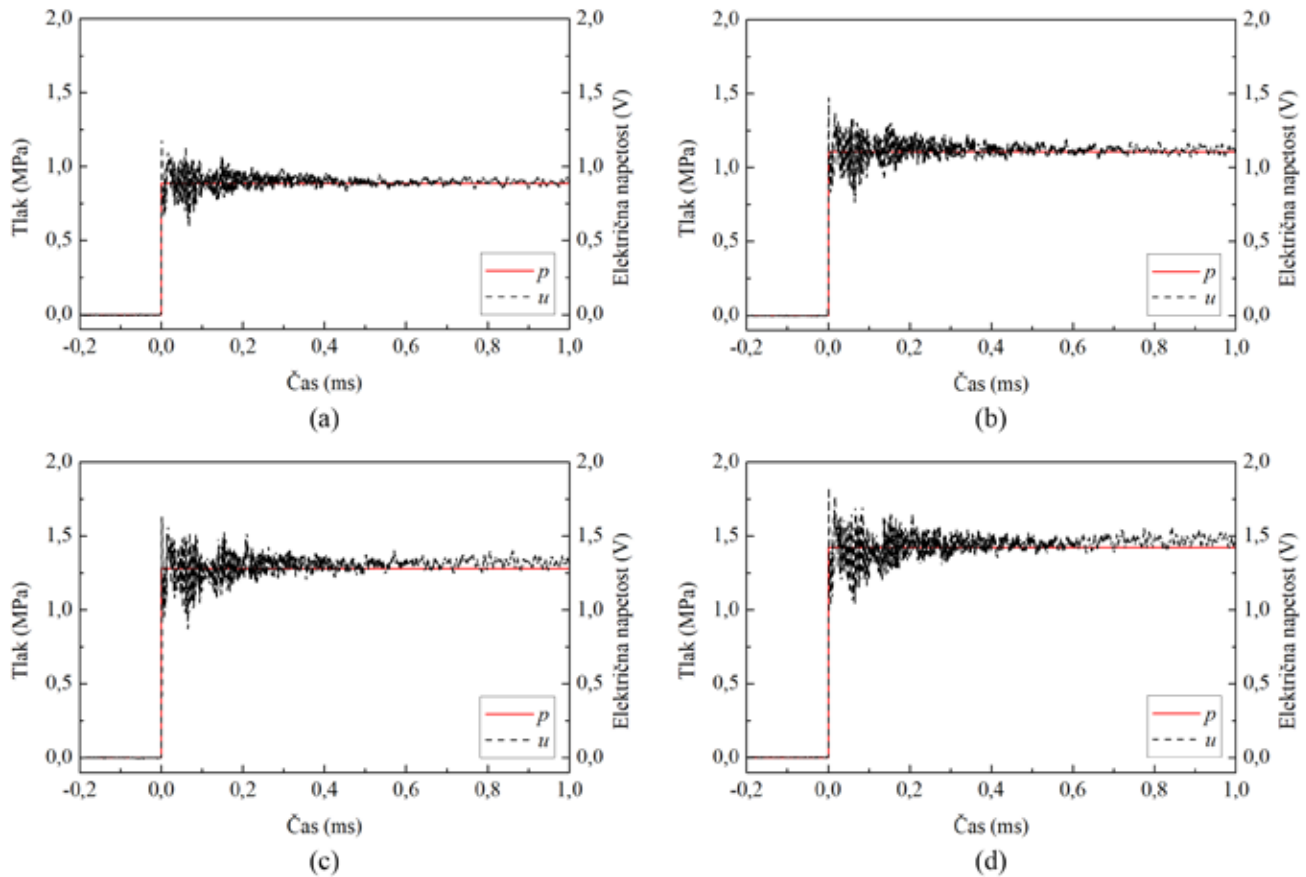
Meritve z udarno cevjo so bile izvedene z dušikom pri začetnih nadtlakih v visokotlačnem delu cevi od 4 MPa do 10 MPa po koraku 2 MPa in pri tlaku okolice v nizkotlačnem delu udarne cevi. Za določitev amplitud generiranih skočnih sprememb tlaka na končni steni nizkotlačnega dela, kjer je vgrajen dinamično preizkušani merilnik tlaka, s pomočjo merilnega modela udarne cevi (1) je bil pred odprtjem hitro odpirajočega pnevmatskega ventila izmerjen začetni absolutni tlak v nizkotlačnem delu p_1 (tlak okolice) ter z merjenjem temperature stene nizkotlačnega dela določena začetna



Slika 3 : Razvit sistem za kvazistatično umerjanje MST



Slika 4 : Shematski prikaz prečnega prereza merilnega sistema za kvazistatično umerjanje MST



Slika 5: Generirana dinamična sprememba tlaka na končni steni nizkotlačnega dela udarne cevi in izmerjen izhodni napetostni signal piezoelektričnega MST: (a) $p_{4,n} = 4$ MPa, (b) $p_{4,n} = 6$ MPa, (c) $p_{4,n} = 8$ MPa, (d) $p_{4,n} = 10$ MPa

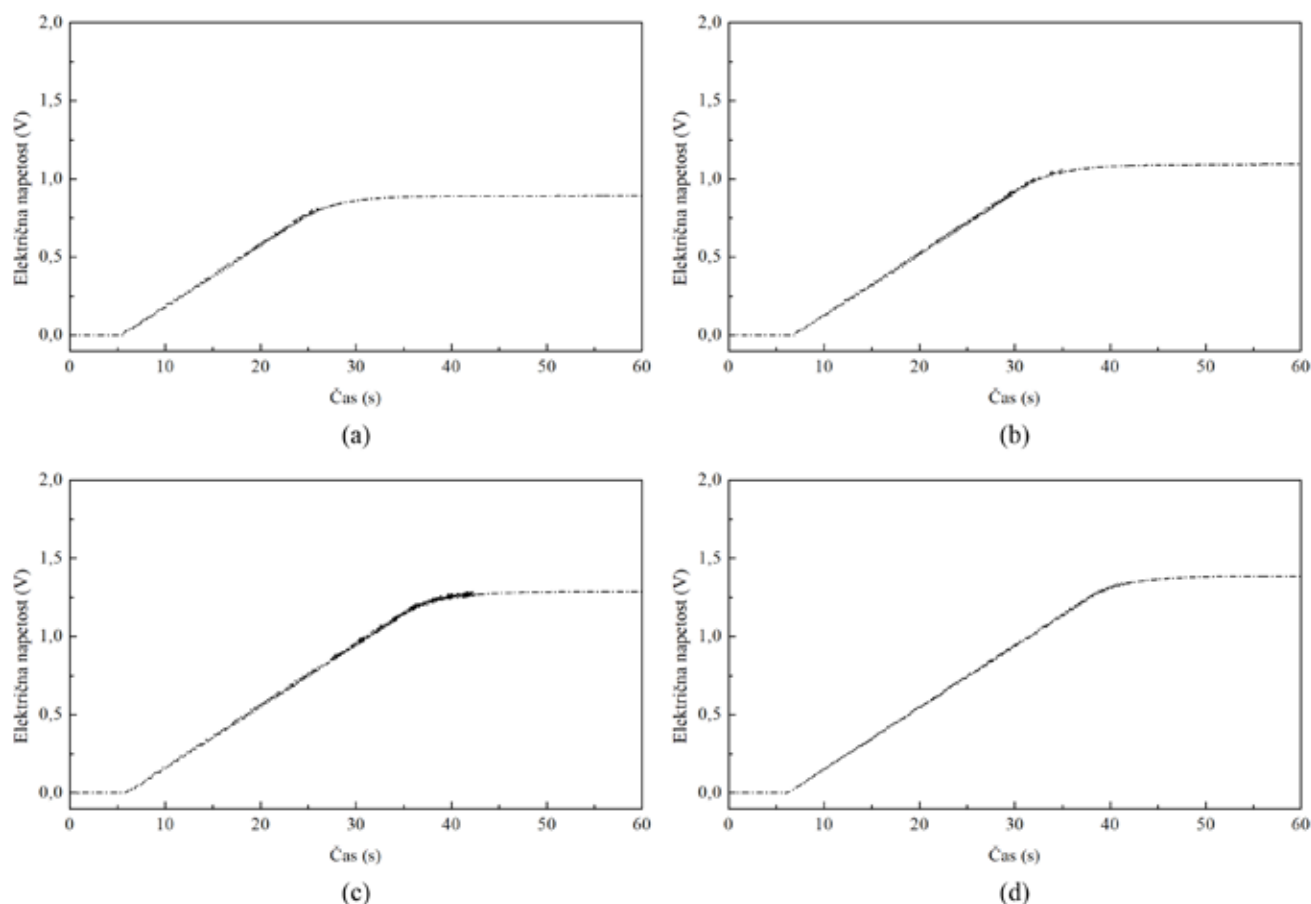
temperatura dušika v nizkotlačnem delu T_1 , Adiabatski indeks γ_1 in specifična plinska konstanta R_1 dušika pod merilnimi pogoji sta bila pridobljena iz baze podatkov NIST REFPROP [10]. Hitrost udarnega vala na končni steni V smo določili z uporabo metode časa letenja, pri čemer smo upoštevali čase, ko udarni val preide piezoelektrična tlačna zaznavala, vgrajena v steni vzdolž nizkotlačnega dela cevi, in njihove medsebojne oddaljenosti [7]. Slika 5 prikazuje izmerjene napetostne odzivne signale piezoelektričnega MST u in z merilnim modelom udarne cevi (1) določene tlačne signale, generirane na končni steni nizkotlačnega dela udarne cevi p pri štirih različnih začetnih tlakih v visokotlačnem delu cevi v intervalu od -0,2 ms do 1 ms, pri čemer je čas prihoda udarne fronte na končno steno nizkotlačnega dela udarne cevi nastavljen na $t = 0$. Iz rezultatov je razvidno, da amplituda generiranega tlačnega skoka na končni steni nizkotlačnega dela udarne cevi Δp naraste s približno 0,9 MPa na 1,4 MPa, ko povečamo začetni nadtlak v visokotlačnem delu cevi s 4 MPa na 10 MPa. Rezultati tudi kažejo, da odzivni signali piezoelektričnega MST dosežejo končno ustaljeno vrednost odziva na skočno spremembo tlaka v manj kot 1 ms po generirani tlačni spremembi za vse opazovane začetne tlake v visokotlačnem delu udarne cevi.

Za primerjavo rezultatov je bilo tudi kvazistatično umerjanje izvedeno pri generiranju kvazistatičnih sprememb tlaka enakih amplitud, in sicer 0,9 MPa, 1,1 MPa, 1,3 MPa in 1,4 MPa. Ker v primeru, ko je piezoelektrični merilnik izpostavljen kvazistatični spremembi, prihaja do odtekanja električnega naboja v nabojnem ojačevalniku, je potrebno za določitev statične občutljivosti piezoelektričnega MST izvesti korekcijo lezenja izhodnega napetostnega signala zaradi odtekanja naboja [11]. S tem namenom je bil v programskem okolju LabVIEW narejen program, ki iz petsekundnega odseka izmerjenega izhodnega napetostnega signala pred generirano kvazistatično spremembo tlaka, ko je merilnik izpostavljen konstantnemu tlaku okolice, določi naklon $k_{\text{odtekanje}}$ ter začetno vrednost n lezenja signala zaradi odtekanja naboja, za kar smo uporabili LabVIEW podprogram Linear fit.vi. S pomočjo dobljenega $k_{\text{odtekanje}}$ in n program določi korigiran izhodni napetostni signal kot:

$$u^*(t) = u(t) - (k_{\text{odtekanje}} t + n) \quad (2)$$

kjer je $u(t)$ izmerjen izhodni napetostni signal piezoelektričnega MST.

Na sliki 6 so prikazani korigirani izhodni napetostni signali pri generiranju štirih različnih vrednosti am-



Slika 6 : Generirana kvazistatična sprememba tlaka in korigiran izhodni napetostni signal piezoelektričnega MST: (a) $\Delta p = 0,9$ MPa, (b) $\Delta p = 1,1$ MPa, (c) $\Delta p = 1,3$ MPa, (d) $\Delta p = 1,4$ MPa

plitud kvazistatične tlačne spremembe Δp , in sicer 0,9 MPa, 1,1 MPa, 1,3 MPa in 1,4 MPa. S slike je razvidno, da je čas, v katerem tlačni generator zgenerira tlačno spremembo, odvisen od njene amplitude. Tako za generiranje kvazistatične spremembe tlaka 0,9 MPa tlačni generator potrebuje približno 30 s, za generiranje kvazistatične spremembe tlaka 1,4 MPa pa približno 40 s.

Statična občutljivost piezoelektričnega MST je določena kot razmerje spremembe izhodnega napetostnega signala MST in amplitude generirane skočne spremembe tlaka:

$$K = \frac{\Delta u}{\Delta p} \quad (3)$$

Pri uporabi dinamične metode umerjanja smo spremembo napetostnega signala Δu določili kot razliko med povprečno vrednostjo ustaljenega izhodnega napetostnega signala po skočni spremembi in njegovo začetno vrednostjo pred skočno spremembo. Amplitudo generirane skočne spremembe tlaka Δp smo določili s pomočjo merilnega modela udarne cevi (1). Pri uporabi kvazistatične metode umerjanja pa smo spremembo napetostnega signala Δu določili kot razliko med povprečno vrednostjo korigiranega izhodnega napetostnega signala v pet

sekund dolgem časovnem intervalu po generirani kvazistatični spremembi in povprečno vrednostjo korigiranega signala pred skočno spremembo v enako dolgem časovnem intervalu, medtem ko je bila kvazistatična sprememba tlaka Δp izmerjena s pomočjo tlačnega regulatorja (izdelovalec Druck, tip DPI 510).

Povprečna statična občutljivost štiridesetih ponovljenih meritev (deset ponovitev pri posamezni nominalni vrednosti generirane tlačne spremembe), dobljena z dinamično metodo umerjanja, znaša 0,9970 V/MPa, povprečna statična občutljivost, dobljena s kvazistatično metodo umerjanja, pa znaša 0,9894 V/MPa. Da bi ovrednotili primerljivost rezultatov povprečnih statičnih občutljivosti piezoelektričnega MST, dobljenih po obeh metodah umerjanja, smo uporabili normiran merilni pogrešek:

$$E_n = \frac{K_{\text{kvazistatična}} - K_{\text{dinamična}}}{\sqrt{U(K_{\text{kvazistatična}})^2 + U(K_{\text{dinamična}})^2}} \quad (4)$$

kjer je $K_{\text{kvazistatična}}$ povprečna statična občutljivost, dobljena s kvazistatično metodo umerjanja, in $K_{\text{dinamična}}$ povprečna statična občutljivost, dobljena z dinamično metodo umerjanja, pri čemer sta

$U(K_{\text{kvazistatična}})$ in $U(K_{\text{dinamična}})$ njuni razširjeni merilni negotovosti. Negotovosti statičnih občutljivosti sta bili ovrednoteni v skladu z JCGM 100:2008 [12]. Skupna standardna merilna negotovost statične občutljivosti, dobljene s kvazistatično metodo $u(K_{\text{kvazistatična}})$, je bila ovrednotena z upoštevanjem standardne merilne negotovosti s tlačnim regulatorjem generirane kvazistatične spremembe tlaka $u_{\text{gen}}(K_{\text{kvazistatična}})$ ter standardne negotovosti zaradi ponovljivosti kvazistatične metode umerjanja $u_{\text{pon}}(K_{\text{kvazistatična}})$, ocenjene kot eksperimentalni standardni odmik povprečja. Razširjena merilna negotovost statične občutljivosti je bila nadalje določena kot:

$$U(K_{\text{kvazistatična}}) = t_p(v_{\text{ef}})u(K_{\text{kvazistatična}}) \quad (5)$$

kjer je $t_p(v_{\text{ef}})$ Studentov faktor, ki ustreza stopnji zaupanja 95,45 % in številu učinkovitih prostostnih stopenj:

$$v_{\text{ef}} = (N-1) \frac{u^4(K_{\text{kvazistatična}})}{u_{\text{pon}}^4(K_{\text{kvazistatična}})} \quad (6)$$

kjer je $N = 40$ število ponovljenih meritev. Relativna razširjena merilna negotovost $U_r(K_{\text{kvazistatična}}) = U(K_{\text{kvazistatična}})/K_{\text{kvazistatična}}$ tako znaša 0,18 %. Standardna merilna negotovost statične občutljivosti, dobljene z dinamično metodo $u(K_{\text{dinamična}})$, pa je bila ovrednotena z upoštevanjem standardne merilne negotovosti amplitude generiranega tlačnega skoka (postopek ovrednotenja merilne negotovosti amplitude generiranega tlačnega skoka je podrobno predstavljen v [7]) in standardne negotovosti zaradi ponovljivosti dinamične metode umerjanja, ocenjene kot eksperimentalni standardni odmik povprečja. Relativna razširjena merilna negotovost statične občutljivosti, dobljene z dinamično metodo umerjanja, je tako ocenjena na 0,87 %. Ker je pogrešek med povprečnima vrednostma dobljenih statičnih občutljivosti po obeh metodah umerjanja 0,0076 V/MPa, normirani pogrešek določanja statičnih občutljivosti tako znaša 0,86. Ker dobljeni normirani pogrešek ustreza pogoju $|E_r| \leq 1$, lahko potrdimo, da je ujemanje rezultatov po obeh metodah ustrezno glede na podane merilne negotovosti.

4 Sklepi

Prispevek predstavlja dinamično in kvazistatično metodo določanja statične občutljivosti hitro odzivnega piezoelektričnega MST. Za dinamično umerjanje je bila v LMPS razvita brezmembranska udarna cev, ki v primerjavi s konvencionalnimi udarnimi cevmi z membrano zagotavlja boljšo obnovljivost in ponovljivost generirane tlačne skočne spremembe, saj v razviti udarni cevi membrano nadomešča avtomatiziran hitro odpirajoči pnevmatski

ventil, zato po vsakem preizkusu ni potrebno zamenjati membrane in zaradi tega celotne udarne cevi razstaviti in nato ponovno sestaviti. V LMPS je bil razvit tudi sistem za kvazistatično umerjanje, ki ga sestavlja prirobnica, ki omogoča priklop tlačnega regulatorja in z vijačnimi spoji spojitev končne prirobnice nizkotlačnega dela udarne cevi z vgrajenim piezoelektričnim merilnikom tlaka. Za ovrednotenje primerjave statičnih občutljivosti izbranega hitro odzivnega piezoelektričnega MST, dobljene z dinamično metodo umerjanja in uporabo razvite brezmembranske udarne cevi ter s kvazistatično metodo umerjanja in uporabo za ta namen razvitega sistema, smo uporabili normiran merilni pogrešek. Ta predstavlja razmerje razlike v statičnih občutljivostih, dobljenih po obeh metodah, ter razširjene merilne negotovosti te razlike. Na podlagi dobljenih vrednosti normiranih merilnih pogreškov smo potrdili, da je ujemanje statičnih občutljivosti hitro odzivnega piezoelektričnega MST, dobljenih po obeh metodah, ustrezno glede na podane merilne negotovosti. V prihodnje bomo na podlagi ugotovitev numeričnih analiz postavili analitično korekcijo obstoječega merilnega modela udarne cevi, ki predpostavlja popoln plin in adiabatne razmere, kar bo pripomoglo k dodatnemu izboljšanju napovedi tlačnih sprememb, generiranih v udarni cevi, ter s tem še točnejše določitve statične občutljivosti hitro odzivnih MST z udarno cevjo.

Literatura

- [1] J. Hjelmgren, Dynamic Measurement of Pressure – A Literature Survey, SP Report 2002: 34, SP Swedish National Testing and Research Institute, Borås, 2002.
- [2] C. Zhao, D. Kong, Research on sectional nominal mathematical model of piezoelectric pressure measurement system based on quasi-static calibration, IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement 70 (2021) 1004006.
- [3] V. E. Bean, Dynamic pressure metrology, Metrologia 30 (1994) 737–741.
- [4] D. W. Holder, D. L. Schultz, On the Flow in a Reflected-Shock Tunnel, Her Majesty's Stationery Office, London, 1962.
- [5] Z. Yao, X. Liu, C. Wang, W. Yang, Improved traceable measurement of the reflected step pressure in shock tube with the compensation of shock wave attenuation, Aerospace Science and Technology 107 (2020) 106302.
- [6] H. J. Pain, E. W. E. Rogers, Shock waves in gases, Reports on Progress in Physics 25 (1962) 287–336.
- [7] A. Svete, J. Kutin, Characterization of a newly developed diaphragmless shock tube for the primary dynamic calibration of pressure meters, Metrologia 57 (5) (2020) 055009.
- [8] A. Svete, J. Kutin, Diaphragmless shock tube for primary dynamic calibration of pressure

- mers, Acta IMEKO 9 (5) (2020) 310–314.
- [9] Ž. Komel, A. Svete, J. Kutin, Določanje frekvenčne prenosne funkcije merilnika tlaka pri dinamičnem umerjanju z udarno cevjo, Svet strojništva 09 (03/06) (2020) 76–77.
- [10] E. W. Lemmon, M. L. Huber, M. O. McLinden, NIST Standard Reference Database 23: Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties – REFPROP, ver. 9.0, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 2010.
- [11] M. Serridge, T. R. Licht, Piezoelectric Accelerometers and Vibration Preamplifiers, Theory and Application Handbook, Brüel & Kjær, Nærum, 1987.
- [12] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, Evaluation of Measurement Data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, Technical report JCGM 100:2008, Joint Committee for Guides in Metrology, Pariz, 2008.

Determination of static sensitivities of fast-response pressure measurement systems

Abstract:

This paper presents a dynamic and quasi-static method for determination of static sensitivity of fast-response piezoelectric pressure measurement system. In order to establish SI traceability for time-varying pressure measurements, a diaphragmless shock tube was developed in the Laboratory for Measurements in Process Engineering (LMPS). The measurements of static sensitivity of the piezoelectric pressure measurement system under test were performed with the dynamic calibration method and the use of a shock tube and with the quasi-static calibration method. Based on the comparison of the results and their extended measurement uncertainties we verified the adequacy of determining the static characteristics with both methods.

Keywords:

pressure metrology, time-varying pressure, piezoelectric measurement system, shock tube, quasi-static calibration method



LABORATORIJ ZA MERITVE V PROCESNEM STROJNIŠTVU

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

www.lmps.fs.uni-lj.si



- Znanstveno in industrijsko meroslovje pretoka tekočin, hitrosti zraka, tlaka, temperature, relativne vlažnosti
- Raziskave in razvoj merilne opreme in merilnih metod
- Analize merilne negotovosti merilnih sistemov in procesov
- ISO/IEC 17025 akreditiran laboratorij za področja pretoka plinov, tlaka in temperature (SA LK-015), v začetku l. 2022 širitev tudi na področje relativne vlažnosti in hitrosti zraka
- Ocenjevanje akreditiranih meroslovnih laboratorijev
- Univerzitetno izobraževanje, industrijske učne delavnice s področja meroslovja in merilne tehnike





MotoMINI

majhen samo po velikosti



red**dot** award 2019
winner

YASKAWA Slovenija • www.yaskawa.si

YASKAWA

IRT 3000
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE

SPLAČA SE BITI NAROČNIK

IRT 3000
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE



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

IRT 3000
ADRIA
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE



ZA SAMO 20€ DOBITE:

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

Revija v
hrvaškem
jeziku

DIGITALNA NAROČNINA



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

BUTIK IRT3000



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

NAROČITE SE!



051 322 442



info@irt3000.si



www.irt3000.si/narocilo-revije

WWW.IRT3000.COM

BAZA ROBOTSKIH KIRURŠKIH GIBOV ZA IZVEDBO OPERATIVNIH POSEGOV NA KIRURŠKI PLATFORMI DA VINCI

Tina Starsgard

Dr. Irene Rivas Blanco, asistentka Oddelka za sistemsko inženirstvo in avtomatizacijo Univerze v Malagi (Malaga, Španija), se je prijavila na projekt **TERRINet** z namenom oblikovanja baze robotskih kirurških gibov s pomočjo uporabe kirurške platforme Da Vinci, ki jo ponuja Inštitut za biorobotiko – Scuola Superiore Sant'Anna (Pontedera, Italija).



Slika 1: Da Vincijev raziskovalni komplet (dVRK), ki ga ponuja Inštitut BioRobotics – SSSA (Pontedera, Italija). Na levi sliki: glavna konzola dVRK, kjer operater med operativnim mestom v 3D-pregledovalniku operativno nadzoruje instrumente. Na desni sliki: pomožne roke, ki reproducirajo gibe operaterja.

Kirurška platforma Da Vinci – dVRK (slika 1) – predstavlja vodilno referenco na področju kirurške robotike. Platforma sestoji iz kirurške konzole, namenjene teleupravljanju robota in opravljanju kirurškega dela, kjer poteka operacija pacienta. Posebnost platforme je, da zaradi več prostostnih stopenj gibanja instrumentov omogoča izvajanje kompleksnih gibov, ki z uporabo sorodnih platform niso mogoči.

Prednosti uporabe robotov v kirurške namene so številne, npr.: večje natančnost in preciznost kirurških gibov, doslednost pri zdravljenju pacientov ter natančnost pri dostopanju do tkiv.

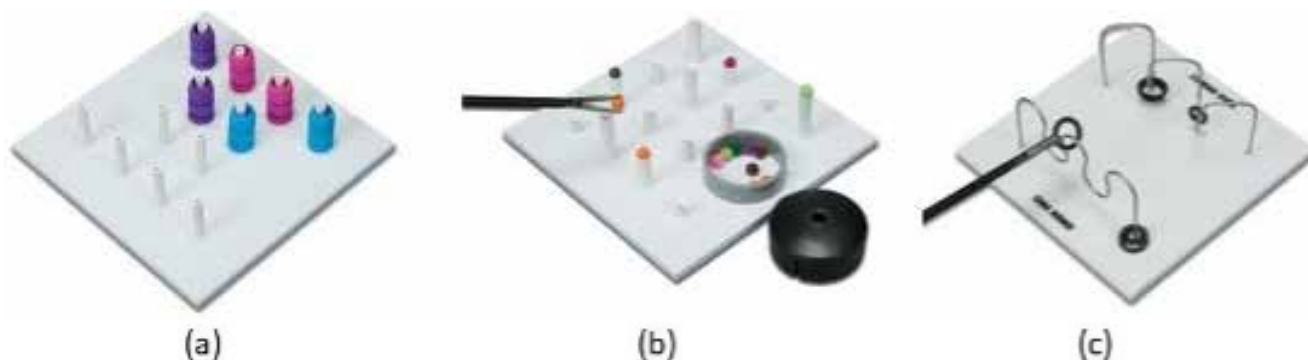
Izvedba kirurških nalog, potrebnih za izvedbo laparoskopije s kirurško platformo Da Vinci

Izvedba eksperimenta je potekala v dveh fazah. Prva faza je vključevala pripravo uporabe platforme, implementacijo ustreznih programske opreme ter izbor kirurških nalog, ki so jih v drugi fazi izvajali udeleženci eksperimenta.

Druga faza je bila namenjena izvedbi kirurških nalog. Kirurške naloge (slika 2) so bile izbrane iz treninga kirurških gibov za laparoskopijo SAGES, ki je poznana kot minimalno invaziven poseg, namenjen pregledovanju notranjosti trebušne votline bodisi v diagnostične ali terapevtske namene (Choy, 2012). Izbrane so bile tri kirurške naloge:

- ▶ **1. naloga: Natič in rokav:** Cilj prve kirurške naloge je bil premakniti barvni rokav z natiča na eni strani palete na drugo stran. Udeleženec je smel vzeti rokav z natiča z uporabo zgolj ene roke, ga preprijeti z drugo roko ter odložiti na natič na drugi strani.

Tina Starsgard, mag. inž. med. kom., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko



Slika 2 : Izbrane kirurške naloge: (a) natič in rokav, (b) odlaganje žogice na natič in (c) sledenje žici 2

- ▶ **2. naloga:** Odlaganje žogice na natič: Cilj druge kirurške naloge je bil vzeti kroglico iz skodelice in jo z uporabo ene roke odložiti na natiče različnih velikosti.
- ▶ **3. naloga:** Sledenje žici: Cilj tretje naloge je bil premakniti prstan z ene strani zavite žice na drugo stran zgolj z uporabo ene roke.

Eksperimenta se je udeležilo 16 uporabnikov, deset moških in šest žensk med 21 in 42 leti. Vsak udeleženec je posamezno kirurško nalogo izvajal 6-krat, tri ponovitve z desno in 3 z levo roko.

Kirurške naloge so zahtevale naslednje gibe: koordinacija oči in rok, bimanualna spretnost, zaznavanje globine ter interakcija med dominantno in nedominantno roko. Vodenje robota je potekalo s povratnim haptičnim odzivom in s programsko opremo ROS.

Oblikovanje baze robotskih kirurških gibov

Podatki o izvedbi kirurške naloge so bili odčitani s slikovnim zajemanjem kamere in senzorja robota na treh različnih mestih – glavna konzola, manipu-

lator nad pacientovim delom in na pedalu. Skupno je bilo zajetih 282 posnetkov – 92 posnetkov prve naloge (natič in rokav), 95 posnetkov druge naloge (odlaganje žogice na natič) in 95 posnetkov tretje naloge (sledenje žici).

Za vsako izmed kirurških nalog so bili zbrani naslednji podatki:

- ▶ *slike* (vsaka vaja je bila posneta v formatu mp4);
- ▶ *kinematični podatki* (iz dveh glavnih manipulatorjev orodij in pacientovih stranskih manipulatorjev);
- ▶ *vrednotenje spretnosti* (ocena uspešnosti uporabnika na podlagi časa in učinkovitosti nalog);
- ▶ *vprašalnik* (o osebnih podatkih, izkušnjah s teleoperativnimi sistemi in vizualno-motoričnimi sposobnostmi).

Spretnost izvedbe kirurških nalog je bila ovrednotena z izračunom povprečne ocene (*slika 3*) – pri čemer je bila najbolje izvedena druga naloga (odlaganje žogice na natič) z oceno 152,25, sledila je druga naloga (odlaganje žogice na natič) z oceno 138,72. Najslabše je bila ocenjena tretja naloga (sledenje žici) s povprečno oceno 42,94, predvsem zaradi krajšega trajanja naloge.

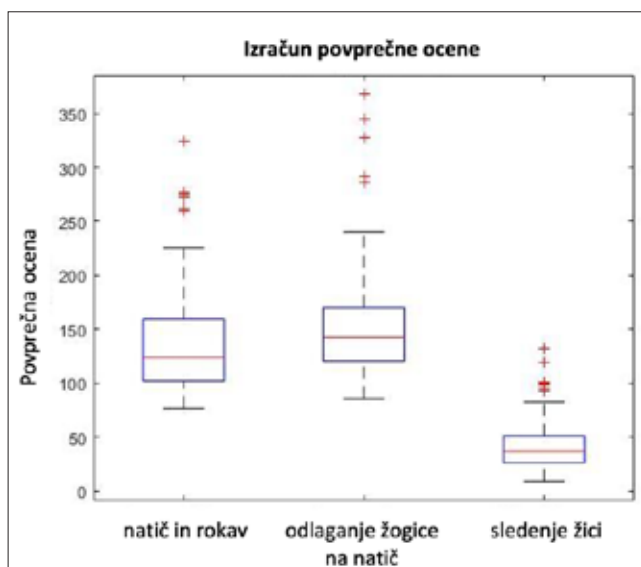
Podatki, pridobljeni med tem eksperimentom, so namenjeni predvsem nadaljnjemu preučevanju in raziskovanju t. i. deep learning tehnik avtonomnega učenja kirurških robotov.

Irene opredeljuje projekt TERRINet kot edinstveno priložnost za izvedbo eksperimenta na tako napredni platformi, kot je kirurška platforma da Vinci, do katere na domači ustanovi ne more dostopati. »Izjemna izkušnja je bila platformo spoznati, na njej delati ter zbirati podatke, ki so pomemben doprinos k nadaljnjemu raziskovanju te teme,« še dodaja.

Več o projektu na povezavi: www.terrinet.eu

Referenca

- [1] Choy I, Okrainec A.: Fundamentals of Laparoscopic Surgery-FLS. In: The SAGES Manual of Quality, Outcomes and Patient Safety. Boston, MA: Springer US; 2012, p. 461-71.



Slika 3 : Izračun povprečne ocene izvedbe posamezne naloge na podlagi 282 zabeleženih rezultatov

ZNANSTVENI KOMENTAR

POSEBNEGA DELA KAZENSKEGA

ZAKONIKA – KAZNIVA DEJANJA

ZOPER VARNOST JAVNEGA PROMETA

Aleksander Čičerov

Izvleček:

Slovenija je dobila znanstveni komentar posebnega dela Kazenskega zakonika – Kazniva dejanja zoper varnost javnega prometa.

Prispevek opisuje in komentira tista kazniva dejanja, ki se nanašajo na varnost zračnega prometa (členi 329, 330 in 333). Člen 329 kaznuje ugrabitev letala, člen 330 inkriminira napad na varnost zračnega prometa, 331. člen pa kaznuje uničenje in odstranitev znamenj za varnost zračnega prometa.

Ključne besede:

Kazenski zakonik (KZ-1), kazniva dejanja zoper varnost zračnega prometa, Slovenija in Mednarodna organizacija civilnega letalstva

1 Uvod

Slovenija je v preteklih dveh letih dobila znanstveni komentar posebnega dela Kazenskega zakonika (v nadaljevanju KZ-1), ki poglobljeno analizira dogmatična vprašanja vsake inkriminacije in katerega cilj je pomoč uporabnikom prava pri opredelitvi posameznih inkriminacij KZ-1 in s tem večja argumentacijska globina, prepričljivost in enotnost v strokovnem delu in izdelkih slovenskega pravosodja.¹ Komentar KZ-1 obsega 3 knjige s skupno 3592 stranmi. Pri pisanju znanstvenega komentarja je poleg urednika dr. Damjana Korošca, dr. Katje Filipčič in Stojana Zdolška ter strokovnega urednika Boštjana Koritnika sodelovalo še 56 strokovnjakov z različnih pravnih področij. Avtorji pravijo, da v posebnem delu KZ-1 zija več presenetljivo velikih in zakrknjenih pravnih praznin, zato upajo, da bo komentar tega posebnega dela KZ-1 pripomogel k razvoju sodne prakse, da bo opora sodiščem pri argumentiranju njihovih odločb, zakonodajalcu pa pri oblikovanju zakonskih sprememb.²

¹ D. Korošec: Predgovor k Velikemu znanstvenemu komentarju posebnega dela kazenskega zakonika, Zbirka predpisov s komentarjem, Uradni list RS, Ljubljana, 2018, 2019, str. 15.

² D. Korošec, nav. delo, str. 30–31.

2 Republika Slovenija kot članica mednarodnih letalskih organizacij

Republika Slovenija (v nadaljevanju RS) je mlada država, ki je, izhajajoč iz pravice slovenskega naroda do samoodločbe, načel mednarodnega prava, ustave Socialistične federativne republike Jugoslavije (SFRJ) in ustave RS, na plebiscitu 23. decembra 1990 z absolutno večino odločila, da si za prihodnje življenje oblikuje samostojno in neodvisno državo Republiko Slovenijo.³ RS kot mednarodnopravni subjekt spoštuje vsa načela mednarodnega prava in v smislu pravnega nasledstva določbe vseh mednarodnih pogodb, ki jih je sklenila SFRJ in se nanašajo na ozemlje RS.⁴

22. maja 1992 je RS postala polnopravna članica Organizacije združenih narodov (OZN), 12. junija 1992 je sledil sprejem RS v Mednarodno organizacijo civilnega letalstva (ICAO), 2. julija 1992 je postala članica Evropske konference civilnega letalstva (ECAC) in članica skupnih letalskih organov, v Evropsko organizacijo za varnost zračne plovbe (EUROCONTROL) je vstopila 1995, do leta 2008 je bila članica JAA. RS je vključena v funkcionalni blok zračnega prostora centralne Evrope (FAB CE), je ustanovna članica podjetja FABCE, d. o. o., s sedežem na Brniku. Slovenija je tudi članica regionalnega združenja CERG.⁵

³ Deklaracija ob neodvisnosti, Uradni list RS, št. 1/1991 z dne 25. 6. 1991.

⁴ Deklaracija ob neodvisnosti, IV. točka, Uradni list RS, št. 1/1991 z dne 25. 6. 1991. Glej še Deklaracijo o suverenosti države Republike Slovenije, Uradni list RS, št. 26/90.

⁵ Podatke je posredovala Javna agencija za civilno letalstvo

Mag. Aleksander Čičerov, univ. dipl. prav.,
Uredništvo revije Ventil, UL, Fakulteta za strojništvo



Letalo Ryanair, ugrabljeno v Belorusiji

Kot zanimivost naj navedemo, da je bila Slovenija med leti 1918–1929 kot del Kraljevine Jugoslavije (Kraljevina Srbov, Hrvatov in Slovencev) tudi podpisnica Pariške konvencije o ureditvi zračne plovbe (1919). Letalske nepismenosti Slovincem vsekakor ni moč očitati. Brata Rusjan sta šest let po uspešnem poletu bratov Wright (1903) poletela s svojim letalom EDA I. To je bil dvokrilnik z Anzijeve motorjem. Zgradila sta več letal vrste EDA, žal pa svetovne letalske enciklopedije ne omenjajo njunih imen. Slovenija je kot samostojna država imela tudi svojega letalskega prevoznika Adrijo Airways, ki je delovala vse do začetka leta 2020. Nestrokovno vodenje in prodaja tujcu sta letalsko družbo pripeljala do stečaja. Njeni piloti, ki so bili znani po odličnosti, so našli zaposlitev v tujini.⁶

3 Mednarodne obveznosti Republike Slovenije na področju mednarodnega civilnega letalstva

Kot članica ICAO je RS v svoj pravni sistem inkorporirala 35 instrumentov letalskega prava od trenutno 51.⁷ Tvorno se vključuje v del navedenih mednarodnih organizacij in uresničuje njihova navodila in standarde ter veljavno prakso.

4 Kazniva dejanja zoper varnost javnega prometa

V našem prispevku se bomo omejili na 31. poglavje posebnega dela KZ-1, ki določa kazniva dejanja zoper varnost javnega prometa in obsega osem ka-

znivih dejanj⁸, med njimi so tista, ki se nanašajo na varnost in varovanje mednarodnega civilnega letalskega prometa:

- ugrabitev zrakoplova ali plovila (329. člen),
- napad na varnost zračnega prometa (330. člen),
- uničenje in odstranitev znamenj, namenjenih za varnost zračnega prometa (331. člen).

4.1 Ugrabitev zrakoplova ali plovila

Za slovensko kazensko zakonodajo lahko trdimo, »da so vanjo vključena vsa kazniva dejanja, ki so tako ali drugače inkriminirana v mednarodnem pravu. To še zlasti velja za kazniva dejanja, kot so genocid, vojna hudodelstva in hudodelstva zoper človečnost, in nekatera druga kazniva dejanja, zbrana v poglavju o kaznivih dejanjih zoper človečnost, ki jih po vsebini ni bilo mogoče uvrstiti v kakšno drugo poglavje.«⁹ Glede na vsebino so kazniva dejanja ugrabitve letala ali ladje (329. člen KZ-1) in napad na varnost zračnega prometa (330. člen KZ-1) uvrščena v kazniva dejanja zoper varnost zračnega prometa.

»Civilna zračna plovila in sistemi ter naprave na zemlji, ki omogočajo njihovo delovanje na zemlji in v zraku, so zaradi svoje velike tehnološke kompleksnosti in medsistemske odvisnosti zelo ranljivi za protipravne napade vseh vrst.«¹⁰ Kot nova nevarnost za varnost in varovanje mednarodnega civilnega letalstva se v zadnjem času pojavljajo kibernet-ske operacije, ki pa jih veljavni KZ še ne sankcionira.

KZ-1 v 329. členu sankcionira ugrabitev zrakoplova ali plovila.

»Kdor s silo ali resno grožnjo, da bo uporabil silo, prevzame nadzor nad zrakoplovom, ki leti, ali nad plovilom, ki pluje, se kaznuje z zaporom od enega do petnajst let.«

Ugrabitev zrakoplova je sicer uvrščena v poglavje o kaznivih dejanjih zoper varnost javnega prometa, vendar je glede na dobrino, ki jo varuje, in glede na prepovedane posledice to v bistvu teroristično kaznivo dejanje. Slovenski zakonodajalec se je pri predlogu 329. člena skliceval na mednarodne obve-

8 To so: 323. člen KZ-1 – Povzročitev prometne nesreče iz malomarnosti, 324. člen KZ-1 – Nevarna vožnja v cestnem prometu, 325. člen KZ-1 – Ogrožanje posebnih vrst javnega prometa, 326. člen KZ-1 – Ogrožanje javnega prometa z nevarnim dejanjem ali sredstvom, 327. člen KZ-1 – Opušitev nadzorstva v javnem prometu, 328. člen KZ-1 – Zapustitev poškodovanca v prometni nesreči brez pomoči, 329. člen KZ-1 – Ugrabitev zrakoplova ali plovila, 330. člen KZ-1 – Napad na varnost zračnega prometa, 331. člen KZ-1 – Uničenje in odstranitev znamenj, namenjenih za varnost zračnega prometa.

9 M. Ambrož in drugi, nav. delo, Mednarodno kazensko pravo, Ur. list, Ljubljana 2012, str. 81–83.

10 M. Ambrož, nav. delo, str. 272.

RS (2020).

6 O zgodovini letalstva na Slovenskem glej D. Kladnik: Zgodovina letalstva na Slovenskem, Zavod za intelektualno produkcijo, Ljubljana 2008.

7 Glej podrobno Status of Slovenia with regard to international Air Law Instruments.

znosti, ki jih je RS prevzela na letalskem področju iz Konvencije o kaznivih dejanjih in nekih drugih dejanjih, storjenih na letalih iz leta 1963, Konvencije o zatiranju nezakonitih aktov zoper varnost civilnega letalstva iz leta 1971, Konvencije o zatiranju nezakonite ugrabitve zrakoplova iz leta 1970 in Konvencije o odprtem morju iz leta 1958.

KZ iz leta 1995 je že poznal »ugrabitev letala«, z novelo KZ pa je »letalo« postalo »zrakoplov«, kar močno spominja na jugoslovansko terminologijo, ko je bila Slovenija še del jugoslovanske federacije. Ugrabitev zrakoplova je mogoče izvršiti s prevzemom nadzora s silo ali z resno grožnjo. Pri tem prevzem nadzora pomeni, da storilec kaznivega dejanja lahko upravlja zrakoplov, ga usmerja ali nadzoruje njegovo delovanje. V slovenski letalski terminologiji je letalo naprava, ki je težja od zraka, potreben aerodinamični vzgon na krilu pa pridobi s tem, da se giblje skozi zrak.¹¹ Slovenska opredelitev »zrakoplova v letu« se ne razlikuje od mednarodne, pomembno je to, da zrakoplov, ki ni v letu, ne izpolnjuje zakonskih znakov kaznivega dejanja po 329. členu KZ-1. Kaznivo dejanje je dokončano, ko storilec prevzame nadzor nad zrakoplovom.

Pri 329. členu KZ-1 je zavarovana dobrina varnost zračnega prometa. Inkriminacija dejanj po 329. členu KZ-1 v bistvu pomeni preprečevanje zastraševanja javnosti in zmanjševanja zaupanja javnosti v zračni promet. »Prepovedana posledica je poškodbenost, ker s prevzemom nadzora nad zrakoplovom pride do poškodbe pravne dobrine, zaupanja in stanja brez strahu v zračnem prometu ter do onemogočanja svobodnega leta.«¹²

V slovenski zakonodaji gre za večkratno naklepno kaznivo dejanje, za katero je zagrožena zaporna kazen od enega do petnajstih let.¹³ Kazenski pregon za to kaznivo dejanje zastara po tridesetih letih od izvršitve. V letih 2012–2016 v Republiki Sloveniji za to kaznivo dejanje ni bilo obtožb in ne pravnomočnih sodb.¹⁴

4.2 Napad na varnost zračnega prometa

To kaznivo dejanje je določeno v 330. členu KZ-1:

»(1) Kdor spravi v nevarnost let zrakoplova, tako da položi ali prinese v zrakoplov razstrelivo ali druge podobne naprave ali snovi ali uniči ali poškoduje navigacijske naprave na zrakoplovu ali napravi na njem kakšno drugo škodo ali daje napačna obvestila

v zvezi z letom ali z napadom na posadko civilnega zrakoplova omejuje ali zmanjšuje sposobnost opravljanja dolžnosti članov posadke, ali s kršitvijo varnostnih navodil, ki so vidno označena ali jih potnikom posreduje vodja zrakoplova ali ostali člani posadke, se kaznuje z zapornom od enega do desetih let.

(2) Enako se kaznuje, kdor ogrozi varnost na letališču tako, da s silo ali grožnjo z uporabo sile prisili osebje letališča, da prekine poslovanje v zvezi s poleti zrakoplovov, ali z razstrelivom ali drugo podobno napravo ali snovjo uniči ali poškoduje zrakoplov ali naprave, namenjene za varnost zračnega prometa.

(3) Če ima dejanje iz prvega ali drugega odstavka tega člena za posledico smrt ene ali več oseb ali uničenje zrakoplova ali letališča, se storilec kaznuje z zapornom od treh do petnajstih let.«¹⁵

Tudi to dejanje pomeni teroristično kaznivo dejanje. Po letu 2001 se je tudi v Sloveniji okrepila kazensko-pravna ureditev terorizma in z njim povezanih kaznivih dejanj. Ker gre za mednarodna pogodbena kazniva dejanja, je bila v Sloveniji izpeljana specialna transformacija. 330. člen KZ-1 tvorijo trije odstavki. Prvi odstavek inkriminira temeljno kaznivo dejanje – ogrožitev varnosti leta zrakoplova, drugi odstavek ureja *delictum sui generis*, tj. ogrožitev varnosti na letališču, tretji odstavek pa določa kvalificirano obliko kaznivega dejanja iz prvega odstavka tega člena z objektivnim pogojem kaznivosti – smrt ene ali več oseb ali uničenje zrakoplova ali letališča. Da bi bilo to kaznivo dejanje dokončano, mora storilec:

- ▶ položiti ali prinese v zrakoplov razstrelivo ali druge podobne naprave ali snovi,
- ▶ uničiti ali poškodovati navigacijske naprave na zrakoplovu,
- ▶ napraviti škodo na navigacijski napravi ali povzročiti kakšno drugo škodo,
- ▶ dajati napačna obvestila v zvezi z letom,
- ▶ omejevati ali zmanjšati sposobnost opravljanja dolžnosti članov posadke, kar storilec izvede z napadom na posadko civilnega letala,
- ▶ kršiti varnostna navodila, ki so vidno označena ali jih potnikom posredujejo vodja zrakoplova ali preostali člani posadke.

Glede na sodoben razvoj informacijskih sistemov v zrakoplovu bi bilo mogoče to kaznivo dejanje izvršiti tudi z napadom na informacijski sistem (kibernetski napad, op. at). Tudi to kaznivo dejanje v bistvu zastrašuje javnost in zaupanje vanj v specifičnem okolju.

V drugem odstavku 330. člena KZ-1 je inkriminirano kaznivo dejanje, ki ogroža varnost na letališču. Izvršiti ga je mogoče z dvema alternativnima ravnanjema:

¹¹ Primerjaj letalo in zrakoplov v D. Gregl: Letalski razlagalni slovar z ustreznici v angleščini, samozaložba, 2009, str. 56 in 153.

¹² S. Z. Mertelj, nav. delo, komentar 329. člena v Kazniva dejanja zoper varnost javnega prometa v Veliki znanstveni komentar posebnega dela Kazenskega zakonika (KZ-1), 3. knjiga, 257–374, str. 698.

¹³ S. Z. Markelj, nav. delo, str. 698.

¹⁴ S. Z. Markelj, nav. delo, str. 701.

¹⁵ KZ-1, 330. člen.

- ▶ s silo ali grožnjo z uporabo sile storilec prisili osebje letališča, da prekine poslovanje v zvezi s poleti zrakoplovov,
- ▶ z razstrelivom ali drugo podobno napravo ali snovjo uniči ali poškoduje zrakoplov ali naprave, ki so namenjene varnosti zračnega prometa.

Tretji odstavek 330. člena KZ-1 kvalificira kaznivo dejanje z odgovornostjo za hujšo posledico. Gre za poseg v pravno dobrino, tj. življenje, pri čemer pa gre za eno kaznivo dejanje ne glede na to, ali umre ena ali več oseb.

To kaznivo dejanje je naklepno in predstavlja *lex specialis* inkriminacijo terorističnega kaznivega dejanja zoper varnost zračnega prometa.¹⁶ V Republiki Sloveniji sta bili v obdobju 2012–2016 po tem členu obtoženi dve osebi, pravnomočnih sodb ni bilo.

4.3 Uničenje in odstranitev znamenj, namenjenih za varnost zračnega prometa

V slovenski kazenski zakonodaji tudi to kaznivo dejanje pomeni napad na zavarovano pravno dobrino, glede na svoj mednarodnopravni izvor pa je teroristično kaznivo dejanje. Zakonodajalec v 331. členu KZ-1 določa:

»Kdor uniči, poškoduje ali odstrani znamenje, ki je namenjeno za varnost zračnega prometa, se kaznuje z zaporom do dveh let.«

V primeru 331. člena KZ-1 gre za tri izvršitvena dejanja:

- ▶ uničenje,
- ▶ poškodovanje in
- ▶ odstranitev znamenja, ki je namenjeno varnosti zračnega prometa.

KZ-1 ne določa vrste znamenj, ker gre v tem primeru za blanketno normo. Podrobnosti glede znamenj

¹⁶ S. Z. Markelj, nav. delo, str. 712.

za varnost zračnega prometa določajo področni predpisi in na njihovi podlagi tehnični predpisi s področja varnosti zračnega prometa. Gre za signalna znamenja na letališčih, kot so vizualna sredstva za navigacijo (npr. vetrokaz, signalna pištola in signalni pano). Kaznivo dejanje po 331. členu KZ-1 je dokončano, ko storilec izvrši uničenje, poškodovanje ali odstranitev znamenja.

Uradni podatki kažejo, da v obdobju 2012–2016 v Republiki Sloveniji ni bilo ne obtožbe ne pravnomočne sodbe.

5 Sklep

V Republiki Sloveniji je razmerje med domačim in mednarodnim pravom urejeno z Ustavo Republike Slovenije. Zakoni in drugi predpisi morajo biti v skladu s splošno veljavnimi načeli mednarodnega prava in z mednarodnimi pogodbami, ki obvezujejo Slovenijo. Ratificirane in objavljene mednarodne pogodbe se uporabljajo neposredno (8. člen Ustave Republike Slovenije), to pa bi v praksi lahko pomenilo velike pravne težave.¹⁷ Če bi bila kakšna določba iz mednarodne pogodbe neskladna z ustavo, se na predlog predsednika republike, vlade ali tretjine poslancev državnega zbora o tem izreče ustavno sodišče v postopku ratifikacije (160. člen Ustave Republike Slovenije).

S pojavom kibernetских operacij se že in se bo morala soočiti tudi mednarodna pravna stroka. Še posebej v civilnem letalstvu, ki je tehnično vse bolj izpopolnjeno z namenom, da olajša delo pilotu. Tu se največ pričakuje od ICAO, ki je zadolžena za varnost in varovanje civilnega letalstva.

Velikemu znanstvenemu komentarju posebnega dela Kazenskega zakonika želimo, da izpolni pričakovanja kazenskopravne stroke v smislu razlage sodne prakse, opore sodiščem pri argumentiranju njihovih odločb in zakonodajalcu pri oblikovanju zakonskih sprememb.

¹⁷ Glej podrobno A. Ambrož, nav. delo, str. 80.

Scientific Commentary of the Particular Criminal Code - Penal Acts against the Safety of the Public Traffic

Abstract:

Slovenia has got the Scientific Commentary of the Particular Criminal Code - Penal Acts against the Safety of the Public Traffic.

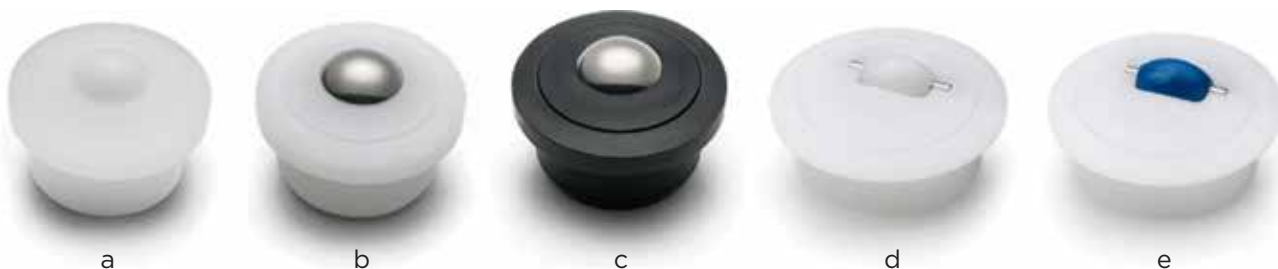
This article describes and comments those penal acts dealing with the safety of air traffic (Article 329, Article 330 and Article 331). The Article 329 makes it punishable the highjacking, the Article 330 punishes an attack on the safety of air traffic and the Article 331 makes punishable destruction and removal of signals designed for the safety of air traffic.

Keywords:

Criminal Code (CK - 1), Penal Acts against the safety of air traffic, Slovenia and the International Civil Aviation Organization.

Novi KROGLIČNI VALJČKI IZ TERMOPLASTA (POM)

Pri Eles+Ganter smo v paleto izdelkov dodali tudi nove kroglične valjčke iz termoplasta (POM).



Primeri krogličnih valčkov, a) UTB-P, b) UTB-SST, c) UTB-SST-ESD, d) UTR-P, e) UTR-S

Z njimi lahko enostavno in udobno premikate občutljive oziroma težke izdelke, npr. na področju transporta materialov ali v industriji stekla.

Za delo z bremenami z občutljivimi površinami so še zlasti primerni novi kroglični valjčki UTB-P s tekalno površino iz termoplasta (POM), medtem ko so za bremena z ostrimi in zarobljenimi površinami primernejši kroglični valjčki UTB-SST s tekalno površino iz nerjavnega jekla.

Za uporabo na območjih, zaščiteneh pred elektrostatičnimi razelektritvami (EPA), v Eles+Ganter priporočamo kroglične valjčke UTB-SST-ESD iz posebnega prevodnega termoplasta v črni barvi in s tekalno površino iz nerjavnega jekla.

Za uporabo v transportnih in podajalnih enotah ali na koncu obdelovalnih linij so idealni kroglični valjčki UTR-P s tekalno površino iz belega termoplasta POM. Valjčki UTR-S iz mehkega modrega termoplasta so primerni za bremena s posebej občutljivimi površinami, kot sta steklo ali keramika. Omogočajo tako linearne premike kot tudi rotacijo zaradi sredinskega držala valjčka, ki se vrti neodvisno od zunanjega dela.

Glavne prednosti so:

- ▶ kar največja čistoča zaradi samomazalne strukture termoplasta (ni potrebno podmazovanje z oljem ali mastjo),
- ▶ ne zahteva vzdrževanja,
- ▶ nizka teža,
- ▶ izjemne lastnosti drsenja,
- ▶ nizko trenje,
- ▶ odpornost proti koroziji,
- ▶ odpornost proti umazaniji, prahu in vlagi.

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

Vir:

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



CLEANME

Strokovni sejem za industrijsko & komercialno čiščenje

5.-7.10.2021

GR, Ljubljana

powered by **icm**

www.icm.si

ELEMENTI ZA PRENOS MOČI IZ TERMOPLASTA

VISUALLY DETECTABLE

Podjetje Elesa+Ganter je razširilo svojo ponudbo standardiziranih delov Visually Detectable s čelnimi zobniki ZCL-VD. Novi čelni zobniki so na voljo v izvedbi iz termoplasta (poliamid, PA) v signalno modri barvi (RAL 5005). Izdelani so iz materiala, ki je skladen z zahtevami FDA (FDA CFR.21 in EU 10/2011).



Čelni zobniki ZCL-VD iz termoplasta Visually Detectable

Nenamerne nečistoče na čelnih zobnikih se zaradi modre barve zlahka prepoznajo. Ta linija izdelkov, ki vključuje tudi ročaje, gumbе in vpenjalne ročice, je bila razvita posebej za živilsko in farmacevtsko industrijo. Občutno prispeva k izboljšani varnosti pri proizvodnji živil po mednarodnih smernicah.

Čelni zobniki se uporabljajo tudi tam, kjer je potrebno zmanjšanje hrupa ali izogibanje uporabi maziv. Tudi nizka masa lahko pri določenih vrstah uporabe pomeni prednost. Prednost je tudi visoka odpornost proti kemikalijam v agresivnih okoljih.

Novi čelni zobniki ZCL-VD tako zaokrožajo obstoječo ponudbo elementov za prenos moči podjetja Elesa+Ganter, ki je sestavljena iz dveh družin izdelkov: čelni zobniki ZCL (ubirni kot 20°) in zobate leve ZCR (ubirni kot 20°).

Nadaljnji razvoj tehničnih umetnih mas je privedel do tega, da imajo čelni zobniki iz termoplasta poleg visoke mehanske trdnosti še naslednje dodatne prednosti:

- ▶ visoka odpornost proti kemičnim snovem,
- ▶ visoka odpornost na torzijo kot tudi visoka trdnost,
- ▶ nizek koeficient trenja,
- ▶ uporabni so tudi tam, kjer ni dovoljena uporaba maziv.

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



Ponudba elementov za prenos moči iz termoplasta

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

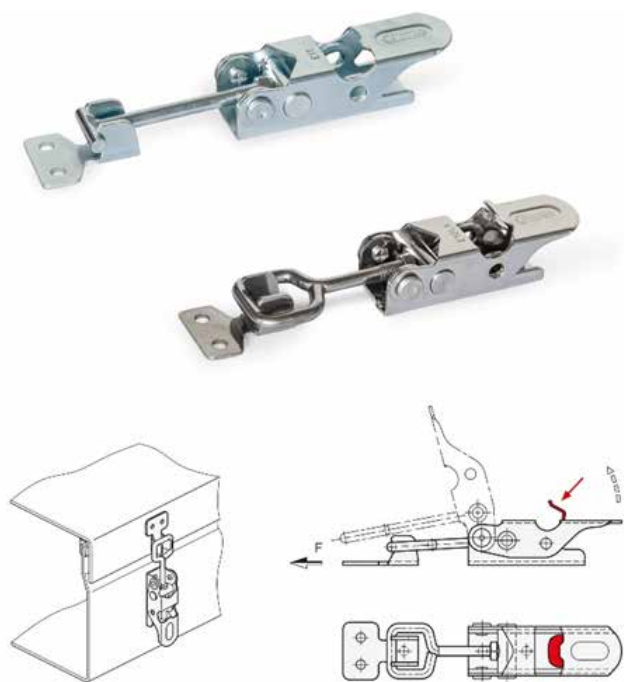
REVUIA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

VENTIL


strojnistvo.com
križišče strojnikov

HITRO IN VARNO ZAPIRANJE

Zapiralna vpenjala so preizkušeni in univerzalni elementi, ki so kot nalašč za hitro in varno zapiranje pokrovov. Z zapiralnim vpenjalom GN 761 vam Elesa+Ganter ponuja rešitev, ki je kot nalašč za srednje težke vrste uporabe, hkrati pa poskrbi za večjo varnost.



Zapiralna vpenjala Elesa+Ganter

Vpenjala so zasnovana za sile 1000, 2000 in 3000 N, izdelana so iz pocinka-nega jekla ali nerjavnega plemenitega jekla, standardno pa so opremljena z vpenjalnimi drogovi v obliki očesca ali črke T. Nova vpenjala iz serije GN 761 pokrivajo vrzel med težkimi in lahkimi izvedbami teh univerzalno uporabnih standardiziranih elementov Elesa+Ganter. Če morate poskrbeti za hitro in enostavno, a zanesljivo zapiranje loput, pokrovčkov ali pokrovov, so robustna vpenjala z možnostjo zavarovanja z obešanko prva

izbira. Z navojem na vpenjalnem drogu je mogoče natančno nastaviti hod, ga prilagoditi in tako natančno aktivirati z ekscentričnim premikom zapiralne ročice.

Poleg obeh opisanih oblik vpenjalnih drogov (T in očesce) Elesa+Ganter nudi možnost drugačnih, individualnih izvedb tako glede dimenzioniranja, oblik in lastnosti. Tako so vpenjalni drogovi z integrirano vzmetjo za izravnavanje toleranc prav tako izvedljivi kot različice z elastomernimi vložki, ki so smiselne v primeru, da vpenjalni drog in pridržalni element nista povsem poravnana.

V Elesa+Ganter smo novo serijo vpenjal dopolnili še z varnostno izvedbo: Pri GN 761.1 se varovalni kavelj, ki je integriran v ohišje vpenjala, pri zapiranju samodejno zatakne v aktivacijsko ročico.

Tako ostane vpenjalo varno zaprto in se nenamerno ne odpre. Šele ko varovalni kavelj sprostite, je mogoče odpreti vpenjalo. Za to potrebujete samo eno roko – kot vedno v Elesa+Ganter razmišljamo o prijaznosti do uporabnika, zato prilagoditve, potrebne za uporabnika ali uporabo, upoštevamo že v fazi snovanja.

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

Vir:

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



Where challenges meet solutions

powered by **iCm**



















GR, Ljubljana, Slovenia

5.- 7.10.2021

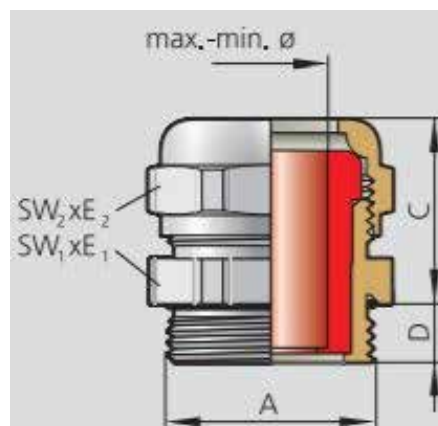
ecowave@icm.si
www.icm.si

NAJMANJŠA KABELSKA UVODNICA NA TRGU

Zaradi vse pogostejših zahtev po miniaturnih uvodnicah za zelo tanke kable je podjetje FBS elektronik d. o. o. v svoj prodajni program uvrstilo uvodnico M4 x 0,7 proizvajalca uvodnic in kabelskih kanalov PFLITSCH. Namenjena je za tanke kable premerov 0,9-1,6 mm.



Primerjava uvodnice M4 x 0,7 s ključkom



Tehnični podatki:

- ▶ material ohišja: nikljana medenina (po naročilu: nerjavno jeklo),
- ▶ mehanska zaščita IP 68 do 10 bar (1 ura),
- ▶ temperaturno območje -40 °C do +130 °C,
- ▶ material tesnilnega vložka uvodnice TPE ali TPE-V,
- ▶ dimenzija za pritrditev uvodnice 2,7 mm,
- ▶ za uporabo kablov premerov 0,9-1,6 mm,
- ▶ montažna višina največ 8,8 mm.

Zaradi majhnih dimenzij je primerna za montažo kablov na področju senzorike. Tesnjenje kabla je po celotni dolžini, ni nevarnosti za poškodbe, z mehan-

Dimenzije: $A = M4 \times 0,7$, $D = 2,7 \text{ mm}$, $C = 8,8 \text{ mm}$, $SW \times E = 6 \times 6,8 \text{ mm}$

ske zaščito IP 68 pa vzdrži do 10 bar tlaka. Tesnjenje k podlagi je popolno s pripadajočim O-tesnilom.

Vir:

FBS Elektronik, d.o.o. Prešernova cesta 8, 3320 Velenje, tel.: +386 3 8983 702, mob: +386 64 157 204, fax.: +386 3 8983 718, e-mail: peter.meh@fbselektronik.com, internet: <http://www.fbselektronik.com>


AX ELEKTRONIKA

PCB parcele



Najcenejša izdelava vašega prototipnega vezja v Sloveniji!



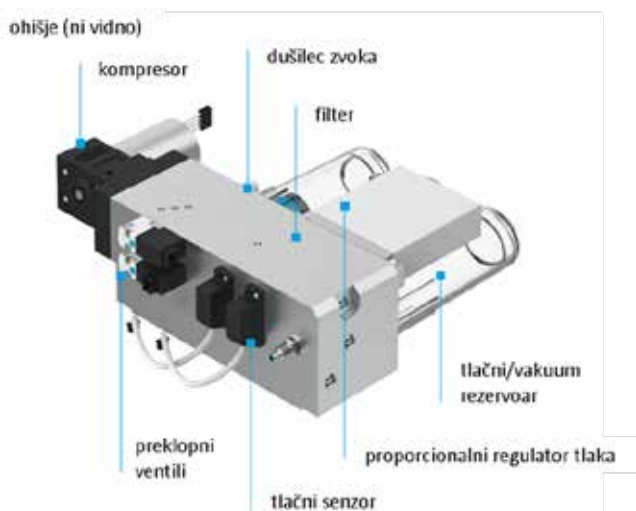


AX elektronika d.o.o
 Špruha 33
 1236 Trzin
www.svet-el.si
 telefon: 01 549 14 00
 e-pošta: panel@svet-el.si

TLAČNI IN VAKUUMSKI GENERATOR PGVA



Dimenzije modula PGVA



Komponente v modulu PGVA

Vsestransko uporaben

Decentralizirani generator tlaka in vakua PGVA potrebuje le 24-voltni napajalnik, da zagotavlja stisnjen zrak za vaše potrebe po tlaku ali vakuumu. Zaradi tega je idealen za laboratorijske procese, na

primer pri stregi tekočin pri doziranju, pipetiranju medicinskih vzorcev ali za uporabo v razdelilnih glavah.

Popolna rešitev

PGVA nudi popolno rešitev, ki vam olajša delo. Generator tlaka in vakua PGVA vključuje kompresor, pripravo zraka, vključno s filtriranjem, rezervoarje in elektronski regulator tlaka in vakua. Digitalni vmesnik neverjetno enostavno prilagodi zahtevano vrednost tlaka in vakua.

Enostavna integracija v vašo aplikacijo

Festova rešitev plug and play: modul PGVA je mogoče enostavno vključiti v vaše rešitve pri stregi tekočin, ki jo zagotavljajo ustrezen električni, pnevmatski in programski vmesnik.

Tehnični podatki modula:

- ▶ spremenljivo območje tlaka/vakua od -500 mbar do +500 mbar
- ▶ absolutna natančnost 1 % (FS)
- ▶ zračno filtriranje do 0,01 µm
- ▶ pnevmatski priključek 4 mm (QS-4)
- ▶ napajanje 24 V
- ▶ digitalni izhod za integrirano aktiviranje posameznega ventila
- ▶ Ethernet priključek RJ45 za Modbus TCP
- ▶ serijski priključek RS232 za ASCII
- ▶ na voljo konfiguracijsko orodje (GUI)

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

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

AGRITECHNICA – Weltleitmesse der Landtechnik
Sejem Agritechnika 2021

14. do 20. 11. 2021 | Hannover – ZRN

Organizator:

- ▶ DLG (Deutsche Landwirtschafts – Gesellschaft)

Informacije:

- ▶ www.agritechnica.com

P. S.: Zaradi COVID-a 19 je sejem prestavljen na 27. 02. do 05. 03. 2022.

13. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (IFK)
13. Mednarodni kolokvij o fluidni tehniki

21. do 23. 03. 2022 | Aachen 50 ZRN (Eurogress)

Organizator:

- ▶ Institut für Fluidtechnische Antriebe und Systeme (IFAS) der RWTH Aachen

Vodilna tematika:

- ▶ Fluidna tehnika: digitalna, zanesljiva, trajnostna

Informacije:

- ▶ www.ifk2022.com

HITRI PRITRDILNI ELEMENTI LKE ZA TIRNA VODILA

Proizvajalec ZIMMER GROUP znova dokazuje svojo inovativno moč s serijo hitrih pritrdilnih elementov LKE. To so električni pritrdilni elementi, ki bodo zaradi močno izboljšanih hitrostnih lastnosti in najbolj preprostega postopka namestitve nadomestili prejšnjo serijo LCE.



Pritrdilni element LKE

Prednosti serije LKE:

- ▶ Odvisno od velikosti ima serija LKE zelo veliko držalno silo vse do 1800 N.
- ▶ Najbolj impresivna lastnost nove serije LKE je njena hitrost. S časom zapiranja približno 400 milisekund, kar približno ustreza sedemkratnemu izboljšanju v primerjavi s prejšnjimi modeli LCE, ZIMMER GROUP dokazuje svojo sposob-

nost inovacij na področju električnih pritrdilnih elementov.

- ▶ Pritrdilni elementi so samozapiralni, zato se v primeru izpada toka ali izklopa sistema ohranja celotna držalna sila. Odpiranje in zapiranje je izvedeno z uporabo 24 VDC pri največjem toku 1,5 A.
- ▶ V nasprotju s pnevmatično rešitvijo nova serija LKE navdušuje predvsem z integriranim zaznavanjem stanja (odprto/zaprt) po digitalnih statusnih signalih.
- ▶ Pritrdilni elementi so zatesnjeni v skladu z IP64 in imajo prilagodljiv izhod za kabel, ki omogoča nastavlljivo kabelsko vodilo za maksimalno izrabo prostora za namestitvev.
- ▶ Glede na navedene lastnosti električni pritrdilni elementi omogočajo visoko prilagodljivost in obremenitve stroja, medtem ko z vrednostjo B10d v višini 500.000 pritrdilnih ciklov zagotavlja največjo zanesljivost v proizvodnji.

Več informacij o produktih proizvajalca ZIMMER GROUP dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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



Vitka proizvodnja.

item. Your ideas are worth it.®

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

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

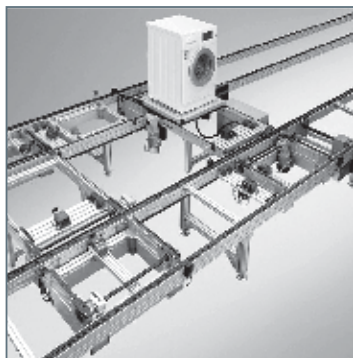
Rexroth

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

SESALNE GUME PAOF ZA AVTOMOBILSKO INDUSTRIJO

Proizvajalec PIAB predstavlja svojo novo serijo sesalnih gum za avtomobilsko industrijo, ki so primerne za aplikacije v lakirnicah in pri končnih montažah kakor tudi pri stiskalnicah z majhno in srednjo hitrostjo. 22 izvedb novih sesalnih gum dopolnjuje program sesalnih gum.



Sesalne gume PAOF

Nova linija sesalnih gum podpira industrijske standardne dimenzije in vmesnike, kar olajša vgradnjo in uporabo. So tudi zelo dobra alternativa za aplikacije v drugih industrijah, npr. v lesni in kovinski predelovalni industriji.

Sesalne gume PAOF (Piab Automotive Oval Flat) se izdelujejo v velikosti 16 x 50, 30 x 90, 40 x 80 in 50 x 100 mm. Ovalne in ploske sesalne gume so namenjene dinamičnemu rokovanju s podolgovatimi kovinskimi ploščami. Imajo odlično stabilnost, frikcijski vzorec na ustnici sesalne gume preprečuje zdrs oljnatih površin. Odlično se obnesejo tudi v prahu in drugih nečistočah. Dobavljive so z vsemi standardnimi priključki iz avtomobilske industrije, zato jih je mogoče enostavno namestiti.

Prednosti za kupca:

- ▶ Razvite so za dolge, ozke kovinske plošče z rahlo nagubano ali ravno površino, kot je to pogosto pri aplikacijah v lakirnicah.
- ▶ Razvite so za rokovanje s suhimi ali oljnatimi ploščami.
- ▶ Lahko vzdržijo velike prečne sile.
- ▶ Njihova zgradba preprečuje poškodbe na tankih in občutljivih materialih.

Več informacij o vakuumskih sesalnih gumah PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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

PRECIZNA KROGELNA VRETENA PROIZVAJALCA THOMSON LINEAR



Slika 1 : Krogelna vretena THOMSON LINEAR (vir: www.thomsonlinear.com)

Za zelo natančne postopke in aplikacije se pogosto uporabljajo krogelna vretena s točnostjo P3. Inženirji strojnega oblikovanja pogosto menijo, da se lahko ta točnost doseže le s krogelnimi vreteni, izdelanimi s postopkom izreza navojev (ground-thread screws). Proizvajalec THOMSON LINEAR pa sedaj ponuja krogelna vretena s točnostjo P3 (12 μm /300 mm), izdelana s standardnim postopkom valjanja. Na ta način se lahko privarčuje do 70 % stroškov pri popolnoma enaki točnosti.

Velika natančnost se doseže z upoštevanjem več faktorjev. Osnovni material je natančno določen in kontroliran, pri postopkih oblikovanja in toplotne obdelave pa so upoštevane najnovejša tehnologije. S procesom valjanja se doseže ustrezna struktura materiala, zato ima vreteno večjo togost in tudi daljšo življenjsko dobo.

Značilnice:

- ▶ dolžine do 15 m; premeri 12–80 mm, koraki 5–50 mm,
- ▶ maksimalne dinamične obremenitve do 480 kN,
- ▶ na voljo s prirobnično ali cilindrično matico,
- ▶ na voljo namenske rešitve tudi za manjšo količino,
- ▶ izkušnje in kakovost proizvajalca THOMSON LINEAR.

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

Vir:

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

Zanesljiv partner vaše proizvodnje

Olma d.o.o., Poljska pot 2, 1000 Ljubljana, tel.: (01) 58 73 600, email: komerciala@olma.si, <http://www.olma.si>

MERILNIK ZA SPREMLJANJE KEMIJSKIH LASTNOSTI OLJA – PARKER DIGI PLUS

Parker je nedavno predstavil novo inovativno tehnologijo za spremljanje kemijskih lastnosti olja DIGI Plus, ki je namenjena zmanjšanju časa zastojev, stroškov in zaščiti proizvodne opreme.



Slika 1 : Merilnik DIGI Plus



Slika 2 : Komplet DIGI Plus za testiranje na terenu

Zasnova novega merilnika temelji na celični tehnologiji, ki je bila predstavljena leta 1993 in predstavlja standard pri spremljanju stanja olja, še posebej v pomorstvu. Kombinirana preskusna celica omogoča hitro analizo vsebnosti vode v olju ter določitev bazičnosti vzorcev olja.

DIGI Plus ima vgrajen testni pomnilnik, ki sprejme do 50 posameznih rezultatov preskusa, in sicer kot del vnaprej programiranega plana preskušanja, hkrati pa omogoča tudi neposredno preskušanje brez predhodnega vnosa plana (*slika 1*). Rezultati preskusov se prenašajo po USB-kablu, ki hkrati omogoča tudi polnjenje baterije. Merilnik ima izboljšan barvni zaslon z osvetljenim ozadjem, ki zagotavlja boljšo vidljivost v slabih svetlobnih pogojih. Barvni

zaslon je zasnovan za poenostavitev identifikacije alarmnih pogojev in rezultatov merjenja. Celica je izdelana iz lahke stekleno ojačane plastike z nedrsečimi ročaji.

DIGI Plus je na voljo v kompletu za testiranje na terenu, ki poleg preskušanja vode v olju in merjenja bazičnosti vključuje še opremo za merjenje kislosti, količine netopnih snovi in viskoznosti (*slika 2*).

Vir:

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



Visoko fleksibilni kabli





HENNlich
Pokličite nas:
041 386 035



www.hennlich.si

36 mesecev garancije

- torzijsko odporni kabli **s konektorji ali brez**
- ethernet, optika, signalni, krmilni, servo, ...

Nov KOMPAKTNI ENOSMERNI VENTIL ZA REGULACIJO PRETOKA



Slika 1: Kompaktni ventil za regulacijo pretoka

Podjetje S3C ima v svojem prodajnem programu sedaj nove kompaktne enosmerne ventile za regulacijo pretoka z enostavno nastavitvijo, ki omogočajo urav-

navanje hitrosti in pretoka medija z ročnim kolesom neposredno na cilindru in jih je mogoče zakleniti brez orodja (*slika 1*).



Slika 1: Kompaktni ventil za regulacijo pretoka

Novi dušilno nepovratni ventil za regulacijo pretoka, ki ima lahko integriran pilotski krmilni ventil, varuje aplikacijo v primeru izpada stisnjenega zraka. Ti vijaki priključki, imenovani tudi STOP vijaki priključki, ob izpadu krmilnega signala zaklenejo sedež in cilindri postavijo v ustrezen položaj.

Vir:

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

DOMEL

Inovativne rešitve za industrijo prihodnosti

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

STÄUBLI

- Industrijski roboti



Rexroth

Bosch Group

- Servo pogoni in krmilna tehnika
- Linearna tehnika



phytron

Extreme. Precision. Positioning.

- Koračni motorji



REVIZIJA STANDARDOV ISO 13849 (ISO/DIS 13 849 – 1) – PREGLED SPREMEMB – KRMILJENJE STROJEV – 1. IN 2. DEL

Standard EN ISO 13849 obsega varnostne zahteve in postopke snovanja in integracije krmilnih enot in delov strojev vključno z razvojem programske opreme. Standard velja za vse vrste strojev neodvisno od uporabljenega načina oz. tehnologije krmiljenja (npr.: mehanično, električno, hidravlično, pnevmatično). Revizija standarda ISO 13849, tj. ISO / DIS13849-1+2020(E), obsega novosti, ki so v prvem delu izdaje revije *O + P Fluidtechnik* 2021/01-02 že objavljene in so v pričujočem 2. delu kompletirane.

Več v besedilu prispevka.

Vir:

Revision der ISO 13849 (ISO/DIS 13849-1: 2020) – Übersicht der Änderungen – Teil 1 und Teil 2 – O + P Fluidtechnik 65(2021)01-02 – str. 38 in 65(2021)03 – str. 38

PRAVNOVELJAVNO Z AKTUALNIMI SMERNICAMI ZA TLAČNE NAPRAVE

Hidravlični agregati z akumulatorji morajo biti izdelani v skladu z zahtevami EU-smernice *Tlačne naprave in gradniki* (nem.: EU-Richtlinie »Druckgeräte und Baugruppen«). Za obratovanje hidravličnega sistema z akumulatorjem mora zato biti na voljo ustrezen CE-certifikat. Podjetje *Werthenbach Hydraulik* je zato skupaj z uradom *TÜV Rheinland* pričelo sodelovati za pripravo ustrezno prilagojene smernice.

Več v besedilu prispevka.

Vir:

Rechtsicher mit aktuellen Druckgeräterichtlinie – O + P Fluidtechnik 65(2021)04 – str. 14

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

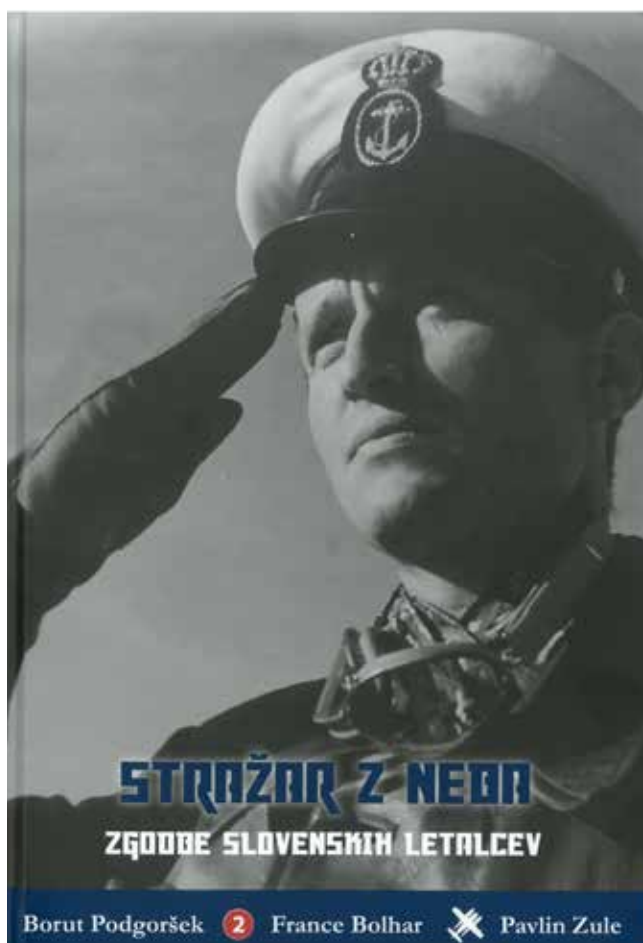
Pokličite nas:
ČASOPIS INDUSTRIJA
Lazara Kujundžića 88,
11030 Beograd, Srbija

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

STRAŽAR Z NEBA – ZGODBE SLOVENSKIH LETALCEV

Borut Podgoršek, France Bolhar, Pavlin Zule:, Sierra 5,
založništvo Borut Podgoršek, sp., Škofja Loka 2020, 252 str.

Lahko se strinjamo z avtorjem, da je slovenska letalska zgodovina navdušujoča in bogata. O tem nam govori tudi knjiga o pilotu Francetu Bolharju in hidromehaniku naredniku vodniku III. razreda Pavlinu Zuletu. Bila sta gojenca Pomorske letalske šole v Divuljah pri Splitu, kjer je Kraljevina SHS leta 1926 vzpostavila mornariški odred.



Avtor najprej opiše pomorsko letalstvo in šolanje. Vojaške šole so takrat sprejemale tudi učence z ne-popolno dokončanimi srednjimi šolami, bile pa so brezplačne. Ker so bile slovenske šole takrat med najzahtevnejšimi v Kraljevini SHS, slovenski dijaki niso imeli težav z vpisom v različne vojaške šole.

Najprej spoznamo družino Franceta Bolharja, nato pa sledi predstavitev družine Pavlina Zuleta in težav obeh fantov Franceta in Zuleta v srednji šoli. Kako znano se sliši, da je imel France težave s profesorjem latinščine ali morda s samo latinščino! Kot sam pravi, je bil njegov odnos do latinščine precej klavrn.

Šolanje sta nadaljevala na Pomorski letalski šoli v Divuljah. Eden od pogojev za vpis je bila tudi nepopolna srednja šola! Bila sta sprejeta in odšla sta v Divulje, v krško Dalmacijo. Leta 1928 je Pomorska letalska šola sprejela 100 gojencev, med katerimi je bilo tudi veliko Slovencev. Sledila je zaprisega in kmalu tudi prvi let s hidroplanom tipa Ikarus IO. Pavlin nato slikovito opiše srečanje z malarijo, proti kateri so se trikrat na teden borili s kininom. V nadaljevanju sledimo obema pilotoma skozi različne dogodke, povezane s šolanjem v Divuljah in življenjem v hidroletalskih enotah.

Knjiga nas popelje v čase, ki bi ji sicer težko spoznali. Iz različnih prilog obeh letalcev spoznamo njuno šolanje, druženje, različne nesreče in sreče. Toda vse se enkrat konča. In spet se vrnemo na trda tla.

Stražar z neba – Zgodbe slovenskih letalcev, 2. knjiga, ISBN 978-961-95146-0-3, COBISS SI-ID 33320195, 25 €.

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2021 - ASM '21

08. decembra 2021

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

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

SUPERMARINE SPITFIRE MJ 116 NA SLOVENSKIH TLEH

Spominjam se, da smo kot otroci radi brskali za ostanki druge svetovne vojne. Nanje smo in še naletimo na grebenih Kolovrata in v hribih nad Sočo pa še kje. Tudi na Ljubljanskem barju. Urednik knjige Jekleni pozdravi iz zraka Andrej Gaspari v obsežnem delu predstavi zadnji polet narednika Petra J. Clarka iz 73. skupine kraljevih letalskih sil, ki je bil sestreljen med napadom na ljubljansko letališče 18. septembra 1944. Ostanke sestreljenega letala pa so se počasi, toda vztrajno, potapljali v barje. Knjigo so založili Znanstvena založba Filozofske fakultete, Muzej in galerije mesta Ljubljane, Park vojaške zgodovine Pivka ter Skupina STIK. Izšla je letos. Na 351 straneh predstavlja gradivo, ki bo pritegnilo tudi študente in profesorje Fakultete za strojništvo.



Bogato ilustrirana knjiga v 16 poglavjih predstavlja poglobljene podatke o delovanju RAF v slovenskem zračnem prostoru med drugo svetovno vojno, samo letalo Spitfire F Mk IX in 73. skupino RAF, narednika Petra J. Clarka iz te skupine in njegov zadnji polet z letalom Spitfire, njegovo opremo, arheološko raziskavo in dvig ostankov razbitine MJ 116, ki se je pogreznil v Ljubljansko barje, odkrite dele lovca Spitfire, preiskavo izbranih materialov in konservatorsko-restavratorske posege na ostankih znamenitega angleškega lovca, analizo lesa kraka propelerja lovskega letala, polimernih materialov, v nadaljevanju pa avtor predstavi oziroma oriše razvoj, zasnovo in sisteme lovskega letala Supermarine Spitfire Mk IX ter arheologijo letalstva. V prilogi spoznamo legende in razlage posameznih delov letala, podan je seznam avtorjev in katalog ostankov MJ 116.

Nedvomno bo ob branju te knjige, ki je prvenstveno delo letalske arheologije, zaigralo srce strojnega in-

ženirja in letalca. Knjigo toplo priporočam v branje. Ni potrebno posebej omenjati, da v slovenskih tleh še leže ostanki vojnega letalstva (strmoglavilo je vsaj 260 letal) druge svetovne vojne, kar bi bil lahko izziv za nova odkritja in restavriranje ostankov. Zaradi celovitega in večpodročnega znanstvenega pristopa ima monografija kot prva tovrstna publikacija pri nas veliko težo, je zapisal v recenziji dr. Martin Premk. (ISBN 978-961-95193-5-6 (Muzej in galerija mesta Ljubljane), COBIS.SI - ID 56933123, 38,00 €)



POSVETOVANJE o TRIBOLOGIJ, MAZIVIH in TEHNIČNI DIAGNOSTIKI,

bo potekalo junija 2022 v sklopu foruma IRT

Se vidimo v Portorožu!

© Ventil 27(2021)4. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
 © Ventil 27(2021)4. Printed in Slovenia. All rights reserved.

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

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

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

Volume Letnik 27
 Year Letnica 2021
 Number Številka 4

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

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

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

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

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

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

POPOLNE ZAŠČITE ZA STROJNE DELE IN OSEBNO VARNOST

Mehanska obdelava kovin je ena ključnih in hitro rastočih dejavnosti, ki pokriva potrebe praktično vseh industrijskih panog – od avtomobilske in letalske industrije, kmetijstva do strojegradnje. Struženje, rezkanje, vrtanje, brušenje ali varjenje kovinskih obdelovancev so visoko natančni tehnološki procesi, ki zahtevajo tako zaščito delovnega stroja kot tudi operaterja.



Slika 1: Oglati zaščitni meh in zaščitni meh z lamelami

Ostružki, prah, umazanija, vročina in agresivni mediji škodujejo strojnemu delu. Rezultati vsakodnevne izpostavljenosti so lahko velika materialna škoda, zmanjšana natančnost stroja in drag izpad proizvodnje. Vse to učinkovito preprečimo z namensko uporabo zaščitnih sistemov, ki varujejo strojne dele in hkrati preprečujejo poškodbe pri delu, ki lahko operaterju stroja pustijo trajne posledice.

Na voljo so različne oblike in izvedbe zaščit za obdelovalne stroje glede na potrebe in namen uporabe. Najpogostejše se uporabljajo oglati in okrogli zaščitni mehovi ter jeklene teleskopske zaščite.

Oglati in okrogli zaščitni mehovi

Zaščitni mehovi so stroškovno učinkovita rešitev, saj po meri izdelane oblike omogočajo enostavno namestitev na številne gibljive dele strojev. Najbolj pogosto se uporabljajo enostavne oblike C, U in I, ki ščitijo z ene ali več strani. Zaščito z vseh štirih strani pa omogoča bolj kompleksna škatlasta oblika meha.

Za zahtevna okolja z vročimi opilki so primerni oglati zaščitni mehovi s kovinskimi žaluzijami, na voljo tudi v nerjavni izvedbi (*slika 1*). Taka zaščita stroja združuje dobre lastnosti klasičnih oglatih zaščitnih mehov in prednosti jeklene teleskopske zaščite.

Pritrditev oglatih zaščitnih mehov je možna na dva načina s:

- ▶ sprijemalnim trakom (ježkom), ki omogoča hitro montažo brez uporabe orodja,
- ▶ privijačenjem na stroj s pomočjo prirobnice, ki je lahko iz jekla ali PVC.

Za zaščito batnic, vreten in okroglih gredi boste najbolje poskrbeli z izbiro okroglih zaščitnih mehov (*slika 2*).

Pritrditev okroglih zaščitnih mehov je možna na dva načina:

- ▶ z natičnim priključkom in objemko,
- ▶ s privijačenjem na stroj s pomočjo prirobnice.



Slika 2 : Okrogli mehovi iz molerita

Okrogli zaščitni mehovi so lahko opremljeni z drsnimi pušami, obroči in vzmetmi, ventili in filtrirnimi ploščami ali z zadrgami in sprijemalnimi trakovi. Drsnе puše preprečujejo stik meha z vretenom ali gredjo. Potrebne so pri daljših dimenzijah mehov, pri hitro vrtečih se vretenih in gredeh ter še posebej pri horizontalno vgrajenih mehovi. Kadar je meh izpostavljen pritiskom in deformacijskim silam, za še boljšo stabilnost meha na vsaki gubi vgradimo žične obroče in spiralne vzmeti. V primeru potrebe po odvodu zraka iz meha se nanj vgradijo filtri ali ventili. Za lažje nameščanje in demontažo lahko mehove opremimo s sprijemalnim trakom oziroma z ježkom ali zadrgo.

Glede na mesto vgradnje, izpostavljenost in vplive okolja je treba izbrati pravi material, ki bo zagotavljal dolgotrajno in učinkovito zaščito. Specifične lastnosti posameznih materialov zagotavljajo zaščito, na primer proti visoki temperaturi, šibkim kislinam in bazam, svetlobi, prahu, vodi itd.

Za protiprašno zaščito stroja ali zgolj zaščito operaterja pred nevarnim posegi v stroj zadošča osnovni material, kot je na primer mešanica PVC in PES. Če je na stroju visoka temperatura v kombinaciji z ostrimi ostružki, moramo izbrati bolj kakovosten material. V takih primerih bodo kompoziti iz poliuretana, ogljikovih vlaken (panox) ali kevlarja zagotavljali trajno in zanesljivo zaščito strojnih delov.

Posebna izvedba okroglih in ovalnih zaščitnih mehov so mehovi iz termoplastičnega materiala molerit na osnovi PVC-ja z dodatki. Razvit je bil posebej za zaščitne mehove in druge elastične elemente. Nudi zelo dobre mehanske lastnosti, zadovoljivo odpornost proti oljem in mastem, razredčenim pralnim lugom ter ima odlično odpornost na UV-sevanje, ozon ter sladko in slano vodo.



Slika 3 : Jeklena teleskopska zaščita

Teleskopske zaščite

Jeklene teleskopske zaščite iz več elementov, ki se potisnejo drug v drugega, predstavljajo kakovostno in trajno zaščito za obdelovalne stroje (slika 3). Način izdelave in uporabljeni materiali zagotavljajo dobro odpornost na povišane temperature in kemikalije. Velika prednost jeklenih teleskopskih zaščit je njihov pohoden prvi element, ki je dodatno ojačan. Nanj lahko stopamo in zagotovimo lažji dostop do stroja.

Standardna izvedba je primerna za hitrosti do 12 m/min. Za večje hitrosti do 80 m/min so na voljo posebne konstrukcijske izvedbe s podporo in vodenjem s kolesčki kot tudi s patentirano zavorno napravo.

Kadar teleskopske zaščite standardne izvedbe v celoti ne zadostijo potrebam kupca, lahko uporabimo specialne komponente, kot so na primer:

- ▶ povratne vzmeti, ki služijo za vrnitev zaščite v stisnjeno stanje,
- ▶ škarje (pantograf), ki omogočajo istočasno in vzporedno raztezanje vseh elementov in preprečujejo udarce ob pokrov pri velikih hitrostih.

Izbira prave oblike in materiala zaščite je velikokrat zahtevna, vendar z vidika varnosti in učinkovitosti nepogrešljiva odločitev. Pri HENNLICH-u vam svetujemo in pomagamo izbrati najboljšo zaščito za vas in vaš stroj.

Vir:

interno gradivo podjetja HENNLICH

Petra Goljat, univ. dipl. inž.
goljat@hennlich.si, 031 386 056

UPORABA INDUSTRIJSKIH HLADILNIKOV V INDUSTRIJI PLASTIKE IN GUMARSTVA

1 Uvod

Industrijski hladilniki se pogosto uporabljajo v industriji plastike in gumarstva, kjer večina postopkov predelave plastike potrebuje različne oblike hlajenja ne glede na to, ali gre za brizganje, ekstrudiranje, pihanje, rotacijsko oblikovanje ali termooblikovanje plastike (*slika 1*).

2 Predelava plastike in hlajenje

Brizganje plastike je najpogostejši postopek izdelave plastičnih izdelkov in danes si ga težko predstavljamo brez opreme za hlajenje, ki zagotavlja, da izdelki izpolnjujejo ciljne mere, in pomaga ohraniti kakovost in hitrost proizvodne linije. Med brizganjem plastike je potrebno ustvarjati toploto, da se plastika stali in jo v takem stanju potisnemo v kalup. Kasneje pa je potrebno plastiko ohladiti, da se lahko delovni cikel čim hitreje ponovi. Hladilna voda je idealni medij za hlajenje takih naprav.

Pri postopku *ekstrudiranja* se umetna masa stopi, vrteči se polž pa jo neprestano potiska skozi matrico, kjer dobi obliko končnega izdelka. Ko se plastični material ekstrudira skozi matrico, je potrebno izdelek še ohladiti. Ključnega pomena je tudi vzdrževanje stopljene plastike na pravi temperaturi. Z opremo za hlajenje se lahko natančno nadzoruje temperatura linij in zagotavljajo vrhunski izdelki.

Pri *rotacijskem oblikovanju* se plastika vnese v boben. Vrtenje bobna zagotovi, da stopljena plastika zapolni votline kalupa bobna. Optimalno hlajenje plastike se lahko zagotovi tudi s pršenjem ohlajene vode po zunanosti in notranosti kalupa, s kroženjem ohlajene vode po kanalih v kalupu ali pa s potapljanjem kalupa v ohlajeno vodo. S hitrejšim ohlajevanjem se lahko dvigne tudi kakovost končnega izdelka.



Slika 1 : Proizvodnja različnih izdelkov iz plastike

Pihanje je proces za izdelavo votlih plastičnih predmetov z vpihovanjem zraka v plastični kos, da se ta razširi in oblikuje po notranjih stenah kalupa. Ločimo tri glavne načine pihanja: ekstruzivno, brizgalno in raztežno. Vsi ti postopki pa za optimalno proizvodnjo uporabljajo tudi hladilni medij. Pri tem je najbolj pomemben nadzor hitrosti odstranjevanja iz procesa. Prehitro ali prepočasno hlajenje kalupa lahko povzroči deformacije, zato postane izdelek neuporaben. S hladilnimi sistemi za proizvodnjo plastike to ni problem.

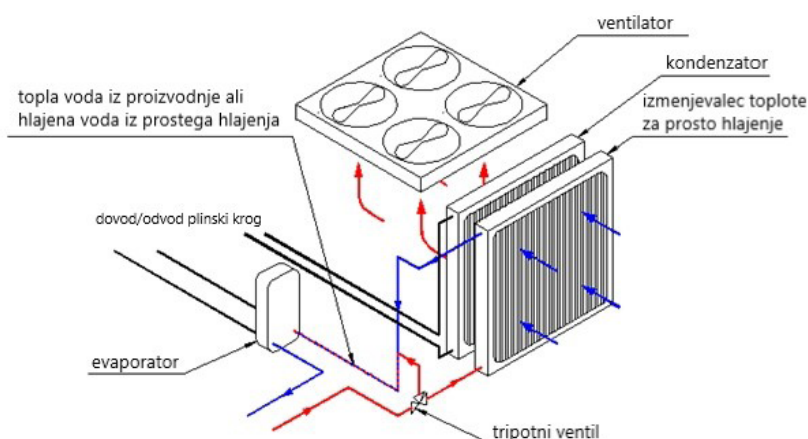
Hlajenje se uporablja tudi v industriji *gumarstva*. Guma je kot material občutljiva na temperaturo in lahko ob pregrevanju spremeni strukturo. Zaradi tega je priporočljiva regulacija temperature materiala v procesu proizvodnje, kar lahko dosežemo s pomočjo hladilnikov vode. V primeru ekstruzije gumijastih trakov ali cevi izdelek v procesu izdelave potopimo v vodni bazen, v katerem vzdržujemo temperaturo vode s pomočjo hladilnega agregata. Še en primer, ko je potrebna regulacija temperatu-



Slika 2 : Prilagodljivost izbire opcijske opreme na vodnem krogu hladilnikov serije OWE

OMEGA AIR

Air and Gas



Slika 3 : Industrijski hladilnik vode OWB-FC s shemo delovanja prostega hlajenja, ki prinaša prihranke

re gume, najdemo v procesu gnetenja ali mletja gumijaste mase. Brez hlajenja bi zaradi trenja temperatura mase presegla mejo, ki zagotavlja kakovosten izdelek. V tem primeru hladimo valje in na ta način držimo temperaturo pod nadzorom. V nekaterih primerih pa je ob proizvodnji gumijastih izdelkov potrebno tudi hlajenje orodja. Ker ima procesna voda v tej dejavnosti običajno višjo temperaturo, so uporabni tudi vodni stolpi in suhi hladilci (dry coolerji). Nekateri gumarji uporabljajo temperirno napravo, ki hladi kot tudi greje.

3 Izбира primerne hladilnika

Podjetje OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana nudi širok nabor opreme za hlajenje vode, in sicer od industrijskih hladilnikov vode, ki delujejo s pomočjo hladilnega plina, pa do suhih hladilcev in vodnih stolpov. Vsaka od teh variant ima seveda svoje specifične delovanja, svoje prednosti in svoje temperaturne pogoje, v katerih deluje optimalno.

Pri postopkih v industriji plastike se običajno uporabljajo hladilniki vode s kompresorji. V večini primerov je najbolj primerna serija industrijskih hladilnikov vode OWE. S svojim širokim naborom opcijske opreme lahko hladilno enoto vnaprej pripravimo za specifične zahteve posamezne stranke. Na *sliki 2* so prikazane le nekatere variante izvedbe vodnega kroga v seriji OWE.

Omeniti velja še serijo OWB-FC. To so hladilniki vode z vgrajenim prostim hlajenjem. Njihova prednost je v tem, da v času nizkih temperatur zunanega zraka omogočajo energetske prihranke.



BREZOLJNI VIJAČNI KOMPRESORJI



O₂ IN N₂ GENERATORJI



ADSORPCIJSKI SUŠILNIKI



HLADILNIŠKI SUŠILNIKI



OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00

info@omega-air.si

OMEGA

AIR

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



Slika 4 : Suhi hladilnik in vodni stolp

V industriji gumarstva se lahko pri obratovanju v višjem temperaturnem območju poleg hlajenja s hladilniki vode lahko uporablja tudi hlajenje s suhimi hladilci (dry-cooler) ali pa z vodnim stolpom.

Pri izbiri optimalnega sistema hlajenja so pomembni naslednji kriteriji:

- ▶ želena temperatura vode na vstopu in izstopu,
- ▶ pretok medija ali zahtevana hladilna kapaciteta,

- ▶ lokacija postavitve hladilne enote (zunaj/znotraj), letni temperaturni pogoji,
- ▶ zahtevani tlak/pritisek sistema/naprave, rezervoar pod tlakom ali atmosferski rezervoar,
- ▶ aplikacija, za katero se bo uporabil hladilnik vode.

www.omega-air.si



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

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

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

Zahvaljujemo se za razumevanje in podporo.

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

10001100110101010101011100101011001100001001100110100110
10001100110101010101011100101011001100001001100110100110
10001100110101010101011100101011001100001001100110100110
10001100110101010101011100101011001100001001100110100110

15.-17.2.2022

GR, Ljubljana , Slovenija

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

IFAM

INTRONIKA

Robotics



Servo pogonski paket

FESTO

Enostavno
zelo
funkcionalno!



Vi želite enostavno in popolno povezljivost?
Vi iščete trajne in združljive koncepte?
Mi povezujemo sedanost s prihodnostjo.

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

Celovit paket servo krmilnikov s popolno povezljivostjo

Dinamično gibanje in natančno pozicioniranje od točke do točke ali z interpolacijo. Zato so servo krmilniki **CMMT-AS** in servomotorji **EMMT-AS** popolnoma integrirani v krmilne koncepte drugih proizvajalcev ali neposredno povezani s Festo CPX-E. In s čarovnikom za prvi zagon iz **Festo Automation Suite** je sistem z enostavno konfiguracijo pripravljen za delovanje v samo petih korakih.

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