

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 24 / 2018 / 2 / April

Intervju – doc. dr.
Igor Kovač

Uporaba dodajalnih
slojevitih tehnologij

Rekonfigurabilna in
modularna robotska
celica

Tehnologija varjenja
z vilicami

industrijska

olja in maziva



OLMA7
SINCE 1947

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo



FESTO

OPL

POCLAIN
Hydraulics

OLMA
LUBRICANTS

Parker

IMI
Precision Engineering

MIEL **OMRON**
DISTRIBUTOR
Elementi in sistemi za industrijsko avtomatizacijo

S3C
pneumatika | hidravlika

VISTA
HIDRAVLIKA

ppt commerce

HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

GOSPODARSKA RAST, ZAPOSLOVANJE, KADRI



Slovenija v zadnjih letih beleži eno večjih gospodarskih rasti v celotni Evropi. Politiki si pripenjajo medalje za zasluge. Ali je to res? Kaj in kje so razlogi za tako visoko gospodarsko rast? Prav gotovo ima daleč največ zaslug za ugodne rezultate v celotni državi gospodarstvo, predvsem izvozniki – slovenska strojna in druga industrija. Novomeška avtomobilna tovarna je v letu 2017 zasedla prvo mesto med vsemi izvozniki pri nas.

V splošnem so se slovenski izvozniki po osamosvojitvi stalno prilagajali svetovnemu in predvsem evropskemu trgu. Spoznali so zakonitosti tržnega gospodarstva, mednarodno konkurenco in tuje trge. Vsi napor, ki so jih vlagali v zadnjih dveh desetletjih, se sedaj vračajo. Ali jih je v tem smislu politika kaj podpirala ali jim pomagala? Kot pravijo podjetniki prav veliko ne. Številni celo trdijo, da jih je ovirala. Zelo nazorna je izjava, ki pravi, če bi preprosto prepisali na primer avstrijske zakone glede delovnopravne zakonodaje, bi v Sloveniji gospodarstveniki mnogo lažje in uspešneje delali. S takšno zakonodajo, kot jo imamo, smo tujim podjetjem nekonkurenčni.

Kot pravijo politiki, sindikalisti in razni dušebrižniki slovenskih delavcev: pristanemo na zahodnoevropsko zakonodajo, če se sprejme tudi zahodnoevropski plačilni sistem. Vse naenkrat pač ne gre. Če bi se pa res zgodilo, da bi sprejeli neko normalno zakonodajo, bi prav gotovo z leti prišli tudi na plače, primerljive zahodnoevropskim.

Podatki kažejo, da smo konec leta 2017 dosegli raven bruto domačega proizvoda iz leta 2008. To pomeni, da smo v letih krize zdrsnili glede bruto dodanega dohodka bolj kot druge države in da trenutni uspeh temelji tudi na tem dejstvu.

Največji uspeh je, da so izvozniki dosegli visok rezultat s skoraj enakim številom zaposlenih in z zelo majhnim vlaganjem v opremo. Po naši pre-

soji imajo izvozniki še veliko rezerve predvsem v avtomatizaciji proizvodnje, v uvajanju novih tehnologij in v zaposlovanju izobraženih kadrov. Predvsem avtomatizacija in robotizacija sta področji, ki bi ju slovenska industrija morala bolj uveljavljati in izkoriščati.

Upam, da revija Ventil tudi delno pripomore k hitrejšemu razvoju in dvigu produktivnosti z najrazličnejšimi prispevki o delovanju in uvajanju avtomatizacije v proizvodnjo.

Velik problem slovenske industrije so kadri. Po eni strani manjka ustreznih strokovnjakov, po drugi pa industrija toži nad njihovo prizadevnostjo in tudi njihovim znanjem. Politika bi morala na tem področju narediti mnogo več. Politika bi veliko naredila, če bi se v tem času, v času pomanjkanja kadra za industrijo, vsaj delno odpovedala zaposlovanju v javnem sektorju in bi kadre prepustila gospodarstvu.

Vsi vemo, da po celotni Sloveniji v vseh vejah industrije primanjkuje informatikov. Z uvedbo digitalizacije v vso industrijo in na vsa druga področja se bo primanjkljaj teh kadrov v bodoče še zvišal. Prav tako po celi državi primanjkuje strojnikov, na Gorenjskem in Koroškem metalurgov in tako dalje. Sprašujem se, zakaj imamo ministrstvo za šolstvo, če teh trendov ne zazna in če nima volje za odpravo pomanjkljivosti?

Drugo področje so davki. Zadnja vlada je dvignila davek na dobiček. To ni dobro in predvsem ni stimulatивно. Če je dvignila davek na dobiček, bi morala zvišati tudi olajšave, če se dobiček vlaga v nove investicije, opremo, v raziskave in razvoj ter v izobraževanje. V številnih industrijsko razvitih državah so olajšave pri plačilu davka na dobiček velik vir denarja za razvoj in raziskave. To je zelo stimulativen ukrep za vsako podjetje, ker se s tem zagotavljata razvoj in rast podjetja.

Predvsem raziskave in razvoj sta področji, na katerih bi vlada morala bolj prisluhni podjetjem. Naloga vlade bi morala biti, da s finančno stimulacijo »prisili« podjetja in javne raziskovalne ter izobraževalne inštitucije k sodelovanju. Potreba po raziskovalnem delu je v naših podjetjih ogromno. Mnogo podjetij danes nima ustrezno izobraženega in usposobljenega kadra za raziskave in razvoj. Številni mladi docenti in celo profesorji na naših univerzah pa iščejo raziskovalne teme za svoje diplomante, magistrande in doktorande. Pogosto so teme doktorskih disertacij neživljenjske in same sebi namen.

Janez Tušek

PPTcommerce d.o.o.

PPT commerce d.o.o., Celovška 334, 1210 Ljubljana-Šentvid, Slovenija
tel.: +386 1 514 23 54, faks: +386 1 514 23 55,
e-pošta: info@ppt_commerce.si, www.ppt-commerce.si

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

www.ppt-commerce.si



EMERSON[™]
Process Management



BETTIS[™]

Dantorque[™]

HYTORK[®]

Shafer[®]



 INTERVJU	
Doc. dr. Igor Kovač, Institut Jožef Stefan	90
 DOGODKI • POROČILA • VESTI	12
Marko Šimic	
11. IFK - mednarodni kolokvij fluidne tehnike	96
 NOVICE • ZANIMIVOSTI	114
 3D-TISK - HIDRAVLIKA	
Anže Čelik	
Uporaba dodajalnih slojevitih tehnologij - hidravlični ventili	130
 ROBOTSKA MONTAŽA	
Martin Bem, Timotej Gašpar, Igor Kovač, Aleš Ude	
Rekonfigurabilna in modularna robotska celica za maloserijsko proizvodnjo	136
 VARJENJE	
Niko Bajec, Klemen Pompe, Janez Tušek	
Tehnologija varjenja priključka z vilicami za pretovor kamnitih blokov	140
 LETALSTVO - INTERVJU	
Simon Ješe - intervju z letalskim mehanikom	148
 AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Kombinacija cevi in priključkov PUN-H/QS (FESTO)	154
S Stäublijem do hitrejših menjav orodij (STÄUBLI)	155
Parkerjev program CPS - celovite cevne rešitve (PARKER)	156
 NOVOSTI NA TRGU	
Novi 10,1" industrijski monitorji in panelni računalniki Beckhoff (BECKHOFF)	158
MINI plinske vzmeti BANSBACH (INOTEH)	158
Aktuatorji PC THOMSON s servomotorji (INOTEH)	159
THOMSON T-Case™ LinearRace® gredi: robustna in ekonomična rešitev za aplikacije v avtomatizaciji (INOTEH)	160
 PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Poclain Hydraulics s priznanjem za kakovost izdelkov najboljši v skupini (POCLAIN HYDRAULICS)	162
 LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA	
Literatura - letalstvo	166

DOC. DR. IGOR KOVAČ – INSTITUT JOŽEF STEFAN

Janez Tušek

Spoštovani dr. Igor Kovač, čeprav imate zelo bogate reference, da ste aktivni v slovenski industriji in v slovenskih medijih, ocenjujem, da vas bralci revije Ventil ne poznajo prav dobro. Prosim vas, da odgovorite na nekaj vprašanj, da vas iz odgovorov naši bralci bolje spoznajo, zlasti pa vaše zelo bogato delo in rezultate.



Doc. dr. Igor Kovač

Ventil: Najprej bolj sproščeno in nestrokovno vprašanje. Igor Kovač sta ime in priimek, ki sta pogosta v slovenskem prostoru. Kako rešujete težave z zamenjavo z vašimi soimenjaki. Verjetno imate v zvezi s tem kar nekaj zanimivih izkušenj in celo anekdot?

Igor Kovač: Problemov, anekdot povezanih s tem nikoli nisem imel, čeprav sta ime in priimek v širši regiji zelo pogosta. Sem in tja dobim le kakšno dodatno elektronsko pošto in to je vse. Mogoče bolj zanimiva je izgovarjava priimka, ki je najbolj regionalno različna prav v Sloveniji.

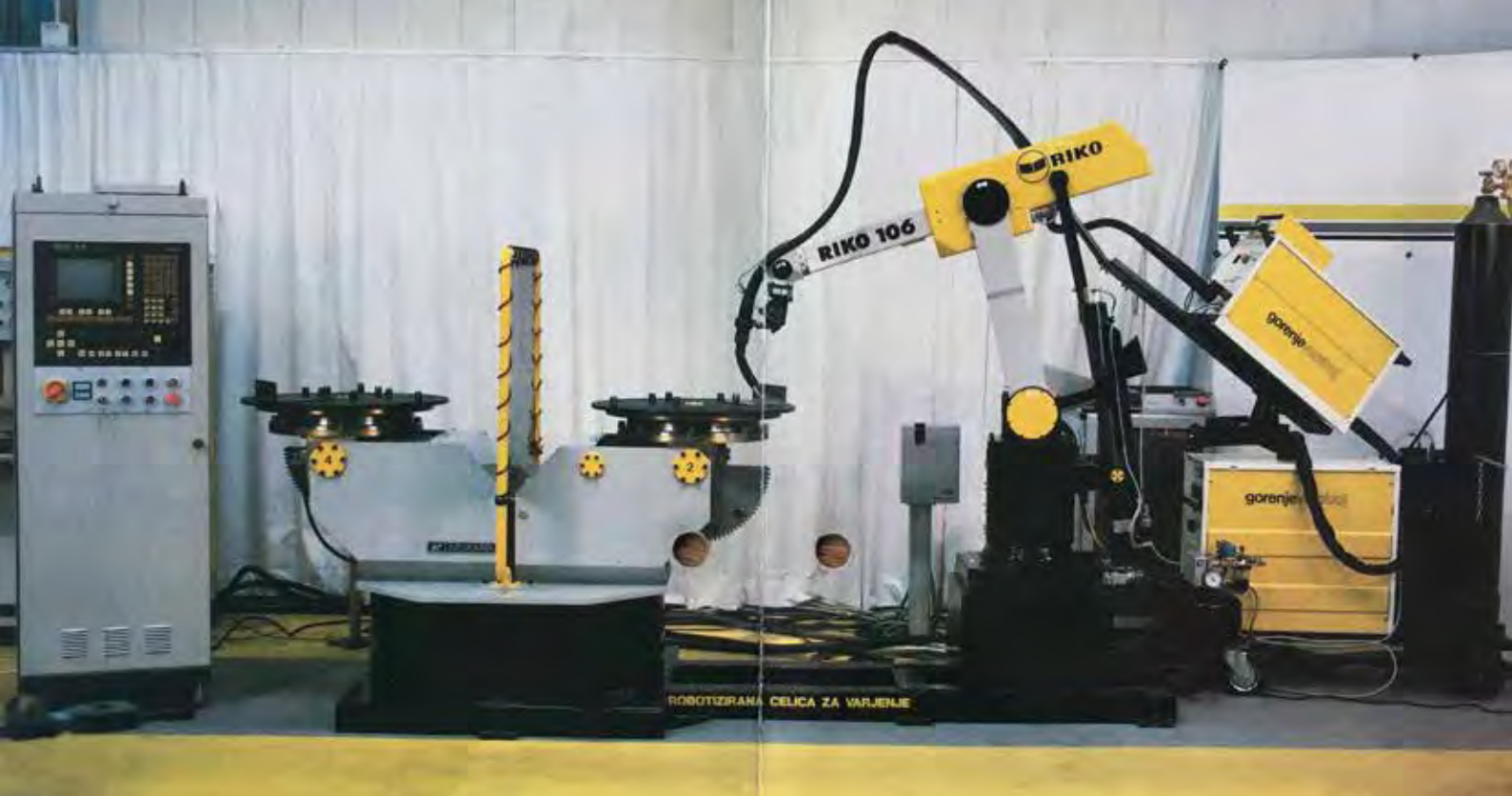
Ventil: Sedaj pa k resnim vprašanjem. Prosim vas, da na kratko predstavite svojo življenjsko pot. Kaj je bilo odločilno v vaših najstniških letih, da ste se odločili za študij tehnike?

Igor Kovač: Železnice. Že kot otrok sem se zelo zanimal za vlake in za železnico. Zaporničarju sem pomagal zapirati zapornice, nato sem hodil opazovat in fotografiral predvsem parne lokomotive, se včasih z njimi tudi peljal, nalagal premog, kramljal z železničarji. Iz zanimanja sem preštudiral železniške pravilnike in se poglobljal v literaturo o parnih lokomotivah. Železnica se je s časom vse bolj avtomatizirala in to me je tudi zanimalo. Moje drugo veselje pa je bila umetnost: likovna in glasbena. Kako to vse združiti v poklicu, je bilo na dlani. Strojništvo je bil logičen odgovor, saj lahko kot konstrukter s pridom uporabljaš umetniško vizualno prostorsko predstavo. V tehniki je prostoročna skica na papirju še vedno nepogrešljiva in prihrani mnogo besed. V delo strojnika ali, gledano bolj široko, mehatronika je skoraj na vsakem koraku vključena tudi avtomatizacija, in to ne samo na osnovi informatike ali elektronike. Nepogrešljive so najpreprostejše, na koncu tudi najučinkovitejše rešitve na osnovi strojnih elementov in mehanizmov. To so tudi področja, na katerih še vedno najraje delam, saj je izzivov in idej vedno dovolj.

Ventil: Prosim vas za kratek opis vašega dela: institucije, kraji in področja.

Igor Kovač: Naj najprej povem, da sem delal in živel v več »najlepših« krajih. Vsak je bil za sebe najlepši. To so Ljubljana, Maribor, Gradec in Dunaj. Sedaj pa zopet živim v Sloveniji in delam v Ljubljani na Institutu Jožef Stefan na odseku za Avtomatiko, biokibernetiko in robotiko. Povsod sem srečeval čudovite ljudi in se zelo prijetno počutil. Nikjer nisem imel občutka, da me imajo za tujca. Povsod sem bil zelo lepo sprejet in imam na vse kraje in ljudi izredno lepe spomine.

Z delom sem začel v Ljubljani na Institutu Jožef Stefan. To je bil čas uvajanja avtomatizacije in robotizacije v industrijo. Pri tem je bil Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko v okviru Instituta pod vodstvom dr. Uroša Staniča eden najbolj aktivnih in prodornih na področju robotike. Imeli smo močno skupino in jasno vizijo postati znan-



Robotizirana celica za varjenje razvita v 80. letih na Institutu Jožef Stefan za podjetje RIKO Ribnica (vir: Prospekt RIKO RC V1 podjetja RIKO Ribnica)

stvenoraziskovalno prepoznavni doma in v svetu, postaviti robotiko na vidno mesto in uvesti robotizacijo predvsem v domačo industrijo na osnovi lastnega znanja. Pri tem sta nas vodila tako velik zanos celotne skupine kot pripravljenost tedanje industrije za sodelovanje. Rezultat so bili prototipi robotov, robotiziranih celic in ostalih komponent avtomatizacije, zrelih za industrijsko okolje in nadaljnjo komercializacijo. Znanje v obliki podiplomskega študija smo pridobivali tako na domačih kot tudi na tujih univerzah. Za področje proizvodne merilne tehnike v povezavi s proizvodnim strojništvom in obdelovalnimi tehnologijami, kamor je spadalo tudi področje merjenja in preizkušanja industrijskih robotov, je bila po referencah zelo priznana in uspešna Tehniška univerza v Gradcu. Izkazovala je sodelovanje z najuspešnejšimi svetovnimi podjetji na področju merilne in proizvodne tehnike. Na robotiki pa takrat v Gradcu niso imeli še ničesar. Zato je bila odločitev za nadaljnji podiplomski študij v Avstriji na Tehniški univerzi v Gradcu, Fakulteti za strojništvo na Institutu za proizvodno strojništvo (Institut für Fertigungstechnik), ki ga je takrat vodil prof. dr. Adolf Frank, v obojestransko korist. Pridobili smo znanja na področju merilne tehnike, proizvodnega strojništva in obdelovalne tehnike, posredovali pa znanja na področju robotike in robotizacije. V ta namen je tedaj z menoj na Institut v Gradcu potoval tudi industrijski robot RIKO 106, ki je bil prvi robot na graški fakulteti za strojništvo. To je bil produkt visoke tehnologije tedanjega časa in plod znanja Instituta Jožefa Stefana. Robot so v Gradcu kasneje odkupili. Več kot dvajset let je služil raziskovalnemu in pedagoškemu delu na Fakulteti za strojništvo Tehniške univerze v Gradcu.

Če naredim neko primerjavo s tedanjimi našimi ustanovami, lahko izpostavim, da so delo na Tehniški univerzi v Gradcu zaznamovali predvsem odlična opremljenost laboratorijev z raziskovalno opremo, možnost enostavne in hitre realizacije idej in tesnega sodelovanja z industrijo. Med drugim je inštitut v Gradcu razpolagal z lastnimi delavnicami z odličnimi stroji in z zelo strokovnim in motiviranim osebjem, ki je bilo vedno na voljo za hitro realizacijo idej. Podiplomski študij sem zaključil z doktorskim delom na temi, ki je obsegala tako področje proizvodne merilne tehnike kot robotike, in se vrnil v Slovenijo.



Kalibracija antropoidne merilne naprave v Laboratoriju za tehnološke meritve, Fakultete za strojništvo, Univerze v Mariboru (vir: Institut Jožef Stefan)

Z delom sem nadaljeval na Univerzi v Mariboru, na Fakulteti za strojništvo v laboratoriju za tehnološke meritve, ki ga je takrat vodil prof. dr. Adolf Šostar. Poleg raziskovalnega dela sem opravljal tudi pedagoško delo. Tedanji čas je zaznamovalo propadanje ključnih mariborskih tovarn. Po mojem mnenju je bil s tem povezan tudi drastičen upad števila študentov, ki se niso želeli odločiti za študij tehnike, še posebej strojništva ne, ker niso videli perspektive. Na to obdobje se je Fakulteta za strojništvo Univerze v Mariboru zelo dobro odzvala in se hitro prilagodila. S pripravo atraktivnega novega študijskega programa na področju strojništva, pa tudi z uvedbo študija mehatronike, smo uspeli pridobiti zanimanje za tovrstni študij in število študentov se je začelo povečevati. Z novim študijskim programom smo v okviru katedre za proizvodno strojništvo med drugim ustanovili tudi laboratorij za robotiko, ki sem ga vodil. Pripravil in izvajal sem program s področja robotike in robotizacije. Na ta način smo študentom strojništva ponudili tudi znanja s tega področja. Manjkala je le infrastrukturna oprema, ki pa je v slovenskem prostoru v primerjavi z ostalimi zahodnoevropskimi institucijami sicer stalni problem predvsem na tehničnih, raziskovalnih in pedagoških



Merjenje industrijskega robota RIKO 106 na Institutu za proizvodno strojništvo, Tehniške Univerze v Gradcu, Avstrija (vir: Institut Jožef Stefan)

ustanovah. Aktivni smo bili tudi v povezavah z industrijo. Vendar sta bila učinkovitost dela v sodelovanju s slovensko industrijo in izplen rezultatov v primerjavi z delom na Tehniški univerzi v Gradcu bistveno manjša. Največkrat je bil vzrok, da ni bilo primerne domačega zaledja.

Vzporedno s predavanji na Univerzi v Mariboru sem predaval robotiko tudi na Tehniški univerzi v Gradcu. Prav v Gradcu je bilo povpraševanje po potrebah in izzivih industrije veliko večje kot v tedanji Sloveniji. Formirali smo mešane avstrijsko-slovenske projektne skupine z obeh univerz in realizirali zelo zanimive projekte s področja robotizacije. Potrebe avstrijske industrije po delu na projektih so se nadalje povečevale, vzporedno pa tudi potreba po razširitvi študija robotike na graški univerzi. Zato sem sprejel vabilo in se preselil na Tehniško univerzo v Gradec, laboratorij na Univerzi v Mariboru pa predal nasledniku.

Na graški univerzi je bilo delo zelo raznovrstno. Od formiranja laboratorija za robotizacijo do habilitacije in prevzema predavanj na področju proizvodne merilne tehnike, fleksibilne avtomatizacije, robotike, proizvodnih tehnologij, vodenja vaj iz robotike, sodelovanja v združenju VDI, tesnega sodelovanja s finsko univerzo v Tampereh do ustanovitve kompetenčnega centra »Virtualno vozilo – Virtual vehicle«. Omenjeni kompetenčni center je primer avstrijske dobre prakse. Pri centru sem sodeloval od samega začetka. Iz začetnih projektov in peščice zaposlenih se je razvil v podjetje, ki je v Evropi zelo zapoznavno in danes zaposluje preko 200 ljudi, predvsem raziskovalcev. Nudi znanja s področja avtomobilske in železniške industrije, ki je zelo široko, partnerji pa so vsa večja evropska avtomobilska in železniška podjetja. Vendar je tudi tu udarila kriza v letu 2008, ki se je odražala z izgubo naročil projektov, predvsem s področja proizvodnje. Podjetja so se usmerila predvsem v razvoj novih produktov, vlaganje v razvoj proizvodnje pa prestavila na kasnejše obdobje. Tudi na Fakulteti za strojništvo Tehnične univerze v Gradcu se je tedanja struktura v kriznem obdobju začela spraševati, ali proizvodno strojništvo še potrebuje. Zato sem sprejel naslednji izziv: združiti obdelovalne stroje in robotiko v tovarnah prihodnosti. Tematika je postala osrednja tema Instituta za proizvodno strojništvo (Institut für Fertigungstechnik) Tehniške univerze na Dunaju, ki ga je vodil prof. dr. Friedrich Bleicher in kamor sem se preselil. Čudovita lokacija v centru Dunaja, iz pisarne pa pogled na Karlsplatz s poslopjem v ozadju, kjer potekajo novoletni koncerti. Institut je imel v lasti tudi velik laboratorij na lokaciji izven centra z več kot 30 zaposlenimi raziskovalci. Na področju konstrukcije obdelovalnih strojev in posebnih postopkov obdelovalnih tehnologij je Institut za proizvodno strojništvo Tehniške univerze na Dunaju v samem svetovnem vrhu. S prof. dr. Bleicherjem, vodjem instituta, sva za spodbudo ponovnega preporeda evropskih, predvsem pa avstrijskih podjetij obdelovalnih strojev že tedaj postavila povsem

nove osnove in koncept modularnega plug & produce obdelovalnega sistema v povezavi z industrijskimi roboti in internetom stvari. Verjetno ne v pravem času, času krize, ali pa pred časom, saj do realizacije koncepta žal ni prišlo. Kot stranski produkt se je zasnoval koncept za pilotno tovarno prihodnosti, ki je danes na Dunaju (tudi v Gradcu, načrtuje se še v Linzu), nastal pa je z zajetnim vložkom države in v tesnem sodelovanju z industrijo.

Naključje je pripeljalo do tega, da sva se s tedanjim vodjem Odseka za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko Instituta Jožef Stefan dr. Leonom Žlajpahom hitro sporazumela, da se vrnem na Institut v Ljubljano, kar sem si po letih bivanja v tujini tudi želel. Tako sedaj nadaljujem z delom na področju avtomatizacije, robotizacije in tovarn prihodnosti v okviru omenjenega odseka. Če primerjam laboratorij na institutu v Ljubljani, lahko ugotovim, da je povsem primerljiv z evropskimi laboratoriji in mednarodno priznan, trenutno pa ga vodi prof. dr. Aleš Ude. Seveda je vedno prostor za nadaljnje izboljšave, vendar nam na odseku trenutno izzivov ne zmanjka. Koordiniramo evropske projekte, domače projekte, med drugim tudi trenutno največji slovenski program GOSTOP na področju tovarn prihodnosti, smo aktivni v mednarodnih povezavah, digitalnih stičiščih, organiziramo znanstvene konference, koordiniramo strateško razvojno inovacijsko

partnerstvo SRIP na področju tovarn prihodnosti itd. Zaradi tega tudi stalno iščemo in zaposlujemo nove sodelavce, predvsem s tehnično-naravoslovnega področja.

Ventil: *Imate veliko izkušenj z delom v tujini. V čem vidite bistveno razliko med raziskovalnim delom pri nas in raziskovalnim delom na tujih inštitucijah?*

Igor Kovač: V tujini je bolj poudarjena svoboda dela, ustvarjanje z večjimi možnostmi, pogosto je boljša tudi oprema. Povezava z industrijo je v tujini močnejša, partnerska in ne naročniška. Partnerji so ponavadi vrhunska podjetja, ki potrebujejo vrhunska znanja in opremo, se pravi vrhunske raziskovalce. Pri uspešnosti raziskovalca pa ni merilo samo članek, ki bi se odražal in podredil točkovalnemu sistemu. Bistveni so učinek in končni dolgoročni izplen ter zagotavljanje neke stalnosti in finančne vzdržnosti. Tako z dobro idejo lahko uspe tudi zelo mlad raziskovalec. Pri nas v strojništvu na Univerzi v Gradcu je bil velik poudarek tako na bazičnih kot na aplikativnih raziskavah za industrijo. Uspešnost raziskovalca ali pa kandidata za profesuro, se pravi vodjo inštituta, se je merila tudi po tem, koliko projektov je pridobil na trgu. Sicer pa menim, da je to precej odvisno od samega človeka ne glede na institucijo in okolje, kjer dela. Bistvena sta motivacija in zadovoljstvo.



Merjenje antropoidnih merilnih naprav na Institutu za proizvodno strojništvo, Tehniške Univerze v Gradcu, Avstrija (vir: Institut Jožef Stefan)

Ventil: Verjetno je tudi na področju pedagoškega dela razlika med nami in tujino? Tu me zanima zavzetost študentov, njihov pristop k študiju in njihova inovativnost.

Igor Kovač: Je bila razlika, ki pa se po mojem občutku manjša v prid Slovenije. V Avstriji na primer je vsak študent strojništva imel še pred koncem študija točno izbrano delovno mesto v industriji. Tako postaja sedaj tudi v Sloveniji. Ker je imelo izbrano podjetje dober ugled, solidno finančno osnovo, dolgoročno perspektivo, sta bili zavzetost in tekma za tako delovno mesto toliko večji, s tem pa motivacija za sprejemanje znanja študenta večje. Se pravi, da je okolje zelo pomembno. In to se je pri predavanjih občutilo. Imeli smo tudi projektno-konstrukcijske predmete s konkretno industrijsko vsebino, kjer so študenti lahko izkoristili svojo inovativnost pod mentorstvom profesorjev in asistentov. Študij v povezavi s sodobno opremo je bil tudi dober motivator, kjer so študenti teorijo povezali s prakso. Poudarjene pa so bile tudi podjetniške vsebine pri študiju strojništva in mehatronike.

Ventil: Vaša področja so avtomatizacija, robotizacija, pametne tovarne. Kje smo v Sloveniji v primerjavi

z drugimi državami na tem področju? Ali so naša podjetja glede avtomatizacije v splošnem primerljiva s podjetji v bolj razvitih zahodnih državah?

Igor Kovač: Pot do pametnih tovarn, ki bodo vsebovale elemente industrije 4.0, bo dolga. Da bodo tehnologije, ki so danes v laboratorijih, pa tudi stroji, infrastruktura in zaposleni dozoreli do take mere, da bodo dosegljive na trgu kot rešitve »prave industrije 4.0«, bo preteklo najverjetneje še vsaj 10 do 15 let, in to v najbolj industrijsko razvitih državah. V Sloveniji imamo različno strukturo podjetij. Tista, ki pretežno izvažajo ali so ozko povezana z avtomobilsko industrijo, so glede avtomatizacije v splošnem primerljiva s podjetji v zahodnih bolj razvitih državah. Glede pametne tovarne pa trenutno obstajajo zametki, ki lahko vodijo v podjetje s tem nazivom. V pravem pomenu besede pri nas v Sloveniji ni še nobene take tovarne, ki bi se lahko ponašala z nazivom pametna tovarna. Tudi v Evropi so redke in so v fazi nastajanja. Približa pa se lahko vsaka tovarna v dobri kondiciji, ki ima atraktiven izdelek ali tehnologijo, si zada za cilj postati pametna in v to vložiti zajeten delež energije, kapitala in znanja. Izkušnje iz Japonske kažejo, da se taka naložba na vsak način izplača.



Evropski projekt ReconCell na sejmu Avtomatika 2016 v Muenchnu, Nemčija (vir: Institut Jožef Stefan)

Ventil: Verjetno poznate dela prof. Peklenika, ki je že pred več kot tremi desetletji govoril o tovarni bodočnosti, o popolni avtomatizaciji delovnih procesov. Kakšne spremembe in na katerih področjih so se dogodili bistveni premiki od takrat do danes v smeri pametne tovarne?

Igor Kovač: Prof. Peklenika sem seveda poznal, saj sem bil njegov študent, pa tudi kasneje sva se srečala. Že na predavanjih nam je govoril o računalniško integrirani proizvodnji in avtomatizaciji. Bistveni premiki od tedaj so se dogodili na področjih računalniške tehnologije, elektronike, informatizacije, digitalizacije, obdelave podatkov z njihovo spletno povezavo in pa v vlogi človeka v procesu. Danes stremimo k distribuiranim sistemom, tedaj je bilo bolj centralizirano. Tudi poslovna in procesna inteligenca zavzemata pomembno mesto pri strategiji, taktiki in operativni podjetja. Če bomo uspešno realizirali in obvladovali omenjene gradnike, bomo lahko razmišljali in uvajali navezavo na samodejne optimizacijske algoritme, umetno inteligenco in s tem na samoprilagodljive in samoučeče procese in tovarne.

Ventil: Pred dnevi smo lahko prebrali v časopisih, da je samodejno vozilo na cesti do smrti povozilo peško. To pomeni, da je tu odpovedal neki senzor ali neki prenosnik signala ali kaj drugega. Podobno se nam navadnim državljanom dogodi, da nam ne deluje mobilni telefon. Vse to govori, da se bodo verjetno nesreče in nekatere okvare na sodobnih elektronskih komunikacijskih napravah dogajale tudi v bodoče. Ali vi vidite tu rešitev, ali lahko zapišete, da je mogoče narediti pametne tovarne, ki bodo delovale brez napak?

Igor Kovač: Napake so del življenja in napredka, mora jih biti pa čim manj. To vidimo predvsem v letalskem prometu. Letala so na primer postala zelo zanesljiva, vsaka napaka z nesrečnim koncem pa je prispevala k napredku in povečanju zanesljivosti in varnosti. Stremeti moramo k temu, da napako, če se že zgodi, analiziramo, nato pa tehnično, sistemsko, se pravi z vseh vidikov odpravimo. Najbolj trdovratne so tiste, na katere vpliva človeški faktor, zato skušamo tega čim bolj izključiti ali pa ustrezno izobraziti in usposobiti.

Ventil: Ali lahko našim bralcem podaste definicijo pametne naprave? Ali je to naprava, ki pozna izjemno veliko število rešitev in izbira med tistimi, ki jih vsebuje v svojem spominu, ali je to naprava, ki se med delovanjem uči na svojih napakah ali celo na napakah drugih naprav in s časom izboljšuje svoje odločitve?

Igor Kovač: Pametna tovarna je definirana v Reference Architecture Model Industry 4.0 (RAMI 4.0) platforme industrija 4.0. Opisno pametno tovarno

sicer lahko razložimo na več načinov. Glavni namen usmeritve je povezati človeka, izdelek, proces in poslovnost v celovit sistem. V ta namen je potrebno razviti inteligentne, konkurenčne, trajnostne sisteme z vključenimi elementi adaptivnosti, vmesniki plug & produce, z načeli interneta stvari (IoT), ki so podprti z on-line simulacijami, ki jih orkestriramo harmonizirano v realnem času. Tako se omogoči izpeljava naročil na osnovi samoorganizacije (LEAN), samokonfiguracije (AGILE) in samokontrole kakovosti (TQM) proizvodnih procesov in sistemov, ki so povezani s sistemi za planiranje virov v podjetju (ERP), sistemi za odločanje o proizvodnji (MES) in slonijo na avtomatskem zajemanju ključnih kazalnikov lastnosti (KPI), vse v soglasju z usmeritvami koncepta tovarn prihodnosti. S takšnim pristopom je možno zagotoviti bistveno povečanje učinkovitosti proizvodnega procesa v smeri paradigme industrija 4.0. Industrija 4.0 pomeni, da vsi komunicirajo z vsemi (stroji-ljudje-stvari). Pomembna značilnost je, da se povečata decentralizacija in fleksibilnost pri upravljanju uspešnosti proizvodnje. Vendar pa je celoten proces sposoben le toliko, kolikor je sposoben najšibkejši člen v tem procesu. Zato je potrebno uvajanje inovativnih izboljšav in prilagoditev, ne le na ravni procesa, temveč tudi na ravni opreme in oblikovanja izdelkov z implementacijo decentraliziranih inteligentnih rešitev ter uvedbo inovativnih rešitev rekonfiguracije, modularnosti, povezljivosti in umetne inteligence. Osnova vsega pa je ustrezno znanje. Tega pridobivamo s stalnim tehničnim izobraževanjem, vendar pa brez pridobitve konkretnih znanj in izkušenj z izvajanjem realnih aplikacij ne gre. Zato je pridobivanje novega znanja povezano z vlaganji v inovativne razvojnoraziskovalne projekte ali konkretne aplikacije, ki privedejo do rezultata v smislu konkurenčnega in trajnostnega izdelka, storitve ali procesa.

Ventil: Glede na to, da našo revijo berejo tudi srednješolci in drugi mladi ljudje, vas prosim za nasvet glede izbire študija po srednješolskem izobraževanju. Kaj je pri opravljanju poklica najpomembnejše: rezultati dela, samo delo ali plačilo za delo?

Igor Kovač: Predvsem je pomembno, da delo, ki ga opravljamo, opravljamo z veseljem. Nato je pomembna okolica, kjer delamo, to so predvsem sodelavci, nato možnosti, ki nam jih nudi delovno mesto, in okolje, kjer je oprema ključna, da se lahko dosežejo rezultati. Ne smemo pa pozabiti na vseživljenjsko učenje. Potem pride tudi ostalo.

Ventil: Spoštovani dr. Igor Kovač, najlepša hvala za zelo zanimive ter izčrpne odgovore. V imenu uredništva revije Ventil, vam in vašim sodelavcem želim še veliko poslovnih uspehov.

Prof. dr. Janez Tušek
Uredništvo revije Ventil

11. IFK – 11. MEDNARODNI KOLOKVIJ FLUIDNE TEHNIKE

Marko ŠIMIC

Enajsta mednarodna konferenca oz. kolokvij **11th International Fluid Power Conference (11. IFK)**, ki je letos potekala med 19. in 21. marcem v Aachnu, je ena najpomembnejših in največjih konferenc s področja fluidne tehnike na svetu in vodilna v Evropi. Da gre za najpomembnejšo konferenco na tem področju, pričajo naslednji podatki: preko 700 udeležencev iz 30 držav vsega sveta, več kot 140 predstavljenih prispevkov in vrsta spremljevalnih dogodkov, kot so razstava, posterska sekcija, ogled laboratorija *Inštituta za fluidno tehniko IFAS*, ekskurzije in drugi družabni dogodki. Glavna novost letošnjega dogodka je usmerjenost v področje digitalizacije komponent in sistemov ter povezljivost med njimi, kar zadnjih 10 let narekuje industrija 4.0 na vseh industrijskih področjih. Ravno zato je bil letošnji moto konference »Omrežja fluidne tehnike« (»Fluid power networks«). Vse to nakazuje, da je to osrednji svetovni panožni dogodek, organizacijsko in programsko dovršen, na katerem se srečujejo najvidnejši strokovnjaki s področja hidravlike, pnevmatike, avtomatizacije, krmilne tehnike in po novem tudi digitalizacije sistemov.



Slika 1 : Konferenčna dvorana Eurogress Aachen (vir: IFAS)

Današnja oblika konference izhaja iz tradicionalnih strokovnih srečanj (aachenski fluidnotehnični kolokviji in konference *Hydraulik und Pneumatik*), ki so potekala že od leta 1974 dalje v centrih razvoja fluidne tehnike v obeh Nemčijah, na zahodu v Aachnu in na vzhodu v Dresdnu oz. Magdeburgu. Po združitvi obeh Nemčij so srečanja prerasla v mednarodno konferenco, ki izmenoma na dve leti (Aachen - Dresden)

Doc. dr. **Marko Šimic**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, laboratorij LASIM

poteka že enajsto leto. V Dresdnu je organizator konference tamkajšnji inštitut – Institut für Fluidtechnik TU Dresden, v Aachnu pa inštitut IFAS – Institut für hydraulische Antriebe und Steuerungen na RWTH Aachen, v okviru katerega je potekala tudi organizacija letošnjega srečanja. Dogodek je bil organiziran s strokovnim združenjem nemške strojogradnje VDMA (Fachverband Fluidtechnik im VDMA) in FPCE – Mreže centrov fluidne tehnike v Evropi (Network of Fluid Power Centres in Europe). Letošnja konferenca je imela prav poseben pomen za aachenski inštitut IFAS, saj je praznoval že 50-letnico obstoja, prav tako pa je inštitut uradno dobil novega vodilnega. Mesto direktorja namesto prof. Hubertusa Murenhofa prevzema profesorica Katharina Schmitz.

Po kratkem pozdravnem govoru glavnega moža Fakultete za strojništvo RWTH prof. Schmitta je nekaj več besed o stanju in trendih fluidne tehnike v Nemčiji in drugod po svetu, o pomenu raziskav in vzgoje kadrov ter o pomembnosti tesnega sodelovanja univerz in inštitucij z gospodarstvom spregovoril predsedujoči združenja VDMA dipl. inž. Ch. Kienzle. Tako se preko raziskovalnega fonda VDMA-Fluidtechnik združuje v okviru skupnih projektov več kot 60 vodilnih nemških podjetij s tega področja. Poleg neposrednega financiranja in javnih sredstev na področju skupnih industrijskih raziskav se na nemških inštitutih za fluidno tehniko vsako leto izvaja več kot deset projektov. Na ta način je brez dvoma možno izvajati kakovostno izobraževanje podmladka in seveda ohranjati vodilno vlogo svetovne velesile na tem področju tehnike.



Slika 2 : Utrinek z odprtja 11. IFK v konferenčni dvorani Eurogress Aachen

Na dresdenski konferenci pred dvema letoma je bilo izpostavljeno področje razvoja naprednih fluidnotehničnih komponent (Smart Fluid Power), ki bi jih lahko vključili kot pametne komponente v industrijo 4.0. Letošnja konferenca predstavlja nadaljevanje strategije pametnih komponent in sistemov ter njihovo vključevanje v kompleksnejša omrežja, internet stvari, procesiranje in obdelavo pametnih podatkov in grajenje virtualnih simulacijskih modelov komponent in sistemov (digitalnih dvojčkov) za sprotno optimizacijo procesov.

Fluidna tehnika, ki predstavlja enega od temeljnih stebrov pogonske tehnike in avtomatizacije, je tako na področju mobilnih strojev kot industrijskih aplikacij v primežu nenehno rastočih ekonomskih in okoljskih pričakovanj.

Še zlasti v času digitalizacije je v ospredju tematika učinkovite rabe fluidne tehnike na vseh področjih gospodarstva z namenom natančnega spremljanja, upravljanja z energijo in optimizacije procesov ter s tem prihranka energije. Nič manj pa ni zanimivo področje razvoja novih inovativnih tehnologij, ki bi popolnoma spremenile vlogo fluidne tehnike. Tako je v ospredju vprašanje, ali je smer razvoja distribuiranih pametnih podsistemov in dobro povezovanje/komunikacija med njimi ter spremljanje pomembnih procesnih parametrov v virtualnem okolju z možnostjo optimizacije in takojšnje reakcije na realnih procesih ključ do uspeha. Tudi zaradi tega je bil moto letošnje konference: »Omrežja fluidne tehnike« (»Fluid Power Networks«).

Vsa področja konference so bila prežeta z omejenim motom in načelom digitalizacije hidravličnih in pnevmatičnih sistemov za povečanje njihove energijske učinkovitosti. Glavno vprašanje, ki se je postavilo že prvi dan simpozija, konference, je, ali je v fluidno tehniko smotrno vpeljati smernice industrije 4.0 in ali so komponente in podsistemi razvojno že tako daleč, da jih lahko že danes uporabimo za te namene. Velik delež prispevkov je bil zato namenjen prav področju razvoja primernih orodij, protokolov in tudi komponent, ki bi jih v takšne podsisteme lahko uspešno vključili. Posamezna področja so med seboj zelo povezana, zato so v nadaljevanju na kratko izpostavljena le najpomembnejša.



Slika 3 : Moto 11. IFK 2018 in tematska področja

Pretežni del **analitičnih in simulacijskih pristopov** je bil predstavljen na simpoziju že prvi dan. Metodologije reševanja problemov in bazične raziskave so temelj za razvoj naprednih algoritmov, simulacijskih modelov in digitalnih dvojčkov. Na splošno je opaziti **porast uporabe simulacijskih orodij in orodij za vizualizacijo procesov** na področju razvoja črpalk, ventilov in tudi celotnih hidravličnih in pnevmatičnih sistemov.

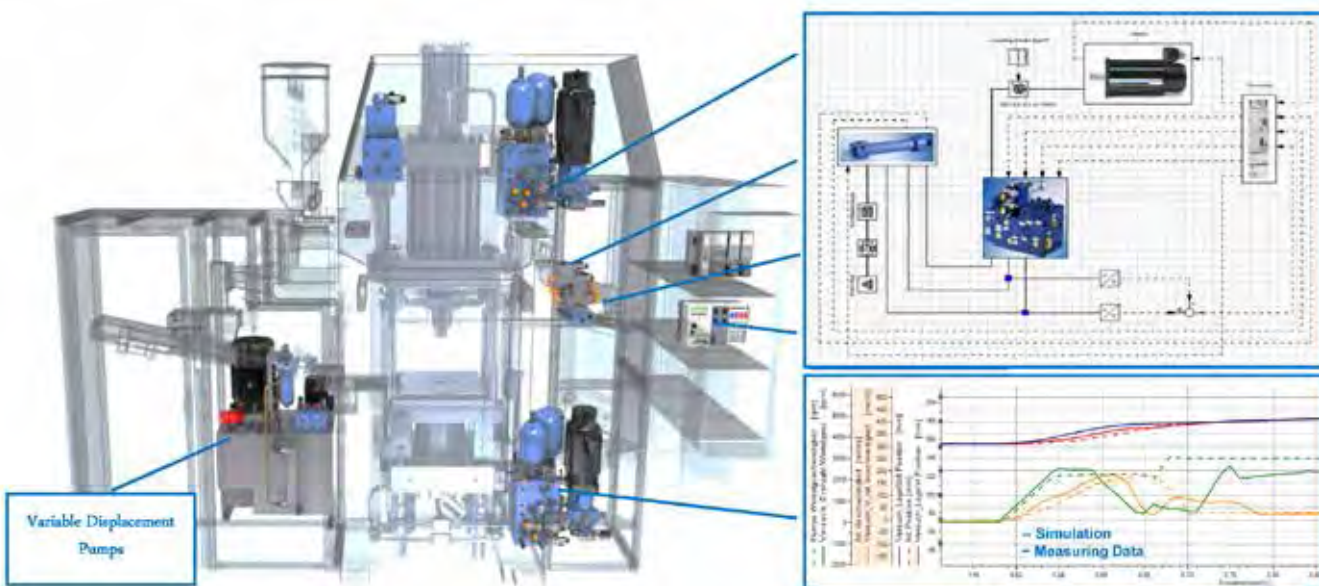
Eno od najbolj aktualnih in pomembnih področij predstavljajo **digitalizacija, povezljivost komponent in sistemov ter komunikacija med distribuiranimi sistemi**. Predvsem se pojavlja vprašanje, ali smo res na poti v industrijo 4.0 (I4.0) pri industrijski hidravliki? So posamezne komponente v kombinaciji s senzori primerne za uporabo v I4.0? Imamo razvite ustrezne komunikacijske tehnologije? Kar nekaj plenarnih predavanj in prispevkov je dalo odgovor na zgoraj omenjena vprašanja. Predvsem na področju elektrohidravlike in elektro pnevmatike se kaže možnost uporabe novih pametnih komponent v kombinaciji z novimi komunikacijskimi standardi in digitalnimi grafičnimi vmesniki (Ethernet, WiFi, IO-povezave, OPC UA). Enega od pomembnih korakov k digitalizaciji sistemov predstavlja razvoj digitalnih dvojčkov (realni sistemi in procesi, preslikani v virtualno okolje) in simulacijskih modelov, ki omogočajo natančno spremljanje in vizualizacijo parametrov realnih komponent in sistema. Pri tem spremljamo velike količine podatkov, iz katerih je potrebno izluščiti pametne podatke, ki jih vključimo v nadaljnje analize. Zavedati se moramo dejstva, da brez ustreznih pametnih komponent z vgrajenimi senzori sistemov ne moremo digitalizirati. Od tu naprej se pojavi glavno vprašanje, kaj početi s podatki. Eden od glavnih konceptov predstavlja povečanje razpoložljivosti naprav in vnaprejšnje predvidevanje obnašanja komponente in sistema (vedeti

danes, kaj se bo zgodilo v prihodnosti). Predvsem slednje je pomembno s stališča vzdrževanja komponent in sistemov in preprečevanja nenadzorovanih zastojev hidravličnih in pnevmatičnih naprav in sistemov.

V sklopu digitalizacije sistemov so bile predstavljene novosti na teme: **regulacija, spremljanje, diagnostika in merilna tehnika**, v celoti posvečene varčevanju z energijo. Vgradnja sensorike in novi pristopi krmilnih metod in regulacije za doseganje hitrejšega procesiranja in s tem višje dinamike ventilov, črpalk in sistemov niso več vprašanje, temveč nuja.



Slika 5 : Humanoidni robot na hidravlični pogon (vir: Boston Dynamics)



Slika 4 : Digitalni dvojček hidravlične stiskalnice (vir: Rexroth Boch Group)

Na področju **novih aplikacij** lahko izpostavimo prispevek podjetja Boston Dynamics, ki razvija robote na pnevmatični in hidravlični pogon. Ob uporabi naprednih hidravličnih pogonov, kompozitnih materialov in aditivne tehnologije 3D-tiskanja komponent ter uporabi ustreznega krmiljenja in algoritmov za doseganje stabilnosti in visoke dinamike sistemov je humanoidni hidravlični robot sposoben opravljati večino običajnih človeških opravil.

Digitalna hidravlika in digitalna pnevmatika se vse pogosteje uveljavljata na področju mobilnih in stacionarnih aplikacij, kot so napredni sistemi pozicioniranja, robotika itd. Tokrat so bili predstavljeni zanimivi koncepti visoko dinamičnih digitalnih ventilov (ventilski blok več vzporedno vezanih preklopnih ventilov za doseganje diskretnih vrednosti izhodnih veličin), ki se trenutno uporabljajo v mobilni hidravliki za izboljšanje energijske učinkovitosti in večje fleksibilnosti upravljanja sistemov. Fleksibilnost takšnih sistemov je zaradi možnosti neodvisnega krmiljenja posameznih ventilov mnogo večja od konvencionalnih drsniških batnih ventilov. Možnost uporabe digitalnih ventilov in digitalne hidravlike ob naprednih krmilnih komponentah in senzorjih je še posebej zanimiva na področju industrije 4.0 in v tovarnah prihodnosti, zlasti visoko fleksibilni digitalni hidravlični sistemi z možnostjo hitre in učinkovite prilagoditve ob hkratnem zmanjšanju porabe električne energije.

Na področju avtomatizacije igra pomembno vlogo **pnevmatika**. Zato je bil v tej skupini prispevkov podarek ne samo na predstavitvi dosežkov razvoja komponent in celotnih sistemov, temveč tudi na namenskih konstrukcijskih rešitvah, usmerjenih v ukrepe, ki omogočajo občuten prihranek porabe stisnjene zraka. Zaradi neagresivnosti medija in dokaj nizke tlačne obremenitve se odpirajo nove smernice o uporabi naprednih materialov. Vse večjo uporabo **digitalnih pnevmatičnih ventilov** je zaslediti v pnevmatičnih sistemih, od katerih lahko izpostavimo kolaborativnega pnevmatičnega robota podjetja Festo, ki za krmiljenje uporablja napreden ventilski otok preklopnih piezoventilov.

Komponente, kot so ventili, črpalke, hidravlični valji, akumulatorji, so na letošnji konferenci imele veliko in pomembno vlogo. Vrsta simulacijskih in optimizacijskih pristopov z namenom iskanja novih učinkovitejših zasnov skupaj z uporabo naprednih aktuatorjev in materialov vodi ne le do učinkovitejše komponente, temveč celotnega sistema. Vse več raziskav je usmerjenih v uporabo naprednih materialov za zmanjšanje mase komponent, boljše površinsko odpornost, žilavost, zmanjšanje trenja v drsnih kontaktih itd.

Mobilna hidravlika vsekakor predstavlja veliko področje uporabe te tehnike, zato je bil temu primeren velik tudi obseg te skupine prispevkov. Poudarek je bil na inovacijah in njihovi praktični rabi, še

posebej pa na učinkoviti rabi oz. izboljšanju učinkovitosti posameznih komponent kot tudi celotnih sistemov, kar lahko dosežemo z univerzalnimi ali pa s hibridnimi sistemi. Kot že vrsto let se raziskuje področje shranjevanja energije na podlagi pretvorbe kinetične in potencialne energije. Z razvojem novih učinkovitejših hidravličnih in pnevmatičnih akumulatorjev je ta tehnologija smotrna predvsem v delovnih vozilih, kot so žerjavi, bagerji, traktorji itd.

Prispevki v skupini **tribologija in fluidi** so ciljali na izboljšanje učinkovitosti izrabe energije z zmanjšanjem kontaktnega trenja med gibajočimi se deli. Tako je bilo kar nekaj prispevkov o rabi novih nekovinskih in kompozitnih materialov in njihovi obstojnosti. Pojavljajo se nove vrste fluidov z novimi aditivi za izboljšanje temperaturne obstojnosti in odpornosti proti staranju. Vse več raziskav je usmerjenih v vodno hidravliko in zato v vodo kot medij.



Slika 6 : Druženje udeležencev ob 50-letnici inštituta IFAS

Za vsa omenjena področja so avtorji prijavi veliko prispevkov. Od več kot 400 prijavljenih prispevkov je programski odbor srečanja uvrstil v program 147 najzanimivejših, pri čemer je delež domačih in tujih avtorjev dokaj izenačen. To dejstvo kaže na to, kako močna je Nemčija na tem področju, druga polovica pa kaže na dejstvo, da tudi ostali svet želi prisostvovati tako ugledni mednarodni konferenci. Nemčija je kot vodilna svetovna velesila na področju fluidne tehnike tako po razvoju kot tržnem deležu in industriji ter svojih razvojnih dosežkih na ta način vsekakor izpostavljena drobnogledu konkurence. Nasprotno pa številni prispevki z azijskega in ameriškega prostora ponujajo možnost pregleda razvojnih aktivnosti na tem področju tehnike izven evropskega prostora ter ukrepov v spremenjenih gospodarskih razmerah.

9. IFK je za uporabnike, proizvajalce in znanstvenike brez dvoma idealen mednarodni forum za področje hidravlične in pnevmatične pogonske, krmilne in re-



Slika 7 : Utrinek s priložnostne razstave

gulacijske tehnike. Trije dnevi so polni različnih strokovnih dogodkov. Strokovne delavnice, ki potekajo prvi dan srečanja, so namenjene predstavitvi prispevkov s tematiko, usmerjeno predvsem v bazična znanja (letos 48 prispevkov). Njihov namen je, da pripadniki visokih šol, univerz in inštitutov širokemu krogu mednarodnih znanstvenikov predstavijo rezultate svojega raziskovalnega dela.

Širok spekter tematik, usmerjen v inovativne primere uporabe in nove tehnologije, so obravnavala predavanja, izvedena v dveh glavnih dnevih konference, v dveh vzporednih sekcijah – letos skupno 99 prispevkov. Prispevke posameznih tematskih skupin izbere programsko-recenzentski odbor, ki ga sestavljajo najvidnejši predstavniki iz industrije, visokih šol in strokovnih združenj.

Konferenco je tudi letos spremljala strokovna razstava pomembnejših dobaviteljev panoge, ki so predstavili svoje najnovejše dosežke in proizvode (več kot 30 razstavljalcev). Letos je bil poudarek na digitalizaciji sistemov, povečanju učinkovitosti pogonske tehnike, merilni in regulacijski tehniki ter programski opremi, namenjeni industriji 4.0. Ravno pri programski opremi je opaziti velik poudarek na uporabi simulacijskih pristopov, ki dopolnjujejo že tako uveljavljene eksperimentalne analize in postajajo del virtualnih procesov, v katerih se bodo izvajali optimizacijski koraki v realnem času. Poleg tega pa so avtorji iz industrije in raziskovalnih organizacij svoja zadnja spoznanja, patente in dosežke razvoja predstavili tudi v obliki posterjev (preko 40 prispevkov).

Kaj bi lahko izpostavili kot posebno novico z letošnje konference? Posamezen udeleženeec nikakor ne more podati celotne slike konference. Že fizično je nemogoče hkrati prisostvovati vsem aktivnostim – vzporedne skupine prispevkov. Nenazadnje pa se lahko posameznik podrobneje ukvarja le z eno tematiko in se tako intenzivneje udeleži predavanj s svojega ožjega področja. Izpostavimo lahko dejstvo, da se industrija 4.0 počasi uveljavlja tudi na

področju fluidne tehnike. Decentralizacija hidravličnih sistemov, spremljanje in shranjevanje podatkov o procesih v oblaku, razvoj naprednih algoritmov znotraj simulacijskih programov je le nekaj smernic za naprej. Več informacij o samem programu srečanja in o prispevkih je na voljo na spletni strani srečanja: <http://ifk2018.com/> >> Conference.

Kdo vse se je udeležil letošnje konference? Podrobnejši pregled strukture udeležencev kaže na uravnoteženo stanje med industrijo in visokošolskimi ustanovami ali inštituti. Raste zanimanje končnih uporabnikov proizvodov te tehnike in pa proizvajalcev ali ponudnikov programske opreme, ki so prišli po nove informacije in ideje. Ta konferenca vsekakor ni zgolj formalno srečanje za udeležence iz akademskih krogov, pomembneje je namreč povezovanje in pridobivanje stikov z industrijskimi krogi.

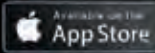
Kje smo Slovenci? Že vrsto let aktivno sodelujemo v okviru raziskovalnih inštitucij obeh univerz, Univerza v Ljubljani in Univerza v Mariboru. Lahko rečem, da naša prisotnost navdihuje druge in tudi nas, ne le po številu udeležencev, temveč tudi po predstavljenih tematikah in prispevkih, ki sodijo v sam svetovni vrh na področju raziskav novih fluidov, novih naprednih materialov za hidravlične, pnevmatične in vodne ventile, novih analitičnih in simulacijskih pristopov, novih naprednih krmilnih algoritmov, itd... Na letošnji konferenci je bilo kar pet prispevkov sprejetih v ožji izbor konference (več kot 3% vseh sodelujočih), kar je vsekakor dokaz, da se skoraj brez sredstev, namenjenih za razvoj s strani države ali strokovnih združenj, ali pa neposrednih industrijskih projektov po idejah, če že ne drugače, uspešno kosamo z mnogo (tudi finančno) razvitejšimi državami z večjim industrijskim zaledjem.

V zaključni misli bi lahko povzel, da konferenca podaja ogromno informacij v zvezi s pričakovanimi trendi, kar je za razvojne inštitucije še posebno pomembno. Novitete se kažejo na posameznih področjih in pretežno v obliki dodelanih rešitev ali poglobljenega znanja o že obstoječih komponentah in sistemih.

Nemčija s svojo zrelostjo, doslednostjo in znanjem na področju fluidne tehnike zaenkrat še prekaša vse svetovne sile. Zelo blizu so ji Japonska, Amerika in Kitajska. Tudi za Slovenijo, predvsem na specifičnih manjših področjih, kot so razvoj naprednih visoko dinamičnih in energijsko učinkovitih ventilov, vodna hidravlika in razvoj ventilov, nove vrste fluidov, novi materiali za ventile, razvoj novih krmilnih algoritmov, lahko rečemo, da smo v samem svetovnem vrhu. Loči nas obdobje dveh let, ko bomo zopet zastopali svoje raziskovalno delo na naslednjem srečanju, na 12. IFK 2020 v Dresdnu.



PH catalogue
available as
app for Android
and iPad



SAFETY FIRST STAINLESS STEEL CONNECTORS FROM PH.



PH Industrie-Hydraulik GmbH & Co. KG
Wuppermannshof 8, 58256 Ennepetal, Germany
Tel. +49 (0) 2339 6021, Fax +49 (0) 2339 4501
info@ph-hydraulik.de, www.ph-hydraulik.de



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL
VERBINDUNGSTECHNIK
FLUID CONNECTORS

SVEČANOST OB 20. OBLETNICI PRIZNANJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA POSLOVNO ODLIČNOST IN PODELITVI PRSPO 2017

V Kongresnem centru Portus v Portorožu je 22. marca potekala svečanost ob 20. obletnici priznanja Republike Slovenije za poslovno odličnost (PRSPO) in podelitvi PRSPO 2017.



Priznanje Republike Slovenije za poslovno odličnost (PRSPO) je bilo zasnovano v prvih letih osamosvojitve Slovenije v okviru nacionalnega programa za kakovost po zgledu drugih evropskih nagrad, da se ponudi podpora gospodarstvu pri čim hitrejšem preporodu in dvigu konkurenčnosti. V sodelovanju z Evropsko fundacijo za kakovost in management EFQM je Urad Republike Slovenije za meroslovje prevzel evropsko metodologijo in kriterije modela odličnosti EFQM ter jih vgradil v sistem državne nagrade za poslovno odličnost.

Na svečanosti so o zgodovini poslovne odličnosti spregovorili različni visoki gostje. Njihovi spomini segajo v leto 1996, ko je bil tako ob podpori takratnega vodstva države in Urada Republike Slovenije za me-

roslovje izveden prvi pilotni projekt, ki je doživel veliko zanimanje na vseh področjih gospodarstva.

Velika želja zgraditi na uspešnem gospodarstvu temelječo državo je pripeljala do odločitve, da smo v Sloveniji v letu 1997 prevzeli evropski mode EFQM in izvedli prvi tečaj za ocenjevalce.

V letu 1998 je Urad pod takratnim direktorjem dr. Bogdanom Topičem zgodbo gradil dalje s sprejetjem zakona in izvedbo prvega javnega razpisa ter ocenjevanja prijaviteljev.

Postopek se je zaključil s podelitvijo prvih priznanj za poslovno odličnost PRSPO 1998. Prvi zmagovalec je bila organizacija



Svečanost ob 20. obletnici priznanja RS za poslovno odličnosti je potekala v Kongresnem centru Portus, v Hotelu Slovenija, Portorož

Odlične organizacije nenehno dvigujejo meje možnega. Negujejo kulturo doseganja izjemnih rezultatov, skrbijo za zadovoljstvo ljudi ter ohranjanje okolja.

Hermes Softlab, ki so ji sledili: Revoz, Iskra Avtoelektrika, Saubermacher & Komunala, Sava, gumarska in kemijska industrija, Trimo, Luka Koper, ETI Elektroelement, Petrol, Slovenska energetska družba, Krka, tovarna zdravil, TPV trženje in proizvodnja opreme vozil, Lotrič meroslovje, Elektro Gorenjska, odelo Slovenija in Adria Mobil, proizvodnja, trgovina in storitve.

V 20-letni zgodovini so se ob podpori države in s pomočjo uspešnih gospodarskih družb ter naštetih zmagovalnih organizacij kot tudi ocenjevalcev in razsodnikov PRSPO na trdne temelje zakona postavljali zidaki poslovne odličnosti. Tako se je gradil steber, ki se je letos na osnovi odločitve vladnega Odbora PRSPO zaključil s sprejetjem vladne Strategije poslovne odličnosti 2018-2030.

Priznanje Republike Slovenije za poslovno odličnost je tako resnično najvišje državno priznanje na področju kakovosti poslovanja kot rezultata razvoja znanja in inovativnosti ter stalnih izboljšav, zaradi katerih je Slovenija uspešna in konkurenčna.

V letu 2017 je visoko raven odličnosti poslovanja izkazal Univerzitetni klinični center Ljubljana, ki je v postopku ocenjevanja PRSPO prejel nad 400 točk. Skladno z distribucijsko pogodbo med Uradom RS za meroslovje in organizacijo EFQM je tako prejel mednarodno priznan certifikat prepoznani v odličnosti – 4 zvezdice, ki ga bo kot žlahten izkaz odličnosti lahko uporabljal naslednji dve leti.

Minister za gospodarski razvoj in tehnologijo Zdravko Počivalšek, predsednik Odbora PRSPO in slavnostni govornik na svečanosti, je povedal: »Država ne more opraviti vseh nalog za uspešnost gospodarstva, saj je tu izjemno pomembna vloga vseh vodilnih v organizacijah in skupaj lahko naredimo Slovenijo bolj konkurenčno. Vodstvo vsake organizacije je tisto, ki mora znati postaviti prioritete in ključne cilje, naloga države pa je ustvariti čim bolj optimalno gospodarsko okolje, v katerem bodo lahko uspešno delovale in se razvijale vse organizacije.

Zaradi zagotavljanja sinergij je smiselno in ekonomsko optimalno, da se naloge v zvezi z vodenjem postopkov PRSPO in zagotavljanjem podpore gospodarskemu sektorju prenesejo na javno agencijo SPIRIT Slovenija. Agencija bo vzpostavila potrebne mehanizme spodbujanja načel poslovne odličnosti s spodbujanjem vstopnih shem priznavanja poslovne odličnosti. S tem bosta omogočena uspešna vpeljava odličnosti v organizacije in tudi priznavanje odličnih organizacij s strani države z nagradami in priznanji PRSPO.«

Podporni steber postopka PRSPO so strokovno usposobljeni ocenjevalci, razsodniki in tudi zmagovalne organizacije, zato se jim je vladni Odbor PRSPO ob tej priložnosti zahvalil s posebnimi listinami.

Mag. Dominika Rozoničnik,
odnosi z javnostmi Urada RS za meroslovje

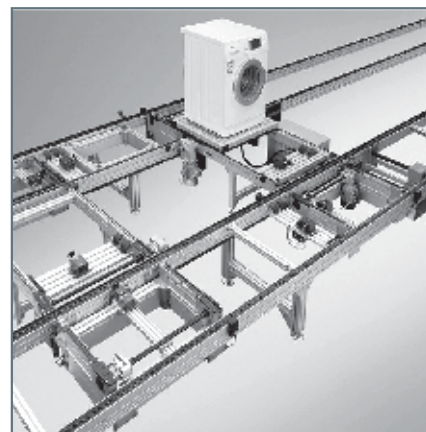
Rexroth

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

TRAJNOSTNA INOVATIVNOST GRADNJE IN BIVANJA

30. mednarodni sejem gradbeništva, energetike, komunale in obrti MEGRA ter 4. mednarodni sejem trajnostnih tehnologij in zelenega življenjskega sloga GREEN sta od 4. do 7. aprila v Gornji Radgoni predstavila 220 razstavljalcev iz 11 držav na več kot 9.000 m² površin.

MEGRA

Sejem MEGRA je povezal ponudnike in uporabnike najnovejše mehanizacije, materialov, orodij in storitev. Ponujal je trajnostno gradnjo, energijsko in siceršno obnovo stavb, urejanje okolice, sodobno klimatizacijo ter opozarjal na pomen lesa v gradbeništvu in bivanju. Na Obrtni ulici so člani Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije prikazovali svoje izdelke, zaključna obrtna dela v gradbeništvu in deficitarne poklice. Predstavile so se ustanove z vseh nivojev izobraževanja. Obiskovalce so vabila brezplačna svetovanja arhitektov, gradbenih in energetskih strokovnjakov.



Slika 1 : Na sejmu MEGRA so prikazali tudi napredno vgrajevanje asfalta

GREEN

Sočasni sejem GREEN je na razstavnih prostorih in v predavalnicah predstavil zamisli in izdelke, ki so v korist potrošnikom, okolju in družbi: samooskrbo z energijo iz obnovljivih virov, naravne gradbene materiale in gradnjo, ekološko in permakulturno pridelavo, rokodelstvo in naravne domače dobrote. Obiskovalci so lahko поблиžje spoznali projekte in organizacije, ki dajejo pred dobičkom prednost pozitivnim družbenim in okoljskim učinkom.



Slika 2 : GREEN je med drugim predstavljal e-mobilnost

Osebna izkaznica

MEGRA 2018:

- ▶ število razstavljalcev 160,
- ▶ 9 sodelujočih držav (Avstrija, Danska, Hrvaška, Italija, Madžarska, Nemčija, Slovaška, Švica, Slovenija),
- ▶ razstavni prostor 8.000 m².

GREEN 2018:

- ▶ število razstavljalcev 60,
- ▶ 4 sodelujoče države (Avstrija, Belgija, Slovenija, Češka),
- ▶ razstavni prostor: 1100 m²,

Število obiskovalcev skupaj 8000.



Slika 3 : Predstavitve deficitarnih poklicev so spremljale predstavitve gradbenega izobraževanja na vseh nivojih

Trajnostno aktualno dogajanje

Ob zanimivih razstavnih vsebinah so poslovne in strokovne obiskovalce iz Slovenije in tujine vabila tehtna poslovna in strokovna srečanja. Društvo za ceste Ljubljana v sodelovanju z Društvom za ceste severovzhodne Slovenije je organiziralo posvet o razvoju sodobne prometne infrastrukture kot priložnosti za močan gospodarski razvoj severovzhodne Slovenije. Podeljena so bila priznanja znak kakovosti v graditeljstvu 2018. Uspešno je bilo B2B kooperacijsko srečanje MEET4BUSINESS MEGRA 2018. V organizaciji kabineta predsednika vlade in Ministrstva za okolje in prostor RS je potekal Nacionalni forum zelenega gospodarstva. Združenje socialne ekonomije Slovenije je pripravilo posvet na temo družbenih in trajnostnih učinkov podjetij socialne ekonomije. Ministrstvo za okolje in prostor je predstavilo projekt LIFE ter okoljsko oblikovanje in inovacije kot del krožnega gospodarstva za večjo konkurenčnost Slovenije. Inštitut za javne službe je organiziral strokovni posvet, ki ga lahko strnemo pod geslom Komunala po meri občanov. Združenje asfalterjev Slovenije je osvetlilo pomen digitalizacije v asfalterstvu ter prikazalo napredno vgrajevanje asfalta. Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije je opozorila na najpomembnejše novosti novega gradbenega zakona, vključno z možnostjo legalizacije črnih gradenj, ter na pasti in novosti pri opravljanju čezmejnih storitev. LEA Pomurje in Skupnost občin Slovenije sta organizirali konferenco Greens. Zanimiva predavanja je pripravila Zveza ekoloških gibanj Slovenije.

V predavalnici Govoreča paleta in v razstavnih prostorih sejma GREEN sta Združenje za naravno gradnjo in Društvo za permakulturo Slovenije pripravili brezplačna svetovanja o naravni gradnji ter permakulturni pridelavi. Povezovalnica skupnosti Etri je gradila vključujočo družbo in trajnostno prihodnost Slovenije. Ekoci – eko civilna iniciativa je predstavila zelene dragulje narave, zdravilne rastline, industrijsko konopljo in druge naravne materi-

ale, skupaj s Pomurskim sejmom razglasila Ekoci Green design za izbor najbolj inovativnih oblačil iz naravnih materialov ter na izmenjevalnici semen v podporo Svetovnemu dnevu čebel razdelila na tisoče semen medovite ajde. Obiskovalci so se lahko udeležili izkustvenih delavnic na permakulturnem sejmskem vrtu.



Slika 4 : Sodobno obujanje tradicije je prinesla predstavitev celovite naravne gradnje

Svetovanja obiskovalcem

Vse sejmske dni je Ekosklad nudil energetska svetovanja, Gradbeni inštitut ZRMK pa neodvisna in celovita svetovanja arhitektov, gradbenih in energetskih strokovnjakov ter svetovanja za ravnanje v primeru poplav, potresov in plazenja. CPU – Center ponovne uporabe je pripravil delavnice in svetovanja na temo, ko odpadni izdelki dobijo novo življenje. Na permakulturnem vrtu so potekale izkustvene delavnice o pripravi vrta spomladi.

Miran Mate
miran.mate@pomurski-sejem.si
www.pomurski-sejem.si

»Sejem MEGRA skupaj s sejmom GREEN je bil vrhunski strokovni dogodek, na katerem so se zrcalile aktualne teme s področja gradbeništva, komunale, energetike in obrti ter narekovale smeri razvoja v sonaravno gospodarstvo in trajnostno gradbeništvo. Sejem kot izjemno priložnost za izmenjavo znanja in izkušenj so v največji meri izkoristile strokovne institucije. V manjši meri so jim sledili gradbeniki, ki imajo ta trenutek sladke težave z obilico naročil. Vsekakor pa je za promocijo potrebno poskrbeti tedaj, ko ti gre najbolje. Obeti za gradbeništvo so dobri, a ob predpostavki, da bomo v prihodnje bolj skrbeli za kadre in izobraževanje, se ozirali čez meje, pri tem pa gradili svoj ugled tudi v domačem okolju.

Sejma MEGRA in GREEN imata prihodnost, kot jo imata tudi gradbeništvo in trajnostni način delovanja na vseh nivojih.«

Janez Erjavec, predsednik uprave Pomurskega sejma ob zaključku sejmov MEGRA in GREEN 2018



Slika 1: Letošnjega turnija Lego Masters se je udeležilo kar 33 dijaških in študentskih ekip

NA FAKULTETI ZA ELEKTROTEHNIKO UL JE POTEKAL ŽE ŠESTI TURNIR LEGO MASTERS

Že šesto leto zapored je v četrtek, 5. 4., na ljubljanski Fakulteti za elektrotehniko v okviru Dnevov avtomatike potekal turnir Lego Masters 2018, na katerem je sodelovalo kar 33 dijaških in študentskih ekip. Tudi letošnja naloga je zahtevala izdelavo in programiranje avtonomnega mobilnega sistema, s katerim so se ekipe pomerile med sabo v vnaprej določenem izzivu.

Napeti boji za prva mesta

Dijaki so se s svojimi avtonomnimi vozili pomerili v izzivu razvrščanja barvnih objektov v zbiralnike po ujemajočih se barvah objektov in zbiralnikov. Poleg tega, da je bil njihov avtonomni mobilni sistem dobro sprogramiran, je bila zelo pomembna tudi njegova hitrost, saj so bili določeni objekti skupni obema avtonomnima voziloma, ki sta štartali istočasno, dosegel pa jih je tisti, ki je bil hitrejši. Študentje pa so se pomerili v izzivu z naslovom Ujemi me, če me moreš, ki je od ekip zahteval izdelavo in programiranje sistema, ki zna slediti določeni trajektoriji, se na poligonu lokalizirati in izogibati oviram. Dve ekipi sta se istočasno s svojima mo-

bilnima sistemoma pomerili na tekmovanju na krožnem dirkališču z ovirami, zmagala pa je ekipa, katere avtonomno vozilo je ujelo oz. se bolj približalo nasprotnikovemu.

Zmagovalci letošnjega tekmovanja v dijaški ligi so:

1. mesto: ekipa Mehatroniki - David Žuraj, Žan Sotošek in Žan Ocvirk z mentorjema Matejem Vebrom in Androm Glamnikom, ŠC Celje, Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije;
2. mesto: ekipa Stari mački - Gašper Lončar, Janez Petauer in Jernej Pevec z mentorjema Karmen Kotnik in Tomislavom Viherjem, ŠC Celje, Gimnazija Lava;



Slika 2 : Turnir Lego Masters je na Fakulteti za elektrotehniko UL letos potekal že šestič

3. mesto: ekipa Illuminati – Benjamin Lipnik, Andraž Gobec, Domen Hribernik in Gregor Mansutti z mentorjem Andrejem Grilcem, ŠC Celje, Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo.

Letošnji zmagovalci v študentski ligi so:

1. mesto: ekipa Über Kartoffel – Tine Šivec, Jernej Tinta, Aleksander Rajhard,
2. mesto: ekipa LegoTrio – Martina Loknar, Domen Ipavec, Mimoza Naseska,
3. mesto: ekipa Hroščki – Marko Hudomalj, Uroš Petkovič, Uroš Hudomalj.

Znanje in zabava z roko v roki

Glavni cilj tekmovanja je pridobitev dodatnih praktičnih znanj z igro, vzpodbujanjem projektno orientiranega razmišljanja in ekipnega dela med tekmovalci. Na tekmovanju Lego Masters tekmovalci dokazujejo svoje znanje avtomatike, ki je uporab-

no ne le na področju razvoja avtonomnih sistemov, ampak tudi na številnih drugih interdisciplinarnih področjih. Prof. Igor Škrjanc z ljubljanske Fakultete za elektrotehniko je povedal, da so vse stvari, ki se jih dijaki in študentje naučijo na turnirju Lego Masters, uporabne v praktičnih primerih, saj gre za problematiko, ki jo srečujemo tudi v industriji.

Vse večja priljubljenost tovrstnih tekmovanj

Tekmovanje Lego Masters 2018 sta na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani tudi letos organizirala Laboratorij za avtonomne mobilne sisteme (LAMS) in Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje (LMSV). Tako kot vsako leto je bilo namenjeno dijaškim ekipam vseh srednjih šol ter študentskim ekipam FE UL vseh smeri in letnikov. Podobna tekmovanja so priljubljena tudi drugje po svetu.

UL, Fakulteta za elektrotehniko

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2018 - ASM '18

5. decembra 2018

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

SREČANJE SENIORJEV S PODROČJA FLUIDNE TEHNIKE

V četrtek, 5. aprila, smo se po enem letu ponovno srečali nekateri starejši strokovnjaki, ki smo precejšen del svojega »delovnega življenja« posvetili fluidni tehniki (FT) – hidravliki in pnevmatiki. Pogosto se imenujemo kar »fluidičarji«. Pred več kot desetletjem je skupina »fluidičarjev« ustanovila združenje FORUM, zato se člani tega združenja imenujemo »forumaši«. Večina nas je upokojujencev, le nekaj je še delovno aktivnih.

Gre za tradicionalno vsakoletno srečanje forumašev v tednu po veliki noči. Letošnje ima oznako FORUM 34. Od 35 vabljenih se je srečanja udeležilo 21 članov. Na vsakoletno srečanje so vabljeni tudi zakonski partnerji članov, a je njihova udeležba običajno skromna. Letos so bile prisotne žene sedmih članov. Udeležba je bila številčnejša od lanske, skupno 28, lani 22.

Letošnje srečanje smo izvedli na železarskih Jesenicah, torej izven osrednje Slovenije. Prevoz je praviloma »individualni problem«, izjema je le iz smeri Žiri. Žirovski Kladivar je bil nekdanji glavni izdelovalec *fluidne tehnike* v Sloveniji. Dolga leta je Kladivar, ki je zdaj v lasti francoskega podjetja Poclain, zaposloval 200 do 300 delavcev, zato je razumljivo, da je v Žireh doma veliko »forumašev«. Tako kot vsako leto je bil tudi letos od tam organiziran prevoz z malim avtobusom: Žiri–Škofja Loka–Jesenice.

Prvi del srečanja je potekal v Železarskem muzeju na Jesenicah kjer smo se zbrali ob 9. uri. Ta del Jesenic se imenuje Stara Sava. *Slika 1* prikazuje zu-

nanjost Železarskega muzeja. Na sliki so v sredini razvidni ostanki zelo starega plavža (delujoč pred nekaj stoletji), na desni strani so nizke zgradbe, kjer so bile pudlovke, na levi strani pa je enonadstropna rumena stavba z rdečo streho, imenovana kasarna, obnovljena pred nekaj leti. V času Napoleona je bila tam dejansko vojaška kasarna, potem stanovanja za delavce takratne železarne. Danes je v pritličju prikaz delavskih stanovanj izpred več desetletij, v prvem nadstropju pa glasbena šola ipd.

Glavna muzejska stavba (ni prikazana na sliki 1) bo obnovljena letos. V njej so poleg uprave muzeja predvsem stare slike in fotografije, eksponati ter makete plavžev in ostalih železarskih objektov iz preteklih stoletij. Lastniki teh stavb v preteklosti so bile znane bogate oz. plemiške družine: Ruardi, Zosi, . . . Kranjska industrijska družba, Železarna Jesenice. Vse to smo si ogledali pa tudi kratek film o razvoju železarstva v severozahodnem delu Slovenije, kjer se je železarstvo začelo 500 let pred Kristusom v takrat že poseljenem Bohinju, predvsem po zaslugi železove rude na področju Bohinja in Pokljuke.



Slika 1 : Zunanost železarskega muzeja



Slika 2 : Udeleženci foruma

Tudi tu so izdelovali znano noriško jeklo, ki so ga po zasedbi teh krajev zelo cenili v antičnem Rimu.

Ob 11. uri smo odšli v približno 3 km oddaljeno železarno *SIJ Acroni*. Ta ima zdaj nekaj preko 1.300 zaposlenih. Letno izdela skoraj 400.000 ton jekla, in sicer ploščati program jekel: pločevina v ploščah in kolobarjih. Acroni izdeluje zelo veliko vrst jekel: nerjavna, elektrojekla, jekla za avtomobilske katalizatorje itd. Izdeluje samo vrhunska oz. jekla visokih kvalit. Za nekatere vrste jekel so eni od redkih ali celo edini proizvajalec. Acroni ima 4 proizvodne obrate: jeklarna, vroča valjarna (VV), predelava debele pločevine (PDP) in hladna valjarna (HV). HV je zdaj najstarejši obrat, zgrajen pred malo več kot 40 leti, sicer delno obnovljen oz. posodobljen. Zaradi prostorske razsežnosti obratov (dolžine posameznih so do 500 m) smo si lahko ogledali le del VV in HV.

V velikih kletnih prostorih VV smo si ogledali nekaj sistemov *pogonsko-krmilne hidravlike (PKH)*, ki jo tudi železarji kratko imenujemo *hidravlika*. V zadnjih desetletjih se pnevmatika v železarska postrojenja sploh ne vgrajuje več; so pač potrebne moči, navori, sile prevelike. Sistemi PKH, vgrajeni v zadnjih treh desetletjih, delujejo večinoma s tlaki okrog 300 bar. Potni ventili so skoraj izključno proporcionalni, pa



Slika 3 : Muzejska elektropeč, kapacitete 8 ton

tudi večina tlačnih in tokovnih. Takšne so pač zahteve glede krmiljenja delovnih gibov v sodobnem železarstvu. Nekaj je tudi servoventilov izdelovalca Moog.

Večinski lastnik SIJ Acroni kot tudi celotne slovenske industrije jekla (SIJ), kamor sodi več tovrstnih podjetij (Metal Ravne, Noži Ravne, . . .), je neki ruski koncern. SIJ Acroni je po številu zaposlenih in proizvodnji največje podjetje v SIJ-u. Sedež oziroma uprava SIJ-a je v Ljubljani. V zadnjih dveh desetletjih so Rusi v SIJ investirali več sto milijonov evrov, kar se odraža v vrhunskih sodobnih tehnologijah in postrojenjih.

Ogled nekaterih od zelo številnih naprav, strojev in postrojenj v VV in HV smo zaključili ob približno 13.30, ko smo odložili obvezne zaščitne čelade in oranžne halje. Kakšni smo »zaščitno oblečeni«, prikazuje *slika 2*. Na desni strani se vidi del upravne stavbe SIJ Acroni, v sredini za nami udeleženci pa »muzejska« elektropeč s kapaciteto 8 ton, ki je leta 1975 še obratovala, *slika 3*. Maloštevilne delovne gibe peči je izvajala vodna hidravlika s tlakom okrog 40 bar (takrat še atmosfer). Na mojem prvem delovnem mestu je vzdrževalni oddelek, ki sem ga kot mlad inženir vodil, to hidravliko še vzdrževal.

Sledilo je kosilo v Acronijevi »delavski restavraciji« na stroške Acronija, za kar smo jim udeleženci tudi zelo hvaležni. Sledil je še zaključek ekskurzije v Acronijevi sejni sobi: sprejem novih članov, pregled prisotnosti in odsotnosti, planiranje srečanja za leto 2019 ipd.

Nadaljnji »neuradni« del srečanja se je nadaljeval v »ustreznih lokalih« na poti domov. Tu so bile »predebatirane« še nekatere teme, za katere je prej zmanjkalo časa. Dan je bil vsekakor zanimiv in pester za forumaše in njihove spremljevalke.

Prihodnje srečanje bo glede na tradicijo praviloma prvi četrtek po veliki noči 2019. Po možnosti se v čim večjem številu (člani in spremljevalke) vidimo na FORUMU 35.

Jožef Pezdarnik
Uredništvo revije Ventil

IN MEMORIAM DUŠANU KAJFEŽU

Na letošnjem srečanju forumašev (FORUM – združenje seniorjev fluidne tehnike) je kolega Anton Beovič ob zaključku optimistično ugotovil, da smo se preteklo leto kar dobro držali. Že na poti domov pa smo dobili sporočilo, da je umrl naš član Dušan Kajfež. To se je zgodilo natančno pet let po tem, ko smo si v LIV-u ogledovali zahtevno proizvodnjo hidravličnih nakladalnih dvigal. Pri uvajanju tega programa je Dušan s svojim širokim poznavanjem strojništva pomembno sodeloval.

Na začetku svoje strokovne poti se je v Tomosu ukvarjal predvsem s pnevmatiko. Zanimale ga niso samo standardne rešitve s klasičnimi pnevmatičnimi elementi, ampak se je poglobljal tudi na področje pnevmatične logike, ki je konec šestdesetih in v začetku sedemdesetih kar mnogo obetalo. Kot poliglota je prebral mnogo tehnične literature in zato ni dovolil, da bi mu kdo prodajal že dobro znana dejstva. Tako je na nekem posvetu v Beogradu pri diskusiji protestiral, ko so kot



posebno novost predstavljali že dobro znana krmilja z elementi Dreloba.

Sredi sedemdesetih let je Dušan pričel delati v LIV-u. Podjetje je takrat nujno potrebovalo nov ambicioznejši program. Po dogovoru z gozdarji so se lotili hidravličnih nakladalnih dvigal, ki so se takrat iz Švedske pričela širiti po Evropi. V primerjavi s predhodno proizvodnjo je novi program predstavljal mnogo višje zahteve na področju hidravlike pa tudi mehanike ter zahteval

strokovnjake z znanjem in pogumom. Znan je njegov izrek, ko je kdo izjavil, da se tega ali onega ne da narediti: Ah, dajte, no, dajte, če so ljudje prišli na Luno, potem se da tudi to. V nekaj letih je bil osvojen zahteven proizvodni program, ki daje kruh številnim zaposlenim še danes. Pod Dušanovim okriljem se je oblikovala skupina strokovnjakov, ki rešuje nove probleme, sam pa jim je še po upokojitvi rad priskočil na pomoč s svojim širokim znanjem in izkušnjami.

Tudi ob zadnjem srečanju na ljubljanskih Žalah nas je Dušan še enkrat presenetil. Na stara leta se je lotil španščine in plesa. Oboje zelo uspešno. Vedno je upošteval znani Župančičev epigram o ledu, oslovstvu in plesu. Po morebitnem padcu je naslednji dan uspešno odplesal. In to salso. Imejmo ga za vzor!

Za FORUM:
F. Jeromen

Uredništvo revije Ventil

IRT 3000
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE

SPLAČA SE
BITI NAROČNIK



UGODNOSTI ZA
NAROČNIKE REVIJE

ZA SAMO 50€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 številok)
- 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

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

Na voljo tudi digitalna različica revije

WWW.IRT3000.COM

NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

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

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

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



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

Portorož, 4. in 5. junij 2018

www.forum-irt.si

Dogodek poteka pod častnim pokroviteljstvom predsednika Republike Slovenije Boruta Pahorja.

Glavni pokrovitelj



Nacionalni pokrovitelj



Pokrovitelji



METTLER TOLEDO

YASKAWA

ZELO USPEŠNA PREDSTAVITEV INOVACIJ IN NOVIH TEHNOLOGIJ NA 3. MEDNARODNEM SEJMU SODOBNEGA ZDRAVSTVA – MEDICAL 2018

Organizator predstavitve je bil Janez Škrlec, Razvojna raziskovalna dejavnost, s. p., in član Sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Pokrovitelj sejemske predstavitve pa je bil Direktorat za znanost na Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport. Na sejmu sta bili podeljeni dve priznanji: eno je prejel Direktorat za znanost na Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport za celovito predstavitev novih tehnologij in inovacij, eno pa Janez Škrlec, Razvojna raziskovalna dejavnost, s. p., skupaj s partnerji za predstavitev inovacij in novih tehnologij na področju bionike in medicinskih tehnologij.

Na razstavnem prostoru so bili predstavljeni različni implantabilni dinamični vsadki: srčni spodbujevalniki, ICD-stimulatorji, sakralni stimulatorji, stimulatorji gastrik, različni nevrostimulatorji, slušni vsadki, različni senzori in aktuatorji, mikro črpalke, tehnologije CCD in CMOS in drugo. Kot posebne tehnologije so bile predstavljene: MEMS, BioMEMS, NEMS in MOEMS, ki so gradniki novih podpornih tehnologij in sistemov sodobne medicine in bionike. K tem tehnologijam sodijo tudi mikrofluidni sistemi s senzori, aktuatorji, laboratoriji na čipu, reaktorji na čipu in organi na čipu ter drugo.

Predstavljene tehnologije se posredno uporabljajo za zdravljenje hudih bolezni, lajšanje bolezenskih stanj, diagnostiko, medicinski monitoring, spremljanje reakcij pri uporabi zdravil, ciljno doziranje zdravilnih učinkovin, analizo telesnih tekočin, zajemanje pomembnih medicinskih podatkov, prenos telemetričnih in biometričnih podatkov ipd.

Na sejmu je bila predstavljena tudi zanimiva inovacija Laboratorija LMSE (Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani), ki so jo razvili



Slika 1: Predstavitev novih tehnologij in inovacij na sejmu

skupaj s Kolektor group: izjemno zanimiva pizeo mikrocilindrska črpalka za črpanje mikrolitrskih količin, različnih mikrofluidnih snovi, ki se uporabljajo v biomedicini, farmaciji in kemijskem procesnem inženirstvu. Cilinder mikročrpalke je v danem primeru vzbujan z bimorfno strukturo steklo/PZT, pretok pa usmerjata dva elastomerna pripirna ventila. Posebnosti črpalke sta, da ne poškoduje bioloških celic in sposobnost samopolnitve. Na sejmu je prof. dr. Aleš Holobar, sicer vodja Laboratorija za sistemsko programsko opremo na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, predstavil zanimive vmesnike za neinvazivno spremljanje in vizualizacijo aktivnosti skeletnih mišic med rehabilitacijo. Posebne pametne termoindikativne barve za tiskanje na živila, zdravila in druge namene sta predstavila vodja spin-off podjetja Kemijskega inštituta MyCol, d. o. o, prof. dr. Marta Klajnšek Gunde in podjetje Bucik, d. o. o.

Na predstavitvi novih tehnologij in inovacij so sodelovali: Institut Jožef Stefan; Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani; FERI Univerze v Mariboru; Kemijski inštitut v Ljubljani; Nacionalni inštitut za biologijo v Ljubljani; Center odličnosti – Nanocenter in Center odličnosti NAMASTE; Slovensko inovacijsko stičišče; Evropsko gospodarsko interesno združenje (SIS EGIZ); Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu Jožef Stefan (CTT); Višja strokovna šola ŠC Ptuj in Visoka strokovna šola za bioniko na Ptuj; MyCol, d. o. o. (spin-off podjetje Kemijskega inštituta); BUCIK, d. o. o.; EUREL, d. o. o.; Dobre rešitve, d. o. o.; ROTO, d. o. o.; Saving, d. o. o.; SkyLabs, d. o. o.; INTRI, d. o. o.; INEA, d. o. o.; Makro Team, d. o. o.; NANOTUL, d. o. o.; EKOSSEN, d. o. o.; CosyLab, d. o. o., in drugi.

Predstavljen je bil tudi nagrajeni bionski človek lutka, namenjen bodočim inženirjem bionike. Vodja projekta in idejni vodja je Janez Škrlec. V projektu sodelujejo podjetje INTRI, d. o. o., Višja strokovna šola ŠC Ptuj, Visoka strokovna šola za bioniko na



Slika 2 : Janez Škrlec in partnerjem ter Direktoratu za znanost na MIZŠ sta podelila priznanje ministrice za zdravje Milojka Kolar Celarc in predsednik uprave Pomurskega sejma Janez Rjavec

Ptjuju. Tehnično podporo razvoju projekta nudijo različne fakultete in inštituti. Bionski človek lutka bo v sedanji obliki izročen v izobraževalni proces. Kot zdajšnji projekt bo postavljen tudi v virtualno okolje z obogateno virtualno resničnostjo za boljšo podporo izobraževalnemu procesu. Zdajšnja izvedba bionskega človeka lutke vsebuje vse v svetu aktualne vsadke, senzorje, aktuatorje, komunikatorje, bionsko ročno in nožno protezo ter druge sisteme. Naslednji model bo natisnjen iz posebnih materialov v 3D-tehniki, vgrajene pa bo imel vse implantabilne vsadke, črpalke in druge sisteme, ki se v svetu že vgrajujejo v človeško telo. Bionski človek bo tudi razvojna platforma, na kateri bodo študenti lahko razvijali nove sisteme in drugačne rešitve. Medijski partnerji predstavitve so bili: revija IRT 3000, revija Ventil in priloga Večera – Kvadrati.

[Ekipa sejemske predstavitve inovacij in bionskega človeka v okviru pokroviteljstva MIZŠ](#)



AGRA

DRŽAVA PARTNER
MAKEDONIJA



MEDNARODNI
**KMETIJSKO-
ŽIVILSKI SEJEM**

25. - 30. 8. 2018
Gornja Radgona

TRADICIONALNO SVEŽ!



PODELILI NAGRADE ZLATI ZNAK JOŽEFA STEFANA 2018

Na Institutu »Jožef Stefan« so v okviru 26. Dnevov Jožefa Stefana podelili nagrade zlati znak Jožefa Stefana za leto 2018. Za najodmevnejše doktorate so jih prejeli: **dr. Boris Brus** s Fakultete za farmacijo, **dr. Tina Lebar** z Medicinske fakultete in **dr. Zala Lenarčič** s Fakultete za matematiko in fiziko, vsi Univerza v Ljubljani. Ob nagovoru predsednika Vlade RS dr. Mira Cerarja sta priznanja podelila direktor Instituta prof. dr. Jadran Lenarčič in predsednik odbora za zlati znak prof. dr. Martin Čopič.



Na sliki so od leve proti desni: direktor IJS prof. dr. Jadran Lenarčič, dr. Zala Lenarčič, dr. Tina Lebar, predsednik vlade v odhodu dr. Miro Cerar. Foto: Marjan Verč

Institut »Jožef Stefan« je letos že šestindvajsetič podelil zlati znak Jožefa Stefana avtorjem doma in v tujini najodmevnejših doktoratov, ki so bili podeljeni v Republiki Sloveniji v preteklih treh letih. Institut tako želi spodbuditi mlade ljudi k še večji zavzetosti na znanstvenoraziskovalnem področju, kar je tudi svojevrsten poziv odgovornim ljudem v gospodarstvu, da to znanje čim učinkoviteje uporabijo.

Na sliki so od leve proti desni: direktor IJS prof. dr. Jadran Lenarčič, dr. Zala Lenarčič, dr. Tina Lebar, predsednik vlade v odhodu dr. Miro Cerar. Foto: Marjan Verč kot prej dva st

S področja ved o življenju sta zlati znak Jožefa Stefana prejela dr. Boris Brus in dr. Tina Lebar, s področja fizike pa dr. Zala Lenarčič.

Dr. Boris Brus je prejel zlati znak za odmevnost doktorskega dela Strukturno podprto načrtovanje in vrednotenje spojin s potencialnim imunomodulatornim in nevroprotektivnim delovanjem. Za nagrado ga je predlagal mentor prof. dr. Stanislav Gobec s Fakultete za farmacijo Univerze v Ljubljani.

Boris Brus: »V mojem doktorskem delu smo si zadali zelo konkreten cilj: hoteli smo na treh terapevtsko zelo pomembnih tarčah odkriti nove potencialne učinkovine, ki bi lahko te bolezni lajšale, mogoče pa celo povsem pozdravile. Posebnost mojega dela je, da smo se začetnega dela, odkrivanja teh novih spojin, lotili z računalnikom. Nismo se lotili slepega testiranja knjižnice desetih milijonov spojin, ampak smo razvili poseben protokol, v katerem smo virtualne knjižnice spojin ustrezno zmanjšali. Na kon-

cu nam tako ni bilo treba preveriti 10 milijonov spojin na določeni tarči, ampak samo med 10 in 20 spojin. Največji uspeh mojega doktorata je, da smo prišli iz samega modela na računalniku na koncu do tega, da je spojina delala na živalskem delu alzheimerjeve bolezni. Za uspeh se moram zahvaliti predvsem svojemu mentorju prof. Gobcu, ker je ustvaril res dobro raziskovalno skupino. To je bila glavna prednost našega dela. Na koncu pa smo dejansko odkrili nekaj pomembnega, objavili veliko število člankov, zunaj pa so tudi tri patentne prijave.«

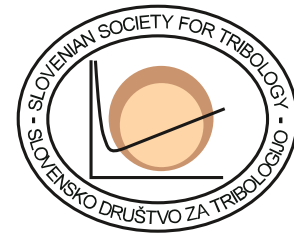
Dr. Tina Lebar je prejela zlati znak za odmevnost doktorskega dela Načrtovanje genskih regulatornih omrežij na osnovi DNA vezavnih proteinov. Njena mentorica je bila izredna profesorica dr. Mojca Benčina s Kemijskega inštituta, za nagrado pa jo je predlagal prof. dr. Roman Jerala, prav tako s Kemijskega inštituta.

Tina Lebar: »Sintezna biologija je novejša veja biologije, ki se ukvarja s tem, da se celice spreminjajo na tak način, da dobijo neke povsem nove lastnosti, ki v naravi ne obstajajo. Jaz sem v svojem doktorskem delu delala s sesalskimi celicami, in sicer sem jih spreminjala tako, da znajo izvajati neke logične funkcije, razna bistabilna stikala in oscilatorje, ki so po drugi strani osnovni elementi tudi v računalništvu. Tako je moje doktorsko delo nekakšna vzporednica z računalništvom in lahko vodi v začetke biološkega računalništva.« Dr. Tina Lebar je sesalske celice spremenila na način, da lahko nadziramo njihovo delovanje z različnimi signali. Dodamo jim neko kemikalijo, neko spojino, antibiotik in potem celica na osnovi tega nekaj drugače naredi. To je konkretno zanimivo predvsem za področje terapije, zdravljenja.

Dr. Zala Lenarčič je prejela zlati znak za odmevnost doktorskega dela Neravnovesne lastnosti Mottovih izolatorjev. Za nagrado jo je predlagal mentor prof. dr. Peter Prelovšek.

Doktorsko delo **Zale Lenarčič** je s področja teoretične fizike trdne snovi. Raziskovala je vpliv zunanjih motenj na obnašanje snovi, ki so na kvantni skali modelirane kot interagirajoči sistemi. Njeno teoretično razumevanje odziva snovi na motnje je podalo vpogled v naravo interakcij med gradniki. Te so izvor lastnosti materialov, ki jih v eksperimentu z zunanjo motnjo potem lahko kontrolirano manipulirajo. »Že med doktoratom sem imela ta privilegij, da sem obiskala zelo različne inštitute. Pri tem sem spoznala, da se tudi fizika obravnava na zelo različne načine: hierarhično precizno na Univerzi v Tokiu, veliko bolj intuitivno in preko burnih debat na Weizmannu, svobodno odprto na Harvardu. V fiziki se praktično pričakuje mednarodna izkušnja postdoktorskega študenta in ponjo sem šla na Univerzo v Kölnu. Tu sem se največ naučila od širokega, genialnega pogleda svojega sodelavca prof. Achima Roscha, pa tudi iz pedagoških obveznosti prek tutorstev pri predmetih, ki se v Ljubljani ne predavajo. Cikel bom jeseni zaključila s selitvijo na Berkeley v skupino prof. Altmana, ki me je že kot doktorsko študentko povabil tudi na Weizmann Institute of Science. Ja, lepo in nevarno je leteti z najboljšimi in upam, da bom nekaj od teh navezav in manevrov lahko prenesla v zrelejši del svoje znanstvene kariere – če mi bo ta ponujena. Seveda, najraje v Sloveniji ali pa vsaj v Evropi.«

Polona Strnad
www.ijs.si



SLOTRIB 2018

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

20. NOVEMBER 2018

Radisson Blu Piazza hotel, BTC, Ljubljana

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

KONTAKT

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

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

Bogišičeva 8
1000 Ljubljana

Tel.: 01 4771 460
Fax: 01 4771 469

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

PATENTNE INOVACIJE ZAGOTAVLJAJO RAZVOJ DOMAČE IN TUJE INDUSTRIJE

Na *Fakulteti za strojništvo UL* se zavedajo uporabnosti znanstvenih raziskovanj in inovacij, ki pripomorejo k razvoju domače in tuje industrije. *Laboratorij za odrezavanje (LABOD)* s Fakultete za strojništvo je skupaj s švedskim podjetjem ACCU-SVENSKA AB, ki je dobavitelj izdelkov in storitev za sisteme za minimalno količino mazanja v industrijske namene vseh vrst, patentiral hladilno-mazalno napravo, ki sledi trendu zmanjšanja porabe hladilno-mazalnih sredstev na bazi olj ob hkratnem povečanju hladilnega učinka. Prototip naprave je že izdelan in bo v letošnjem letu nadgradil dosednji spekter produktov podjetja.



Inovacija je idejno nastala v LABOD-u, razvili pa so jo v povezavi s švedskim podjetjem, ki je izdelek patentiralo na Švedskem, v postopku je tudi prijava mednarodnega patenta.

Cilj novo razvite hladilno-mazalne naprave je uporaba predvsem v avtomobilski industriji, ki bo na domačem trgu uveljavljene t. i. MQL-sisteme (sisteme

minimalnega mazanja) odrezovalnih procesov. S tem bo dopolnjena pomanjkljivost MQL-sistemov, ki trenutno zagotavljajo dobro mazanje, manjka pa jim hladilni učinek. To bo doseženo z idejo podhlajene oljne megle, ki ima zmožnost povečati produktivnost procesov oz. obstojnost rezalnih orodij.

Po besedah vodje Laboratorija za odrezavanje izr. prof. dr. Francija Pušavca se raziskave za potrebe industrije nadaljujejo: »V povezavi z nemškim podjetjem smo v postopku nove patentne prijave hladilno-mazalne naprave.«

V Laboratoriju za odrezavanje poudarjajo, da njihovo raziskovanje temelji na uporabnosti za industrijo v smislu raziskav, razvoja, inovacij, svetovanja, priprave izdelovalnih in tehnoloških načrtov, testov obdelovalnosti ter izvedbe meritev. V laboratoriju se lahko pohvalijo tudi s sodelovanjem z domačo industrijo, kot so podjetja: AREX, Sibbo Group, Hidria AET, EMO orodjarna itd.

www.fs.uni-lj.si

LJUBLJANA, SLOVENIA
02-04 OCTOBER 2018
GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE
WWW.ICM.SI

iCMU
CLEAN ME
CLEANING & MAINTENANCE EXHIBITION

LJUBLJANA, SLOVENIA
02. - 04.10.2018
GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE

VODAQUA
ALL ABOUT WATER
WWW.ICM.SI

STROKOVNA EKSKURZIJA V PODJETJE POCLAIN HYDRAULICS

V torek, 13. 3., so se študentje tretjega letnika pod vodstvom Laboratorija za fluidno tehniko (LFT) Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani, odpravili na strokovno ekskurzijo v podjetje *Poclain Hydraulics* v Žireh. Po sprejemu jih je nagovoril direktor podjetja mag. Aleš Bizjak, ki je na kratko predstavil poslanstvo in delovanje celotne skupine Poclain po vsem svetu. Svoje je dodal še vodja razvoja mag. Primož Pangeršič, ki je na praktičnih primerih prikazal uporabo in namembnost njihovih proizvodov, razvitih v Sloveniji.



Slika 1: Člane strokovne ekskurzije je pozdravil vodja razvoja mag. Primož Pangeršič



Slika 2: Najboljši seminar sta pripravila Nace Remih in Gregor Urankar

Po uvodnih predstavitev vodstva podjetja so študentje predstavili svoje seminarske naloge. Tematike je podalo podjetje in so se navezovala na vsakodnevne probleme in iskanje tehničnih rešitev v podjetju. Predstavljenih je bilo 8 seminarjev – v parih po dva študenta. Predstavitve so zajemale ključne ugotovitve in rezultate, ki so jih študentje odkrili pri pregledu literature z raziskovalnim delom. Ker pri izdelavi seminarjev niso bili omejeni, so predstavili zanimive in inovativne rešitve oz. predloge za preprečitev določenega problema. Predstavitve je ocenjevala strokovna komisija iz podjetja, ki je glede na kriterije razglasila najbolje pripravljen in predstavljen seminar. Zmagala sta Nace Remih in Gregor Urankar. Podjetje ju je nagradilo s potovanjem v Pariz,

kjer je sedež podjetja. Ostali študentje so prejeli simbolne nagrade za trud in voljo.

Sledili sta kosilo v menzi podjetja in okrepčilo s kavo. Po kosilu so odšli na obhod po prostorih podjetja. Ogledali so si proizvodnjo od začetne obdelave surovcev do končne montaže izdelkov, ki potujejo h kupcem. V vsakem oddelku je eden od zaposlenih na kratko predstavil potek in obseg dela. Ogledali so si prostore razvoja, kjer nastajajo novi proizvodi, in spoznali korake od ideje oz. naročila do končnega produkta. Po ogledu je sledilo še skupinskim fotografiranjem.

Tine Černač, Ervin Strmčnik,
doc. dr. Franc Majdič
UL, Fakulteta za strojništvo

1. EVROPSKI PROJEKT KETGATE

BO OMOGOČIL PODJETJEM DOSTOP DO INFRASTRUKTURE KLJUČNIH TEHNOLOGIJ

V Centru za prenos tehnologij in inovacij Instituta "Jožef Stefan" (IJS) se izvajajo številni evropski projekti, ki krepijo povezovanje industrije in raziskovalnih organizacij. Eden izmed projektov je projekt KETGATE Interreg Srednja Evropa, katerega namen je vzpostaviti sistem, ki bo omogočal malim in srednje velikim podjetjem (MSP) dostop do opreme ter z njo povezanih storitev na raziskovalnih institucijah v Srednji Evropi, na katerih se razvijajo ključne tehnologije (ang. Key Enabling Technologies).



Slika 1: Prof. dr. Jadran Lenarčič, direktor Instituta "Jožefa Stefana", odpira študijski obisk



V projekt je vključenih 8 partnerjev iz Srednje Evrope – 3 raziskovalne institucije in 5 institucij za podporo gospodarstvu. Poleg IJS pri projektu sodelujeta naslednji raziskovalni instituciji: Institut Joanneum Materials s sedežem v Weizu, Avstrija, in Institut Bay Zoltán Nonprofit s sedežem v Budimpešti, Madžarska.

V okviru triletnega projekta, ki se je začel julija 2017, bodo evropski partnerji identificirali obstoječe načine sodelovanja med MSP in raziskovalnimi institucijami na področju uporabe raziskovalne opreme, oblikovali sistem za sodelovanje, izvedli pilotne študije in na njihovi podlagi oblikovali smernice. Cilj je vzpostaviti številna sodelovanja med tujim MSP in raziskovalno institucijo oz. med tujim MSP in dvema raziskovalnima institucijama, ki bosta komplementarno uskladili ponudbo raziskovalne opreme in jo skupaj z ekspertizami na področju ključnih tehnologij ponudili MSP.

V okviru projekta KETGATE je 30. 1. 2018 potekalo srečanje projektnih in pridruženih članov na Institutu Joanneum, Weiz, ki smo ga naslednji dan – 31. 1. 2018 – nadaljevali v Ljubljani na IJS. Študijski obisk na Institutu je odprl direktor prof. dr. Jadran Lenarčič.



Slika 2 : Oglad raziskovalnih odsekov Instituta "Jožef Stefan" (na sliki raziskovalna infrastruktura Odseka za kompleksne snovi - F7)



Slika 3 : Delavnica priprave poslovnega modela za sodelovanje med raziskovalnimi institucijami in MSP

čič. Tomaž Lutman s Centra za prenos tehnologij in inovacij (IJS) je predstavil Institut, ključne tehnologije, ki se na njem razvijajo, in z njimi povezano raziskovalno infrastrukturo. Sledil je ogled raziskovalnih oddelkov IJS s področja kompleksnih snovi, nanomaterialov in robotike s poudarkom na raziskovalni infrastrukturi in možnostih za sodelovanje s podjetji.

Popoldne se je študijski obisk nadaljeval s predstavitvijo primerov sodelovanja med IJS in indu-

strijo. Temu je sledila motivacijska predstavitev oblikovanja poslovnega modela, ki jo je vodila dr. Jennifer Bilbao, Steinbeis (Nemčija), in delavnica, na kateri so partnerji razpravljali o poslovnih modelih sodelovanja med MSP in raziskovalnimi institucijami ter jih predstavili na kanvasu poslovnega modela.

Tomaž Lutman,
Center za prenos tehnologij in inovacij,
"Institut Jožef Stefan"

HIWIN®

Motion Control & Systems

reddot award 2016
winnerDESIGN
AWARD
2016

LINEARNI MODULI

Živimo gibanje.

Hannover 23. – 27.04.2018

SEJEM HANNOVER

Hala 15 Razstavní prostor A06

www.hiwin.si

PROF. DR. ROMAN JERALA ZAREZAL V TORTO ERC ADVANCED GRANT

Na Kemijskem inštitutu je potekala predstavitev raziskovalnega projekta, za katerega je prof. dr. Roman Jerala, vodja Odseka za sintezno biologijo in imunologijo na Kemijskem inštitutu, v izjemno močni konkurenci prejel prestižni ERC Advanced Grant 2017 za uveljavljene raziskovalce. V veliko čast nam je, da je Evropska komisija projekt MaCChines izpostavila v skupini sedmih projektov, ki so bili predstavljeni ob razglasitvi rezultatov razpisa.



Prof. dr. Roman Jerala

Za kakšen uspeh slovenskega raziskovalca gre, najbolje pokaže podatek, da bo Evropski raziskovalni svet (ERC) na tem razpisu financiral le 12 % projektnih prijav izjemnih raziskovalcev in raziskovalnic izmed več kot 2167 prijav za izvajanje raziskovalnega projekta v Evropi.

Petletni projekt ima naslov MaCChines – Molekulski stroji na osnovi proteinskega origamija iz obvitih vijajnic, raziskovalec pa bo za zanj dobil 2,5 milijona evrov. Prof. dr. Roman Jerala je tako eden od petih slovenskih predstavnikov, ki so bili do zdaj uspešni na tem razpisu, obenem pa gre za prvi slovenski ERC-projekt na področju ved o življenju in kemije. S tem projektom se Kemijski inštitut utrjuje na svetovnem nivoju kot vodilna institucija na tem področju raziskav.

Cilj projekta je razviti princip priprave umetnih proteinov na osnovi modularnih obvitih vijajnic (CCPO) oz. ugotoviti, kakšni so potenciali tega pristopa in kakšne tridimenzionalne strukture lahko naredimo na ta način. Gre za popolnoma nov tip načrtovanja proteinov, ki je modularen in se razlikuje od tistega na osnovi naravnih proteinov. Kot prvi na svetu so ga razvili v skupini prof. Jerale. Čeprav gre za umetne proteine, lahko takšne proteinske kletke pridobivamo v celicah brez škodljivih učinkov, kar jim daje velik potencial za medicinsko in tehnološko uporabo, za dostavo zdravil, za senzorce in nove materiale.

Brigita Pirc, brigita.pirc@ki.si
Foto: Jernej Stare

JOBFAIR: INŽENIRSKI KADER ZELO ISKAN MED ZAPOSLOVALCI

Na zaposlitvenem sejmu *JobFair*, ki ga že enajsto leto zaporedoma organizira študentsko združenje EESTEC LC Ljubljana in je letos potekal na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, so zabeležili odličen obisk tako podjetij kot tudi študentov. V štirih dneh se je predstavilo več kot 50 podjetij, študentje pa so jih imeli možnost spoznavati na različne načine – na stojnicah, na »hitrih zmenkih«, po opisih v brošuri in na različnih predavanjih. Sejem je bil namenjen vsem študentom elektrotehnike, računalništva in informatike ter študentom drugih tehničnih smeri, ki iščejo zaposlitev.



Slika 1 : V štirih dneh se je na sejmu predstavilo več kot 50 podjetij



Slika 2 : Študentje so se lahko poleg spoznavanja podjetij udeležili še zanimivih predavanj in treninga mehkih veščin

Podjetja stojijo v vrsti za inženirje elektrotehnike

Letos je bilo zanimanje podjetij za udeležbo na zaposlitvenem sejmu rekordno. Zaradi stiske s prostorom se študentom žal niso mogla predstaviti vsa zainteresirana podjetja. Poleg 50 podjetij, ki so jih imeli obiskovalci sejma priložnost spoznati, je bilo v čakalni vrsti še dodatnih 20 zainteresiranih podjetij. To kaže na to, da je v Sloveniji ogromno zanimanje za inženirje, predvsem elektrotehnike in informatike ter računalništva. Takšnega mnenja je tudi prof. dr. Roman Kamnik, prodekan za pedagoško dejavnost na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani: »V Sloveniji je veliko povpraševanje po inženirjih elektrotehnike, saj so ti ključni za razvojne premike in ustvarjanje dodane vrednosti v podjetjih. Dokaz, da je temu tako, je tudi množičen interes podjetij za sodelovanje na sejmu JobFair.«

Pestro dogajanje

Študentje so imeli priložnost, da so se neposredno seznanili z delovanjem različnih podjetij s področja elektrotehnike in računalništva ter se pozanimali o možnosti štipendij, praks in zaposlitev. Organizirani so bili tudi hitri zmenki, ki se jih je udeležilo

70 študentov in 30 podjetij, preko katerih so lahko študentje prišli v neposreden stik s kadroviki in direktorji uspešnih podjetij. Pred zmenki pa se je lahko vsak udeležil tudi CV-klinike in svetovalne delavnice, ki so jo skupaj z JobFairom organizirali Karierni centri v Ljubljani, in se temeljito pripravil na razgovor. Vzporedno so potekala tudi zanimiva predavanja in treningi mehkih veščin, ki so poleg strokovnega znanja prav tako pomembne pri iskanju zaposlitve.

Zaposlitveni sejem zaključen z okroglo mizo

Štiridnevni dogodek se je končal z okroglo mizo z naslovom »Revolucija Blockchaina in spremembe, ki jih prinaša«, ki je bila zelo obiskana. Na aktualno tematiko blokovnih verig so spregovorili prof. dr. Matjaž Branko Jurič s FRI, dr. Peter Merc, direktor Lemur Legal in vodja Think Tank, Jan Isakovič, direktor Cofound.it, dr. Matevž Pustišek in Jan Turk s FE UL, Marko Žagar iz podjetja S & T in Andrija Pušič iz podjetja Špica. Okroglo mizo je povezoval novinar Marko Milenkovič.

UL, Fakulteta za elektrotehniko

ŠTUDENTSKA TEHNIŠKA KONFERENCA



Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani bo 13. 09. ob 9. uri Študentska tehniška konferenca »ŠTeKam«, na kateri bodo študentje prve in druge stopnje ter mladi raziskovalci tehnike in drugih študijskih smeri predstavili rezultate svojega raziskovalnega dela.



Gre za že tradicionalno, četrto študentsko tehniško konferenco. V lanskem letu je bilo predstavljenih in v zborniku izdanih 29 prispevkov, ki so pokrivali tehnična (strojništvo, gradbeništvo in geodezija, naravoslovnotehniško področje) in netehnična področja (družbene, filozofske in turistične vede). Te-

matike prispevkov so bile zelo raznolike, kar je dalo konferenci poseben pridih, saj so študentje in raziskovalci videli možnosti interdisciplinarnega povezovanja različnih tem in področij med seboj.

Tudi v letu 2018 bodo vsi sprejeti prispevki objavljeni v zborniku, ki bo zaveden v COBISS-u. Izbrani prispevki bodo ob privolitvi avtorjev objavljeni v reviji Ventil. Posebej bo nagrajena tudi najboljša predstavitev na konferenci.

Več informacij najdete na spletni strani:

https://www.fs.uni-lj.si/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost/raziskovalna_dejavnost_studentov/studentska_tehniska_konferenca_stekam/.

Organizacijski odbor:

doc. dr. Tomaž Berlec, univ. dipl. inž. str.
doc. dr. Miha Brojan, univ. dipl. inž. str.
doc. dr. Boštjan Drobnič, univ. dipl. inž. str.

MIKROVENTILI



Mikroventili se pogosto uporabljajo v različnih medicinskih napravah: mikroventili z majhnim notranjim volumnom, ventili, pri katerih so notranji deli v stiku z medijem, ventili za natančno krmiljenje pretoka ali tlaka, s posebno izvedbo mehanske deformacije cevi in

mnogi drugi. V gospodinjstvu se pogosteje uporabljajo nepovratni ventili za zrak, ki so uporabni v mnogih aplikacijah. Primerni so tudi za uporabo v kotlovnica, delavnicah, izjema pa niso niti kanalizacije. Ker gre za široko področje uporabe, je potrebno omeniti, da je poznanih več vrst ventilov. Lahko so nepovratni ventili za zrak ali vodo, mikroventili, pnevmatski varnostni, nepovratni za vodo, prirobnični in drugi.

Mikroventili, ki jih ima v svojem prodajnem programu podjetje S3C, so stalno na zalogi. V podjetju se trudijo vzdrževati široko paleto kakovostnih komponent na področju pnevmatike in hidravlike v Evropi

in svetu uveljavljenih proizvajalcev, da lahko svojim kupcem nudijo hitre in cenovno ugodne storitve.

Tako najdejo kupci v njihovem katalogu zelene komponente, ki jih v S3C dostavijo na dom v najkrajšem možnem času. Na zalogi so mikroventili, elektromagnetni ventili, nepovratni ventili za zrak, prirobnični, pnevmatski varnostni ventili in mnoge druge komponente tako za domačo kot za profesionalno uporabo.

Kupcem, ki imajo težave pri izbiri mikrokompnent za svoje posebne primere, v podjetju S3C ustrezno svetujejo.

Vir:

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



JANEZ ŠKRLEC – 15 LET POVEZOVANJA GOSPODARSTVA IN ZNANOSTI

V današnjem času bi lahko zapisali, da je gospod Janez Škrlec tehnični manager in to v tistem najpozitivnejšem smislu. Gospod Janez Škrlec je tehnični strokovnjak in je v zadnjem obdobju deloval in še dela na zelo različnih, zapisali bi lahko na mejnih področjih med tehniko, ekonomijo, gospodarstvom in vodenjem; to je managiranjem. V zadnjem desetletju in pol je opravljal številne zelo zahtevne funkcije.



Janez Škrlec

V tem letu beležimo 15 let njegovega aktivnega delovanja na področju povezovanja gospodarstva in znanosti. V tem času je organiziral več kot 80 uspešnih strokovnih dogodkov. Najodmevnejši so bili tehnološki, energetski in seveda nanotehnološki dnevi. Le teh se je udeležilo več kot 7 000 udeležencev.

Prav tako gospod Janez Škrlec v tem obdobju zelo intenzivno sodeluje z revijo Ventil.

Več kot 12 let je bil član v Svetu za znanost in tehnologijo Repu-

blike Slovenije in več kot . Njegova osnovna želja je bila v čim večji možni meri povezati znanost in gospodarstvo.

Poleg tega je 12 let vodil tudi strokovno sekcijo elektronikov in mehatronikov pri OZS in 10 let Odbor za znanost in tehnologijo pri OZS. Bil je tudi ustanovitelj tega odbora. Štiri leta pa sem bil član Strokovnega Meroslovnega sveta Republike Slovenije.

Vsa ta leta se je zelo prizadeval, da bi čim več inovacij prišlo do izdelkov in storitev z visoko dodano vrednostjo. Podpiral je razvoj novodobnih poklicev in izobraževalnih programov. OZS je v vseh teh letih povezal z vsemi pomembnejšimi inštituti, fakultetami in univerzami. Resnično je skrbel, da so se nove in aktualne tehnologije približale tudi obrtnikom in podjetnikom. Bojimo se, da bodo po njegovem odhodu vse te aktivnosti na OZS zamrle.

Gospod Janez Škrlec pravi, da je prišel čas, ko je treba obrniti nov list. Usmeril se je v obetavna tehnološka področja v spodbujanje mladih na področju inovacij. Stvari bo skušal peljati za družbeno dobro še bolj intenzivno v okviru projekta MIZŠ – “Stičišča

znanosti in gospodarstva”. Njegov najnovejši projekt je bionski človek – lutka je že v tej fazi, da bo lahko kot izobraževalna in razvojna platforma vključen v izobraževalni program za inženirja bionike. Ta projekt se bo seveda razvijal naprej v okviru finančnih možnosti. Na sejmu MEDICAL v mesecu aprilu je kot prvi pri nas predstavil mikro, bio in nanogradnike zahtevnih bionskih sistemov in sodobnega podpornega tehnološkega sveta medicine, od vsadkov, mikro črpalk, mikrofluidnih sistemov, različnih senzorjev in aktuatorjev, bionske roke in noge ter drugih sistemov.

V tem času je gospod Janez Škrlec prejel številna nagrade in priznanja. Naj tu omenimo, po naši oceni najpomembnejše; to je Častna listina Inštituta Jožef Stefana, ki jo je prejel leta 2016.

Uredništvo revije Ventil gospodu Janezu Škrlecu čestita za zelo plodno opravljeno pot, za kakovostno in intenzivno sodelovanje z našo revijo in mu v bodoče želimo še veliko poslovnih, raziskovalno razvojnih in znanstvenih uspehov.

Prof. dr. Janez Tušek
Uredništvo revije Ventil



PODELITEV NAGRAD SLO VECTOR® 2018

Verjetno poznate nagrado **slo-manus**, ki jo podjetje HENNLICH, d. o. o., podeljuje za uporabo polimernih puš in vodil, ki so uporabljeni v izdelkih. Dogodek se organizira vsako drugo leto, lani je potekal že četrtrič zapored. Mednarodni natečaj vector organizira podjetje Igus iz Kölna, nagrade se podeljujejo na sejmu v Hannoveru.



Letos bomo v podjetju HENNLICH, d. o. o., prvič podelili lokalne nagrade SLO vector® za navdihujoče rešitve za oskrbo z energijo s sistemi energijskih verig in kablov, ki jih proizvaja podjetje IGUS iz Kölna. Mednarodna podelitev nagrad vector bo na sejmu v Hannoveru, lokalna podelitev pa bo 12. junija v hotelu NOX v Ljubljani.

Na mednarodnem natečaju se je skupno prijavilo 187 udeležencev iz 30 držav. Tokrat smo se zelo dobro odrezali tudi Slovenci, skupaj smo zbrali 11 prijav in smo na visokem 6 mestu med 30 državami. Glede na dober odziv letos pričakujemo, da bo tudi natečaj slo vector postal tradicionalen, tako kot slo manus, ki je bil lani organiziran že četrtrič.

Vrstni red	Št. prijav	Država	Prebivalci (milj.)	Koeficient (prijav/milj.)
1	24	Nemčija	83	0,289
2	22	Poljska	38	0,579
3	19	Indija	1330	0,014
4	18	Francija	67	0,269
5	12	ZDA	324	0,037
6	11	Slovenija	2	5,500
7	9	Kitajska	1380	0,007
7	9	Španija	46	0,196
7	9	Italija	61	0,148
10	8	Velika Britanija	66	0,121

Stojan Drobnič, HENNLICH, d. o. o.

SVETOVNI PRVAKI



Roboti MOTOMAN serije MA so podjetju Yaskava priborili prvo mesto na področju obločnega varjenja. Stavite na te robote. Navdušeni boste.

YASKAWA

YASKAWA Slovenija d.o.o. · T: +386 (0)1 83 72 410 · YSL-info@yaskawa.eu.com · www.yaskawa.eu.com

AAA®

Boniteta odličnosti
2016

A Eisnode Solution



EUROPEAN HPC SUMMIT WEEK 2018 IN PRACE_{DAYS} 18

Superračunalniška konferenca



Konferenca European HPC Summit Week 2018

bo združila glavne deležnike superračunalništva v Evropi. Podobno kot v prejšnjih letih bo konferenca ponudila pestro izbiro predavanj in delavnic z različnih aplikativnih področij, na katerih je ključna uporaba napredne superračunalniške tehnologije. Konferenca nudi odlično priložnost za povezovanje z vsemi pomembnimi deležniki v superračunalništvu, od dobaviteljev superračunalniških tehnologij in infrastruktur do znanstvenih in industrijskih uporabnikov superračunalništva v Evropi in širše.

PRACE_{DAYS}-18 je osrednji dogodek konference European HPC Summit Week 2018. Na konferenci se bodo srečali akademski strokovnjaki in strokovnjaki iz industrije, ki bodo predstavili svoj napredek na področju raziskav in razvoja, podprt s superračunalniško tehnologijo.

Letošnji organizator konference je *Laboratorij LE-CAD Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani*, kot slovenski predstavnik v evropskem superračunalniškem združenju PRACE.

Konferenca bo potekala med 28. majem in 1. junijem 2018 v prostorih *Pravne fakultete, UL v Ljubljani*.

Registracija znaša 60 € in je odprta do 7. maja 2018. Registrirate se lahko na povezavi: <http://www.eiseverywhere.com/europeanhpcsummitweek18>

Za več informacij obiščite spletno stran konferenec: <https://exdci.eu/events/european-hpc-summit-week-2018>

Mateja Maffi
UL, Fakulteta za strojništvo



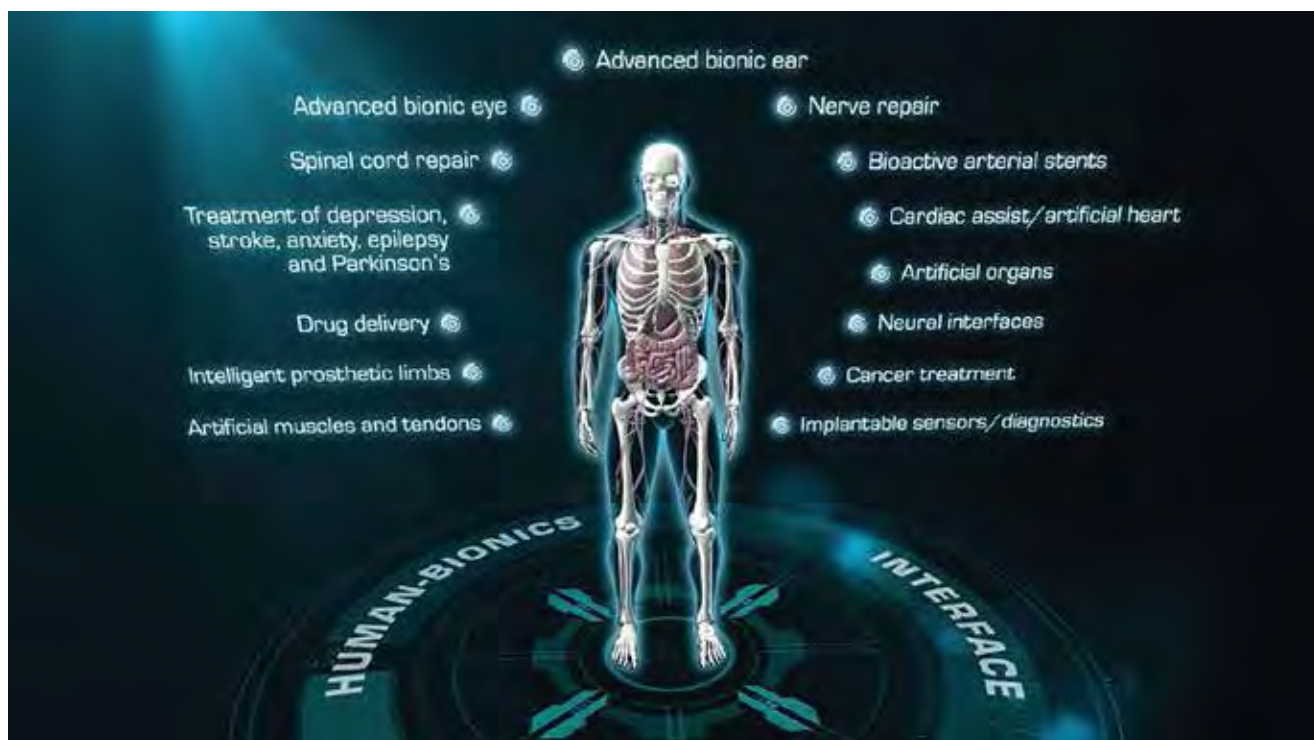
INŽENIRJI BIONIKE BODO ŽE ČEZ DESET LET ZELO ISKANI

Čeprav je bionika pri nas še precej v povojih in se je izobraževanje bodočih inženirjev bionike šele začelo, je veliko pokazateljev, da bo poklic tovrstnega inženirja izjemno zanimiv in dobro zaposljiv. Potrebovala ga bo industrija, še zlasti v okviru industrije 5.0, nadalje sodobna medicina s podpornim tehnološkim svetom, vse od dinamičnih vsadkov (IMD-jev) naprej do razvoja in proizvodnje bionskih ročnih in nožnih protez, tiskanja umetnih organov ter sofisticiranih ekosistemov. Inženirji bionike bodo svojo zaposlitev lahko našli tudi na področju energetike, pametnih tekstilij za avtomobilsko, vojaško in vesoljsko industrijo ter na številnih drugih področjih.

Bionika je interdisciplinarna veda

Bionika je veda, ki posnema naravo in išče rešitve v gradnji sistemov in naprav, ki so najbolj podobni rešitvam, ki jih ponuja narava. Posnemanje narave na način, ki ga poznamo pod pojmom bionika, se je začelo, ko so znanstveni laboratoriji začeli sistematično spremljati konstrukcijske rešitve narave in jih uvajati v tehnične procese. Danes poznamo teoretično, tehnično oziroma tehnološko in biološko bioniko. Strokovnjaki bionike bodo v prihodnosti iskani predvsem zato, ker bodo združevali znanja iz biologije, elektronike in številnih drugih tehničnih ved. Eden od pomembnih ciljev bionike je: izdelati čim več po uporabi razgradljivih izdelkov, ki bi se vrnili nazaj v naravni proces kroženja snovi. V

teh procesih pa naj bi se privarčevalo tudi pri porabi energije in ohranjanju naravnega okolja. Številni se bodo ob prispevku mogoče vprašali, zakaj bionika ni že danes bolj prisotna? Vzrok je lahko v tem, da se tehnika razvija bolj zase in strokovnjaki različnih tehničnih ved največkrat niso pomislili, da bi se lahko zgledovali po naravi. Bionika je interdisciplinarna veda, ki se sistematično ukvarja s tehnično uporabo konstrukcij in procesov po zgledu narave ter biologijo povezuje z različnimi področji tehnike, matematike, fizike, elektronike, mehatronike, biomehatronike, arhitekture in ekonomije. Za celovitejše dojetje bionike je treba poudariti, da se ta veda ukvarja tudi z inteligentno protetiko in vsadki ter z drugimi za človeštvo pomembnimi področji.



Izobraževanje bo moralo slediti predvsem potrebam industrije, gospodarstva, medicine in drugih področij

Trenutno za poklic inženirja bionike izobražujejo na višji in visoki strokovni šoli na Ptuju. Pričakovati je, da se bo izobraževanje kmalu razširilo po celotni vertikali. Se pa že danes pojavljajo pobude, da bi se v Sloveniji ustanovil tehnološki center za različna področja bionike. Inženirji bionike si bodo morali pridobiti uporabna znanja na področjih inteligentne protetike, mikrofluidnih sistemov, biosenzorjev, bi-onanosenzorjev, MEMS, BioMEMS, NEMS, MOEMS in drugih tehnologij, še zlasti pa na področju novih pametnih materialov in nanotehnologije. Med pomembne tehnologije štejemo tudi laboratorije in reaktorje na čipu in celo organe na čipu, predvsem za učinkovito medicinsko diagnostiko, za potrebe farmacije in za posebne aplikacije v avtomobilski industriji in na drugih področjih. Potrebe na podro-

čju bionike smo tudi mi že pred leti identificirali v okviru organizacije strokovnih dogodkov – nanotehnoloških dnevov. Te dogodke smo več kot 10 let organizirali v okviru OZS v povezavi s fakultetami in razvojnoraziskovalnimi inštituti. S strokovnimi dogodki smo oblikovali povezljivost bionike z biomimetiko, nanotehnologijo, pametnimi materiali, energetiko, medicino in industrijo. Pomen razvoja bionike in izobraževanja na tem področju pa so nam potrdili tudi dogodki Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport v okviru tako imenovanega Stičišča znanosti in gospodarstva. Slovenija si torej mora pravočasno izobraziti potreben in zaposljiv kader, diplomanti pa si v času študija pridobiti potrebne kompetence in naravnost v svet inovacij in njihovih implementacij v industrijo in gospodarstvo.

Janez Škrlec, inž.,
Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Polskava,
član Sveta za znanost in tehnologijo RS

Za uspešno delo s strojem, njegovo vzdrževanje in varno uporabo, kot tudi za razumevanje posebnosti v delovanju ter za prepoznavanje napak in nevarnosti..., so potrebna specialna znanja. Ta z leti zbledijo, ali pa jih je šele potrebno pridobiti. Nenehno izobraževanje je danes nuj!

Komu so tečaji namenjeni?

Tečaji so namenjeni strokovnemu in vodstvenemu kadru, serviserjem in monterjem naprav z vgrajeno hidravlično in pnevmatično opremo ter krmiljem... oz. vsem, ki se pri svojem delu srečujejo s tovrstnimi napravami in tovrstno tehniko.

Tečaji so zasnovani tako, da v okviru osnovnega tečaja spoznamo osnove, ki jih nato v okviru nadaljevalnega tečaja nadgradimo ali razširimo z drugimi tematskimi tečaji.

Način podajanja znanja in oprema

Vsak tečaj sestoji iz teoretičnega in praktičnega dela, pri čemer pomen teoretičnih osnov podkrepimo s kratkimi izračuni in v nadaljevanju še z obsežnim praktičnim delom. Slednje izvajamo na realni industrijski opremi in ob realnih obratovalnih pogojih. Izvedba tečaja je prijazna udeležencu in naravnana na čim bolj učinkovito pridobivanje znanja.



IZOBRAŽUJEMO ZA INDUSTRIJO

Hidravlika
Pnevmatika
Uvod v tribologijo in maziva
Nega maziv
Uvod v avtomatizacijo

FS

Fakulteta za strojništvo

Znanje z leti zbledi, ga enostavno ni
ali pa se pojavijo potrebe po novih znanjih.

Obnovite ali pridobite ga!

Več informacij o tečajih najdete na:

e-mail: laoh@um.si

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

Tel.: (02) 220 7611

3D-TISKANJE V PREHRAMBNI INDUSTRIJI

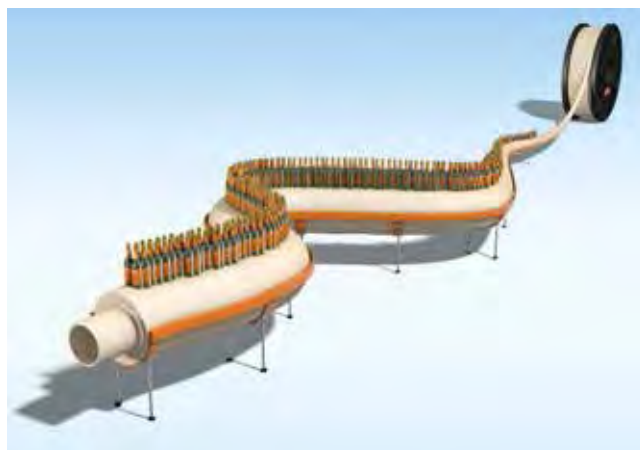
3D-printer žica iglidur® I150, ki ne potrebuje mazanja in vzdrževanja, je potrjena v skladu s predpisi EU 10/2011 za uporabo v prehrambni industriji. S certificiranjem tega tribopolimera, ki je vsestransko uporaben, lahko uporabniki zdaj tiskajo svoje izdelke, ki lahko pridejo v neposreden stik s hrano ali kozmetiko v mobilnih aplikacijah po primer- ni cenah. Žica ne potrebuje nobenega mazanja niti vzdrževanja, stopnja krčenja pa je zelo majhna, zato se lahko uporablja tudi v 3D-tiskalnikih, ki nimajo ogrevane tiskarske plošče. Pri tiskanju brez ogrevane tiskarske plošče je priporočljivo, da se za podlago uporablja Igusova folija, ki zagotovi dober oprijem.

Material iglidur® I150 lahko obdelamo na kateremkoli 3D-tiskalniku, pri katerem temperatura šobe lahko doseže 250 °C.

Material žice je izjemno odporen proti površinski obrabi do hitrosti 0,2 m/s. V Igusovih testnih laboratorijih je iglidur® I150 pokazal veliko večjo odpornost proti obrabi v primerjavi z običajnimi materiali za 3D-tiskanje po številnih različnih parametrih.

Poleg iglidur® I150 ima podjetje Iguš še pet drugih iglidur® TRIBO-žic, ki ne potrebujejo mazanja ali vzdrževanja. Njihovo področje uporabe je zelo široko. Uporabne so na primer tam, kjer sta potrebni stalna obremenitev ali kemična odpornost. Skupno vsem je, da so izjemno odporne na obrabo, tudi do 50-krat bolj kot standardni materiali za 3D-tiskanje.

3D-tiskanje z Igusovo TRIBO-žico je dobra izbira, še posebej v proizvodnji kompleksnih premičnih izdelkov, posebej zahtevnih, ki se veliko obrabijo, v majhnih serijah ali za posebne zahteve. Za uporabnike, ki nimajo 3D-tiskalnika, Iguš ponuja 3D-tiskanje rezervnih delov, izdelanih iz iglidur® TRIBO-žice



in lastnega lasersko sintranega materiala iglidur® I3. Kupci lahko vnesejo svoje podatke, izberejo material, izračunajo cene in naročijo svoje osebne potrošne dele neposredno na spletu.

Več na: www.igus.eu/tribofilament

Stojan Drobnič, HENNLICH, d. o. o., Kranj

TELESKOPSKA VODILA

svetovno priznanega proizvajalca
Thomas Regout International B.V.



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

- nosilnosti > 300 kg
- dolžine od 300 do 1.500 mm vedno na zalogi
- za premike v horizontalni, vertikalni in diagonalni smeri
- izvlek do 180 %



HENNLICH

Pokličite nas:

041 386 056



www.hennlich.si



STÄUBLI: Povezovalne rešitve za stroge zahteve farmacevtskega sektorja

Oprema v sektorju farmacevtskih izdelkov, biotehnologije in kozmetike zahteva izjemno varne povezave plinskih in fluidnih krogotokov, ki združujejo kompaktno velikost, učinkovitost, tesnost in higieno. Stäubli s svojim strokovnim znanjem, ki vključuje temeljito poznavanje materialov in površinskih obdelav, nudi posebne priključne rešitve, prilagojene strogim zahtevam tega okolja.

Higiena in varnost v središču namestitve

Tveganje onesnaženja zaradi zunanjih vplivov predstavlja pomembno skrb v farmacevtskih okoljih. Stäublijeve rešitve za spajanje so zasnovane tako, da zagotavljajo tesnost in neoporečnost fluida tudi po več prikljopih in odklopih na različnih vrstah opreme, hkrati pa so enostavne za rokovanje in čiščenje. Ta serija hitrih spojk zagotavlja tudi optimalno zanesljivost in varnost zaradi Stäublijevega mehanskega varnostnega sistema, ki uporablja različne oblike in barvne kode, ki preprečujejo napačne povezave.

Številne aplikacije

Testiranje integritete filtra, kontrola temperature posode, nakladanje / razkladanje procesne opreme, dobava plina in tekočine v laboratorijske klopi in opremo ... so vse aplikacije, ki zahtevajo visoko raven varnosti in zanesljivosti. Uporaba Stäublijevih namenskih rešitev za povezavo omogoča varno ravnanje s plini in tekočinami ter neprekinjeno tesnenje med povezovanjem in odklopom za vse vaše procesne in neprocesne aplikacije. Stäubli „flat-face“ tehnologija za preprečevanje onesnaževanja zagotavlja brezkaplično tesnenje in popolno varnost farmacevtske opreme.

FAST MOVING TECHNOLOGY

Stäubli Systems s.r.o. Ljubljana Branch
Tel.: +386 8205 01 05 - Mail: d.kikelj@staubli.com - www.staubli.com

STÄUBLI
Ventil 2 / 2018 • Letnik 24

UPORABA DODAJALNIH SLOJEVITIH TEHNOLOGIJ – HIDRAVLIČNI VENTILI

Anže Čelik

Izveček:

Postopek (hitre) izdelave tridimenzionalnih objektov na osnovi dodajalnih slojevitih tehnologij je vse bolj uveljavljen način, kako iz virtualnega preiti v realno. Aditivne oz. dodajalne slojevite tehnologije s pridom izkoriščamo tudi v podjetju Poclain Hydraulics (tako za potrebe vizualne komunikacije s kupci kakor tudi za vrednotenje funkcionalnosti prototipa). Pri tem ne gre le za precejšnjo pohitritev proizvodnega procesa (in s tem tudi skrajšanje časa lansiranja izdelka na tržišče), ampak se bistveno skrajša tudi razvojni cikel izdelka. Slednje gre predvsem na račun uporabe naprednih numeričnih optimizacijskih orodij, ki gredo z roko v roki s prej omenjeno tehnologijo hitre izdelave.

Prispevek prikazuje primere uporabe dodajalne slojevite tehnologije v podjetju Poclain Hydraulics. Na primeru večfunkcijskega ohišja hidravličnega ventila sta bolj podrobno prikazana potek topološke optimizacije omenjenega ohišja in prihranek materiala glede na začetno obliko.

Dodajalne slojevite tehnologije omogočajo izjemno široko paleto možnosti uporabe. Izbira ustrezne tehnologije je odvisna predvsem od kupčevih zahtev in želja po končnem izdelku. Z ozirom na dosedanji razvoj dodajalnih tehnologij pa gre tej panogi upravičeno pripisati trend enega izmed najhitreje rastočih trgov današnjega časa.

Ključne besede:

slojevite tehnologije, 3D-tisk, topološka optimizacija, simulacije

1 Uvod

Aditivne oz. dodajalne slojevite tehnologije zadnje desetletje beležijo izjemno rast (in posledično tudi popularnost). Po nekaterih virih ([1], [2]) bo do leta 2020 tržišče aditivnih tehnologij preseglo vrednost 12 milijard dolarjev. Brez dvoma gre torej za izjemen potencial omenjene tehnologije, ki jo s pridom izkoriščamo tudi v podjetju Poclain Hydraulics. Ne le, da gre za precejšnjo pohitritev proizvodnega procesa (in s tem tudi skrajšanje časa lansiranja na tržišče), tudi razvojni cikel izdelka se lahko bistveno skrajša. Slednje gre predvsem na račun uporabe naprednih numeričnih optimizacijskih orodij.

Organizacija ASTM (standard ASTM F2792-10) loči 7 kategorij aditivne proizvodnje [3], od katerih v podjetju Poclain Hydraulics uporabljamo tehnologijo ekstrudiranja materiala (FDM), tehnologijo kapljičnega nanašanja (PolyJet) ter tehnologijo spajanja praškastega materiala (SLS in DMLS).

Uporaba tehnologije aditivne proizvodnje (imenovala se tudi 3D-tisk) v podjetju sledi logičnemu razvoju te tehnologije. Pričetek se nanaša na tisk

objektov iz termoplastov oz. t. i. plastike; ta tehnologija se še danes uporablja za potrebe prototipov, katerih namen je vizualna predstavitev izdelka kupcu (*slika 1, slika 2, slika 3*).



Slika 1 : Zavorna stopalka s podnožjem (tehnologija FDM, okvirne dimenzije zavornega mehanizma: 238 x 282 x 206 mm)

Mag. **Anže Čelik**, univ. dipl. inž., Poclain Hydraulics, d. o. o., Žiri



Slika 2 : Ohišja ventilov (tehnologija: levo SLS, desno DMLS, okvirne dimenzije ohišja ventila: 114 x 110 x 50 mm)



Slika 3 : Sestav ventila (tehnologija ohišja: FDM, okvirne dimenzije ohišja ventila: 45 x 78 x 49 mm)



Slika 4 : Praktični preizkus karakteristik prototipa (tehnologija FDM)

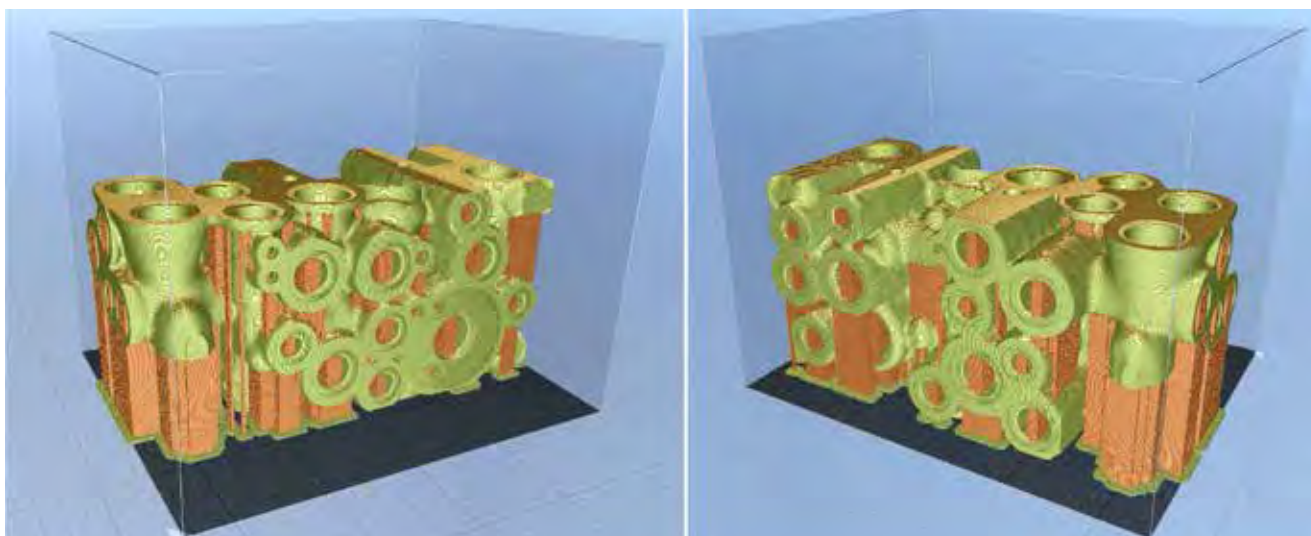
Termoplasti imajo tudi tehnično vrednost, saj je mogoče izdelke (tj. ventile), narejene po tehnologiji aditivne proizvodnje, v fazi razvoja uporabiti tudi za vrednotenje osnovnih karakteristik. *Slika 4* prikazuje karakteristični test potnega ventila nove generacije, s čimer so bile vrednotene tlačne izgube pri določenem položaju bata. Ugotovljeno je bilo, da je prototip, narejen po tehnologiji ekstrudiranja materiala (FDM), popolnoma reprezentativen glede osnovnih karakteristik. Maksimalni tlak, dosežen med preizkusom, pa je znašal nekaj manj kot 120 barov (kar je več kot dovolj za izvedbo osnovne karakterizacije ventila).

2 Uporaba aditivne tehnologije

Uporaba aditivnih tehnologij zahteva celovito spremembo materialne poti izdelka – od samega snovanja oz. razvoja izdelka do njegove izdelave, pa tudi logistike surovin. Le na ta način je mogoče v polnosti izkoristiti vse prednosti, ki jih nudi omenjena tehnologija. Posledično lahko znatno skrajšamo tako razvojni kot tudi proizvodni cikel. Nekateri izmed številnih razlogov temu v prid so:

- ▶ uporaba naprednih optimizacijskih orodij, ki optimizirajo potrebno količino materiala na izdelku → manjša masa izdelka ob enaki/izboljšani togosti,
- ▶ opustitev izdelave detajlnih delavniških risb,
- ▶ opustitev izdelave livarskih orodij,
- ▶ hitra proizvodnja/dobava (pol)izdelka in
- ▶ minimizacija naknadne strojne obdelave (če je ta sploh potrebna).

Velja pa omeniti tudi nekatere (trenutne) pomanjkljivosti dodatnih tehnologij, med katerimi (pri uporabi kovinskega praškastega materiala) izstopajo predvsem:



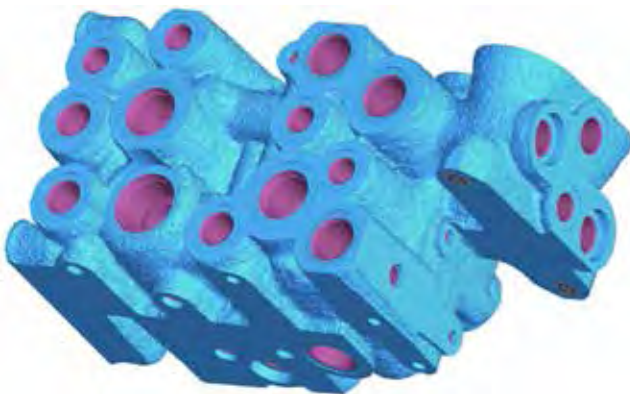
Slika 5 : Primer prikaza začasnih podpornih struktur (oranžno področje)

- ▶ naknadno ročno odstranjevanje začasnih podpornih struktur (v določenih primerih teh podpor sploh ni možno odstraniti, *slika 5*),
- ▶ trdota spojenega materiala (naknadna strojna obdelava s konvencionalnimi orodji je mogoča le pri nekaterih materialih) in
- ▶ cena (stroja/surovine/storitve).

Na tem mestu moramo omeniti, da je mogoče s pravilno optimizacijo geometrije izdelka znatno vplivati na količino začasnih podpornih struktur, tehnologija tiska in tudi materialov pa skokovito napredujeta. Posledično bodo številne (današnje) omejitve odpravljene ali pa vsaj minimizirane.

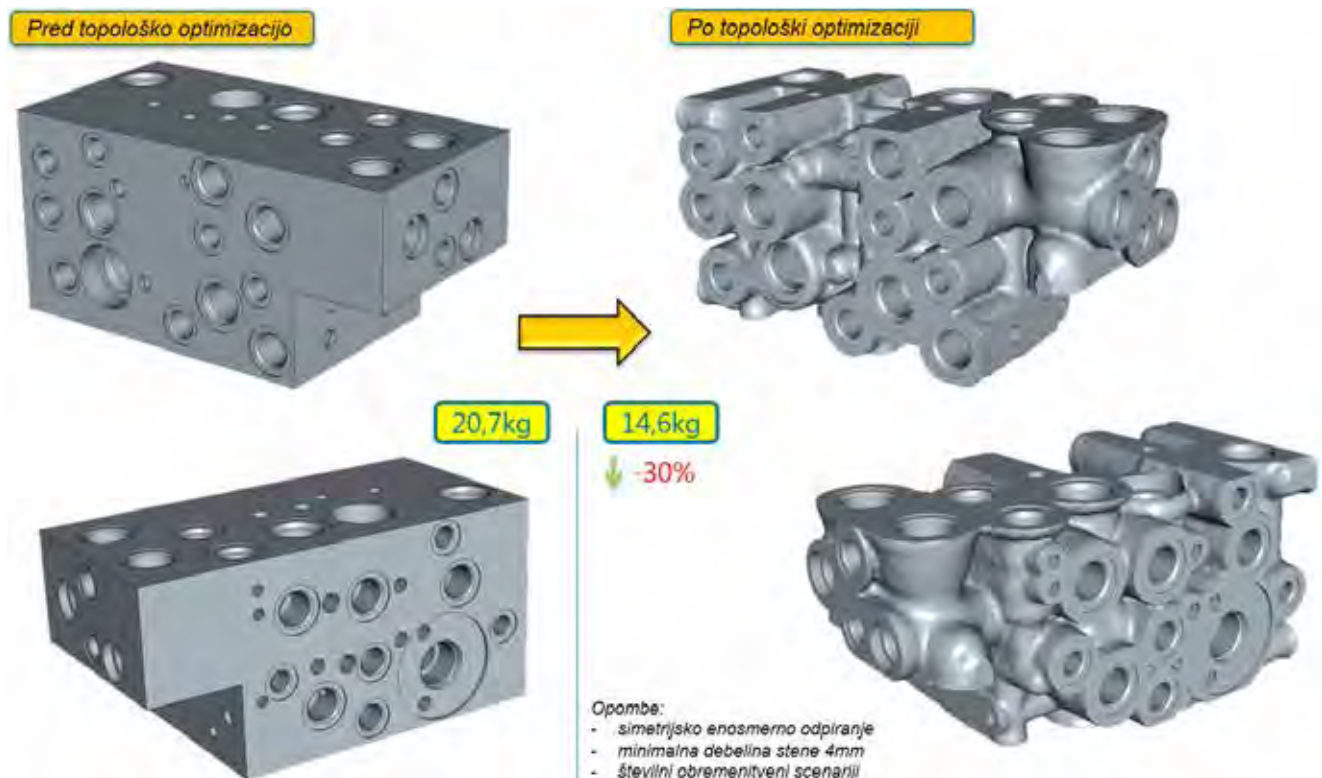
Uporaba aditivne proizvodnje na izdelku se odraža že v fazi razvoja oz. koncipiranja izdelka. Konstrukterju so ob uporabi omenjene tehnologije odprte številne nove možnosti oblikovanja izdelka, ki jih sicer (tj. s konvencionalnimi proizvodnimi postopki) ni mogoče uporabiti. Močno podporo pri konstruiranju izdelka nudijo numerična simulacijska orodja, od katerih izstopajo predvsem napredna orodja za optimizacijo geometrije (neparametrične in parametrične optimizacije). V podjetju Poclair Hydraulics uporabljamo orodje za topološko (tj. neparametrično) optimizacijo, katerega razvoj je plod slovenskega znanja (podjetje CAESS, d. o. o. in njihov produkt ProTop [7])!

2.1 Optimizacija topologije izdelka

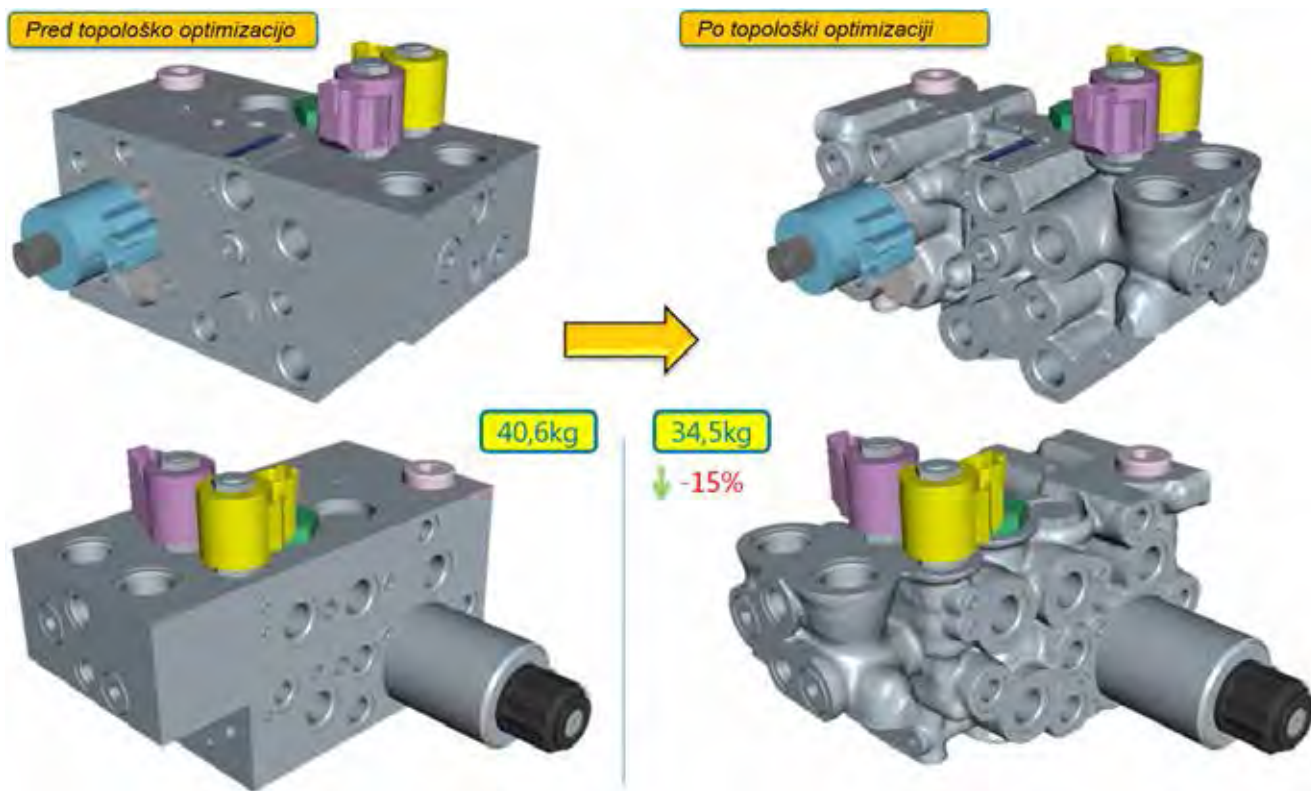


Slika 6 : Topološko optimiziran model ohišja ventila

Optimizacija topologije v prvi fazi zajema definicijo domene (tj. uporabnega volumna), znotraj katere lahko matematični algoritem iterativno optimizira materialno funkcijo (npr. gostoto materiala oz. elastični modul) tako, da minimizira ali maksimira ciljno funkcijo in zadosti predpisanim omejitvam. Ciljna funkcija je npr. deformacijska energija, lastna frekvenca idr. Minimum deformacijske energije posledično pomeni maksimalno togost (avtomatična posledica pa so minimalne in enakomerno porazdeljene napetosti) ob predpisanih pogojih in ob upoštevanju predpisanega ciljnega volumna. Optimizaciji so lahko dodane tudi tehnološke zahteve glede litja (npr. smer odpiranja, livarski koti



Slika 7 : Prikaz ohišja ventila pred topološko optimizacijo in po njej



Slika 8 : Prikaz sestava pred topološko optimizacijo in po njej

...), simetrijski pogoji, pogoji debeline stene, pogoji cikličnosti idr.

Rezultat topološke optimizacije je izdelek, ki ima pri danih pogojih maksimalno togost ali maksimalno prvo lastno frekvenco. Optimizirane (tj. rezane) površine pa so območja brez koncentracij napetosti. Tako dobljeni neparametrični model je nadalje mogoče uporabiti:

- ▶ kot osnovo za izdelavo parametričnega modela,
- ▶ neposredno kot objekt za 3D-tisk.

Če se digitalno optimiziran izdelek neposredno izdelava po postopku dodajalnih tehnologij, je kvaliteta (rezanih) površin bistvenega pomena. Slednje praviloma pomeni, da mora biti numerični model zgrajen iz velikega števila končnih elementov (slika 6) in da je potrebno naknadno izvesti fino glajenje površin.

Zaradi edinstvenih zmožnosti programa ProTOP glajenje površin in delo na več milijonov (ali celo več deset milijonov) končnih elementov potekata v realnem času in brez večjih težav tudi na običajni delovni postaji. Slika 6 prikazuje situacijo pred glajenjem površin, uporabljenih pa je več kot 13 milijonov končnih elementov.

Slika 7 prikazuje model ohišja ventila pred izvedeno topološko optimizacijo in po njej (prikazani so različni pogledi na model). Prihranek na masi v danem primeru znaša približno 30 %. Kar pa je še bolj

pomembno poudariti, je dejstvo, da optimizirane površine ne vsebujejo koncentracij napetosti (ki bi sicer lahko bile prisotne pri ročnem optimiziranju topologije).

Prihranek na masi z vidika celotnega sestava v danem primeru znaša približno 15 %. Situacijo prikazuje slika 8. Prihranek na masi pa se posledično odraža tudi pri nižjem ogljičnem odtisu končnega uporabnika (npr. na delovnem stroju).



Slika 9 : Prikaz faze aditivne proizvodnje (okvirne dimenzije ventila: 143 x 124 x 55 mm)

2.2 Aditivna proizvodnja

Kot je bilo že omenjeno, se topološko optimiziran izdelek lahko neposredno uporabi za 3D-tisk ali pa se uporabi kot osnova za izdelavo parametričnega modela. V obeh primerih pa se objekt tik pred samim tiskom razdeli (razreže) na tanke sloje, in sicer v za to namensko izdelanih programskih orodjih (angl. slicer). Izdelava objekta poteka sloj po sloju z dodajanjem materiala (od tu ime dodajalne slojevite tehnologije). Sloji pa so medsebojno spojeni na atomskem (SLM), molekulskem (DMLS, SLS) ali pa na makro nivoju (FDM).

Slika 9 prikazuje postopek aditivne proizvodnje enega izmed izdelkov podjetja Poclain Hydraulics. Ta postopek je v celotnem procesu izdelave končnega izdelka eden od ključnih. Izdelano ohišje je plod uspešnega sodelovanja s strokovnjaki iz podjetja MARSİ iz Brežic [8].

Kot je bilo že omenjeno, je ena izmed manj zaželenih lastnosti uporabe aditivne tehnologije predvsem trdota spojenega kovinskega materiala. Obdelava s konvencionalnimi rezilnimi orodji (ki so sicer namenjena obdelavi običajnih, tj. nizko trdnostnih konstrukcijskih materialov) namreč zahteva daljše čase, večjo obrabo in posledično krajšo življenjsko dobo rezil. Omenjeno situacijo bi lahko delno odpravili z uporabo namenskih rezil za visoko trdnostne materiale ter z optimizacijo procesnih parametrov na CNC-strojih.

Slika 10 prikazuje fazo strojne obdelave ohišja, narejenega po postopku dodajalnih tehnologij (DMLS). Pri uporabljenem materialu (martenzitno jeklo) je opaziti precejšnje kopičenje odrezkov na rezilnem orodju med postopki vrtanja. Neželena lastnost odrezkov pa je tudi njihovo »lepljenje« na rezilno orodje (slika 11), kar podaljšuje proces strojne obdelave.

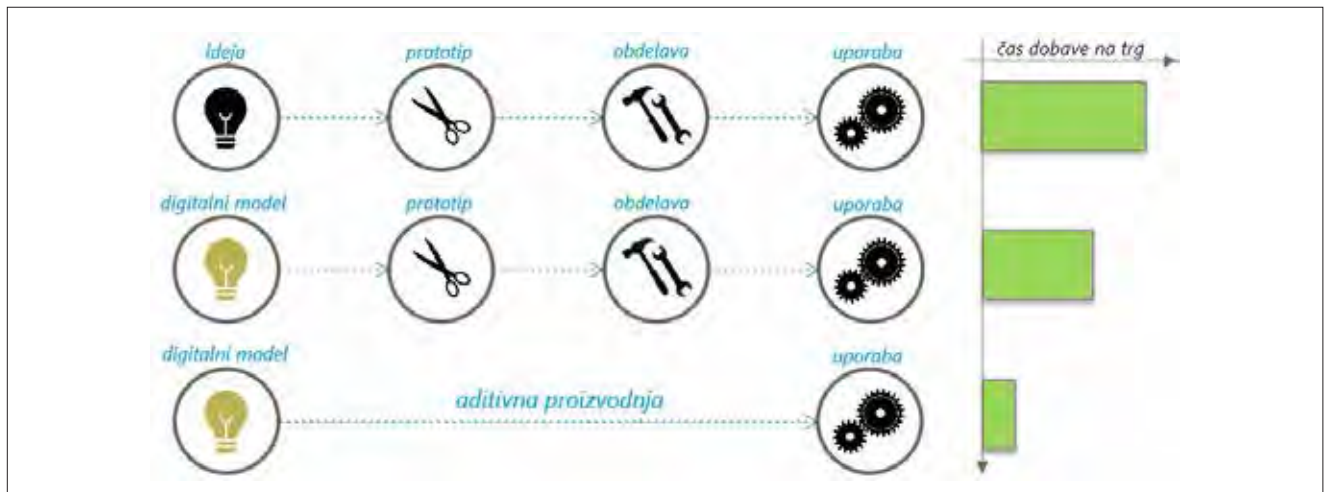


Slika 10 : Prikaz faze strojne obdelave tiskanega kovinskega ohišja



Slika 11 : Lepljenje odrezkov na rezilno orodje

Ne glede na zgoraj omenjene »slabosti« pa se z uporabo aditivnih tehnologij lahko bistveno skrajša čas lansiranja produkta na tržišče. Slika 12 prikazuje primerjavo med tremi različnimi pristopi h konstruk-



Slika 12 : Prednost uporabe aditivne proizvodnje

iranju izdelka. Prvotni »analogni« pristop preko iterativnih zank običajno traja več let. Z digitalizacijo v fazi razvoja se čas dobave izdelka na tržišče lahko bistveno skrajša. Z digitalizacijo celotnega procesa (razvoj, proizvodnja) pa se ta čas lahko dodatno skrajša na vsega nekaj tednov/mesecev.

3 Sklep

Smo v (digitalni) dobi, ko se nove oblike in metode razvoja, izdelave in logistike izdelka spreminjajo tako rekoč z danes na jutri. Na vidiku je industrija 5.0, pri kateri bosta človek in pametni sistemi ter naprave bolj z roko v roki (kar je naslednji korak glede na industrijo 4.0, kjer je pametna tehnologija postavljena v ospredje proizvodnje [6]). Eno izmed glavnih gonil razvoja vseh novodobnih industrijskih revolucij pa je predvsem potreba končnih uporabnikov oz. potrošnikov po (personalni) individualizaciji izdelkov.

Glede na današnje trende razvoja aditivnih tehnologij (tj. procesov izdelave in materialov) gre vsekakor pričakovati, da se bo ta še dodatno poenostavila, pohitrila in pocenila ter posledično globalno razširila tako na področje industrijskih kot tudi zasebnih oz. »gospodinskih« aplikacij (takšen primer razvoja/razširitve tehnologije je dobro poznan na področju 3D-tiska termoplastov).

Kljub vsem oblikam tehnoloških izboljšav pa bo človek še vedno igral prvenstveno vlogo – zlasti pri razvoju »digitalne inteligence« kot tudi pri soupravljanju digitalno podprtih sistemov.

Literatura

- [1] <https://www.slideshare.net/Funk98/additive-manufacturing-3d-printing-55145067>; nazadnje obiskano 9. 3. 2018.
- [2] <https://www.statista.com/statistics/284863/additive-manufacturing-projected-global-market-size/>; nazadnje obiskano 9. 3. 2018.
- [3] https://www.additivemanufacturing.media/cdn/cms/7_families_print_version.pdf; nazadnje obiskano 12. 3. 2018.
- [4] <https://www.ntf.uni-lj.si/igt/wp-content/uploads/sites/8/2017/10/3D-Tisk-Dodajalne-tehnologije.pdf>; nazadnje obiskano 12. 3. 2018.
- [5] <https://www.additively.com/en/learn-about/3d-printing-technologies>; nazadnje obiskano 12. 3. 2018.
- [6] <https://tovarna.finance.si/8864877>; nazadnje obiskano 15. 3. 2018.
- [7] <http://www.caess.eu>; nazadnje obiskano 29. 3. 2018.
- [8] <http://www.marsi.at/3d-tiskanje-kovin>; nazadnje obiskano 29. 3. 2018.



MARSI, Mario Sinko s.p.
Prešernova cesta 6
SI-8250 Brežice
Slovenija

+386 08 205 86 93
info@marsi.at
www.marsi.at



The usage of additive layered technologies – hydraulic valves

Abstract:

The rapid manufacturing process (of three-dimensional objects) that is based on additive layered technologies, becomes more and more established way of transforming digital models to end products. Additive layered technologies are more and more used in Poclairn Hydraulics (for visualization purposes on customer side as well as for evaluation of prototype functionality). The main advantages using such technologies are not only to speed up manufacturing process (and consequently also time to market) but also to speed up development cycle. The latter is mainly due to the usage of advanced numerical optimization tools that go hand in hand with previously mentioned technology.

The paper presents examples of using additive manufacturing process within the Poclairn Hydraulics. A topology optimization of multifunction valve housing as well as corresponding weight saving on the bulk material with respect to the initial shape are presented more in details.

Additive layered technologies enable extremely wide range of applications. Choosing the right technology depends primarily on customer's requirements and his wishes regarding final product. Based on the recent development of additive technologies, this industry could be attributed to be one of the fastest growing market today.

Keywords:

additive manufacturing, 3D print, topology optimization, simulations

REKONFIGURABILNA IN MODULARNA ROBOTSKA CELICA ZA MALOSERIJSKO PROIZVODNJO

Martin Bem, Timotej Gašpar, Igor Kovač, Aleš Ude

Izvleček:

Uporaba robotov v maloserijski proizvodnji je težavna, saj je menjava serije izdelkov drag, časovno zamuden proces. Roboti se zato najpogosteje uporabljajo v velikoserijski proizvodnji, kjer dalj časa opravljajo iste naloge. Da bi omogočili robotizacijo maloserijske proizvodnje, ki je značilna za majhna in srednje velika podjetja (SME), je bila v sklopu evropskega projekta ReconCell razvita rekonfigurabilna robotska celica. Ta omogoča učinkovito avtomatizacijo izdelave majhnih serij raznolikih izdelkov. V članku so opisani mehanski in programski gradniki, ki omogočajo prilagajanje celice spreminjajoči se proizvodnji. Članek obravnava tudi rezultate validacije rekonfigurabilne celice na industrijskih primerih.

Ključne besede:

robotska montaža, rekonfiguracija, modularnost, fleksibilno vpenjalo

1 Uvod

Roboti se najpogosteje uporabljajo v velikoserijski proizvodnji z majhno raznolikostjo produktov. Glavni razlog za to je drag in zamuden proces menjave serije izdelkov. Klasični pristopi robotske proizvodnje zato za proizvodnjo raznolikih izdelkov niso primerni.

Ob tem je potrebno poudariti, da je robot sam izredno prilagodljiv. V primeru sprememb lahko tako robota s programiranjem naučimo nove naloge (znotraj njegovega delovnega prostora) brez potrebe po mehanskih spremembah. Vendar pa je programiranje robota proces, ki zahteva izobražen kader in je pogosto časovno potraten. V praksi bi bilo zelo neučinkovito izdelati program robota za serijo izdelkov, veliko nekaj deset kosov.

Periferni moduli robotske celice so v primerjavi z robotom slabše prilagodljivi. Pogosto so zasnovani za izdelavo enega samega produkta in jih je ob menjavi serije potrebno fizično zamenjati. Primeri takih elementov so vpenjalne priprave. Te so za proizvodno nalogo pogosto popolnoma specifične. Dodajanje novih funkcionalnosti v robotsko celico (npr. vijačenje, vtiskovanje, strojni vid ipd.) je pogosto težavno.

Da bi omilili vpliv zgoraj navedenih omejitev, je v sklopu projekta ReconCell nastala robotska celica naslednje generacije, prikazana na *sliki 1*. Ta uporablja fleksibilne in rekonfigurabilne pristope, s katerimi minimizira kompleksnost, stroške in čas, povezan z menjavo serije produktov.

Martin Bem, Timotej Gašpar, mag. inž. el., doc. dr.
Igor Kovač, univ. dipl. inž., prof. dr. Aleš Ude, univ.
dipl. inž., vsi Institut »Jožef Stefan«

Članek je sestavljen iz petih poglavij. Drugo poglavje opisuje inovativne mehanske elemente, uporabljene v rekonfigurabilni celici, tretje poglavje programske pristope, ki poenostavljajo programiranje robotov, četrto poglavje pa metode validacije inovativnih konceptov, predstavljenih v drugem in tretjem poglavju. Zaključki so predstavljeni v petem poglavju.

2 Rekonfigurabilna strojna oprema

Robotsko celico projekta ReconCell sestavljata dva robota UR10, pritrjena na rekonfigurabilno ogrodje. Ogrodje je opremljeno s konektorji Plug and Produce (PnP), na katere je mogoče priključiti periferne module. Ti dajejo celici funkcionalnosti, potrebne za izvršitev specifične proizvodne naloge.

V celici ločimo dva mehanizma rekonfiguracije. Prvi je v celoti avtonomen in zato najhitrejši. Gre za t. i. robotsko podprto rekonfiguracijo, pri kateri robot izvede prilagoditev mehanskih elementov [1]. Elementa celice, ki uporabljata tovrstno rekonfiguracijo, sta rekonfigurabilno vpenjalo in pasivna linearna stopnja.

Drugi je mehanizem, ki uporablja konektorje Plug and produce, s katerimi je mogoče v celico dodajati periferne elemente. Ti dajejo celici funkcionalnosti, potrebne za uspešno izvršitev proizvodne naloge. Dodajamo jih ročno, zato je ta rekonfiguracija nekoliko počasnejša. Razvite rešitve, ki omogočajo omenjena mehanizma rekonfiguracije robotske celice, so podrobneje opisane v nadaljevanju poglavja.



Slika 1 : Rekonfigurabilna robotska celica

2.1 Rekonfigurabilno vpenjalo

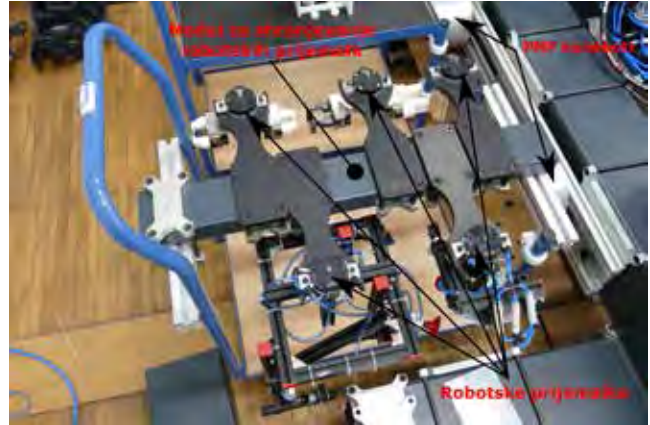
Rekonfigurabilno vpenjalo je del robotske celice, ki natančno pozicionira in fiksira obdelovanec med izvajanjem robotskih operacij. Običajno so vpenjalne priprave zasnovane zgolj za en tip obdelovanca. V primeru menjave serije je potrebno vpenjalne priprave na novo zasnovati, izdelati in namestiti. Ta proces je drag, časovno zamuden in potrebuje kvalificirano delovno silo.

Da bi proces menjave serij pohitrili, je v robotski celici uporabljena inovativna fleksibilna vpenjalna priprava. Ta temelji na pasivni Stewartovi platformi (hexapodu) in je produkt obsežnih predhodnih raziskav [3, 4]. V projektu je nastalo tudi odcepljeno podjetje, odgovorno za komercializacijo omenjene tehnologije [4].

Stewartov mehanizem, ki omogoča rekonfiguracijo vpenjala, je sestavljen iz dveh plošč, povezanih s šestimi pasivnimi cilindričnimi vezmi. Spodnja plošča mehanizma je togo pritrjena na ogrodje celice, zgornja pa ima (v odklenjenem stanju) šest prostostnih stopenj. Vsaka od šestih cilindričnih vezi je opremljena z hidromehansko zavoro, ki mehanizem zaklene. Paralelna narava mehanizma omogoča odlično togost v zaklenjenem stanju [2]. Rekonfiguracijo je mogoče izvesti ročno ali s pomočjo zunanjega mehanizma, npr. robota.

2.2 Tehnologija Plug and produce (PnP)

Plug and Produce je skovanka, ki temelji na izrazu Plug and Play. Ta na področju računalništva implicira enostavno priključitev perifernih naprav (npr. tiskalnika). V primeru PnP gre za način dodajanja perifernih modulov robotske celice, ki so specifični za določeno proizvodno nalogo. Ključna omogočitelna tehnologija je v projektu razvit PnP-konektor, ki je sestavljen iz dveh delov, od katerih je eden pritrjen na ogrodje celice, drugi pa na periferni modul.



Slika 2 : PnP-modul za shranjevanje robotskih prijemalk

Konektor omogoča ponovljivo mehansko sklopitev z ogrodjem in prenos podatkov (Ethernet), napajanja ter pnevmatike. Skladno s filozofijo interneta stvari (IoT) so moduli samostojni, saj vsebujejo krmilne in aktuacijske elemente, potrebne za svoje delovanje. Tako je mogoče hitro in preprosto menjati periferne module. Ko modul s PnP-konektorjem priključimo na ogrodje celice, je ta pripravljen za uporabo.

Primeri modulov, ki jih uporabljamo v montaži avtomobilskih žarometov, so: modul za shranjevanje sestavnih delov, modul za shranjevanje robotskih prijemalk in modul za vpenjanje ohišja luči. PnP-modul za shranjevanje robotskih prijemalk je prikazan na *sliki 2*.

2.3 Pasivna linearna stopnja

Linearne stopnje uporabljamo, ko želimo povečati delovno območje robota. Običajno so opremljene z aktuatorji, s katerimi pomikajo bazo robota, ter z merilnimi zaznavali, s katerimi določajo pozicijo. Takšne rešitve so zaradi potrebe po visoki natančnosti pomikov drage.



Slika 3 : Pasivna linearna stopnja

Za aplikacije, pri katerih se pomiki baze ne dogajajo pogosto, smo v projektu ReconCell razvili inovativno pasivno linearno stopnjo, prikazano na *sliki 3*. Slednja nima niti aktuatorjev niti merilnih zaznaval. Edini aktivni elementi so pnevmatske zavore, s katerimi se ohranja zelena lega baze. Pasivna linearna stopnja za premikanje uporablja merilni in aktuacijski sistem robota. Robot se z izmenjevalcem orodja mehansko spoji z okvirjem celice, sprosti zavore in premakne svojo bazo. S poznavanjem kinematike robota in kotov v sklepih je mogoče natančno izračunati novo pozicijo baze.

3 Programska oprema

Roboti se običajno programirajo neposredno z uporabo tovarniškega vmesnika, kar zahteva znanja, specifična za posameznega proizvajalca robota. V primeru izdelave novega programa celice podjetja pogosto najamejo zunanje izvajalce, kar povečuje stroške in pogosto podaljša čase menjave serij.

Da bi olajšali programiranje robotske naloge, smo v projektu razvili lasten programski sistem, ki temelji na intuitivnih metodah programiranja.

Celoten sistem robotske celice deluje znotraj sistema Robot Operating System (ROS) [5], za nizkonivojsko vodenje robota pa skrbi strežnik Matlab Simulink Real-Time (SLRT) [6]. ROS ponuja zanesljivo odprtokodno ogrodje, možnost razvoja programov na različnih platformah ter veliko zbirko knjižnic in orodij za razvijanje robotskih aplikacij, SLRT-strežnik pa skrbi za časovno kritične procese.

3.1 Kinestetično učenje robotskih nalog

V zadnjih letih se je na trgu pojavil trend uvajanja sodelujočih (kolaborativnih) robotov. Zanje je značilno, da so certificirani za sodelovanje s človekom brez potrebe po varnostnih ogradah. Ta tehnologija potrebuje za delovanje zaznavala navorov v vsakem robotskem sklepu. Podatke teh zaznaval je mogoče uporabiti tudi za t. i. kinestetično vodenje. Robote, sposobne kinestetičnega vodenja, je mogoče premikati po prostoru tako, da robota primemo in fizično premaknemo v zeleno lego. S pomočjo enkoderjev v sklepih in znanega kinematičnega modela je tako mogoče robota učiti proizvodne naloge.

V projektu uporabljen robot omogoča kinestetično vodenje. V projektu razvit sistem omogoča kinestetični zajem posameznih točk ali celotne trajektorije v sklepnih ali kartezičnih koordinatah. Sistem je neodvisen od proizvajalca in modela robota.

Izdelan je bil tudi vmesnik, nameščen na robotu, s pomočjo katerega je mogoče vključiti kinestetični način manipulacije robota ter shranjevati točke ali trajektorije. Prikazan je na *sliki 4*.



Slika 4 : Robotski vmesnik, ki omogoča vklop kinestetičnega učenja in zajem točk

4 Testiranje

Naslednje poglavje opisuje metode testiranja inovacij in dosežene rezultate. Večino inovacij smo preizkusili na primerih iz industrije ter tako pokazali njihovo aplikativno vrednost.

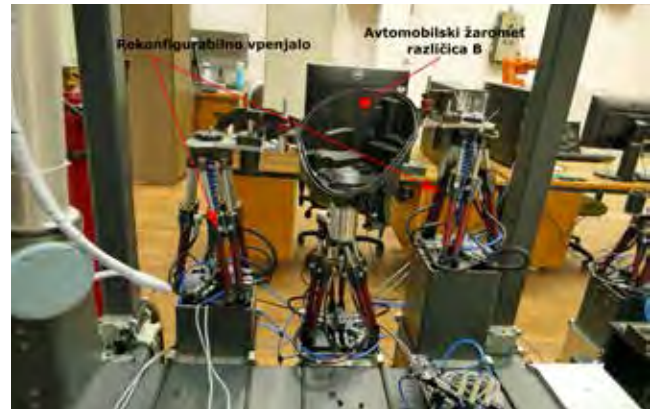
Fleksibilne vpenjalne priprave smo preizkusili na primeru montaže dveh različnih avtomobilskih žarometov. Za vpetje vsakega tipa žarometu smo v celici uporabili po tri rekonfigurabilne vpenjalne naprave (*slika 5*). Dve napravi sta bili opremljeni s pnevmatsko spono, ena pa je ohišje luči zgolj pasivno podprla.

Rekonfiguracija vpenjalne priprave za vpetje določenega modela žarometu je izvedena popolnoma avtonomno, brez človeškega posredovanja, in traja manj kot 3 minute. Na vpetih žarometih smo testirali tudi robotsko montažno nalogo. Pri obeh različicah žarometov smo robotsko montažno nalogo uspešno opravili. Tako smo pokazali, da tehnologija rekonfigurabilnih vpenjal omogoča avtonomno časovno učinkovito prilagoditev celice znotraj družine izdelkov.

Programiranje robotskih nalog je bilo izvedeno s pomočjo kinestetičnega učenja. Pri programiranju smo si pomagali z razvitim robotskim vmesnikom, prikazanim na *sliki 4*. Programiranje robotske naloge je bilo hitro in učinkovito, saj smo se izognili uporabi originalnega robotskega vmesnika.

PnP-tehnologijo smo eksperimentalno testirali tako, da smo celico, konfigurirano za montažo avtomobilskih žarometov, rekonfigurirali v robotsko celico povsem nove strukture in vsebine, v našem primeru namenjeno izdelavi motorjev za pametno pohištvo. Rekonfiguracija celotne celice je bila uspešna in je trajala manj kot 10 minut.

Pasivno linearno stopnjo smo testirali tako, da smo bazo robota premaknili iz ene v drugo skrajno lego. Ob premikanju smo s pomočjo zaznavala, nameščenega na vrhu robota, merili za pomik potrebno silo. Premik robota smo uspešno izvedli.



Slika 5 : Dva modela avtomobilskih luči, vpeta v rekonfigurabilno vpenjalo

5 Zaključek

V članku so predstavljene inovacije, s katerimi je mogoče robotsko celico hitro in preprosto prilagoditi na različne proizvodne naloge. Rekonfiguracijo mehanskih gradnikov dosežemo s pomočjo robotsko podprte rekonfiguracije in PnP-modularnosti.

Robotsko podprta rekonfiguracija omogoča avtonomno prilagoditev mehanskih gradnikov na proizvodnjo podobnega produkta. Izvede jo robot, zato je hitra in avtonomna. Ker ne potrebujejo dodatnih aktuatorjev in merilnih zaznaval, so takšne rešitve tudi cenovno ugodne.

PnP-koncept robotski celici omogoča, da vanjo po potrebi dodajamo periferne module. Ti ji dajejo funkcionalnosti, ki so potrebne za izvršitev proizvodne naloge. Na ta način je mogoče celico prilagoditi na popolnoma drugačne proizvodne naloge.

V članku so opisane implementirane napredne metode programiranja robota. Učenje robotskih nalog s pomočjo kinestetičnega vodenja je intuitivno in ne potrebuje posebnega usposabljanja. Robotski vmesnik pa programiranje bistveno pospeši.

Inovativna načela celice so bila preizkušena na nalogah iz industrije. Rezultati so pokazali velik potencial, saj razviti koncepti omogočajo učinkovito robotsko proizvodnjo raznovrstnih izdelkov. To je v

današnjem času nepogrešljivo, saj postajajo posamezniku prilagojeni izdelki zaradi svoje visoke dodane vrednosti pomembna tržna niša.

Literatura

- [1] M. Goedl, I. Kovač, and A. Frank, "A robot guided reconfigurable assembly system," presented at the 3rd International Conference on Reconfigurable Manufacturing, Ann Arbor Michigna USA, 2005.
- [2] M. Bem et al., "Reconfigurable fixture evaluation for use in automotive light assembly," presented at the International Conference on Advanced Robotics, Hong Kong, 2017, pp. 61-67.
- [3] M. Gödl, I. Kovač, A. Frank, A. Rechberger, and K. Haring, "New robot guided fixture concept for recongurable assembly systems," presented at the International Conference on Changeable, Agile, Recongurable and Virtual Production, München, Garching, Germany, 2005.
- [4] "Home," FlexHex Robot. [Online]. Available: <http://flexhex-robot.com/>. [Dostop: 1. dec. 2017]
- [5] M. Quigley et al., "ROS: an open-source Robot Operating System," in ICRA workshop on open source software, 2009, vol. 3, p. 5.
- [6] "Simulink Real-Time - Simulink - MATLAB & Simulink." [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/products/simulink-real-time.html>. [Dostop: 14. marec]

Specific Gripper Implementation for Gripping and Visual Control

Abstract:

The use of robots in few of a kind production is difficult because batch changeover is an expensive and time-consuming process. Robotic production, is therefore commonly used in large-scale production, where robots execute the same production tasks for a longer period of time. In order to enable the robotization of few of a kind production, common in small and medium enterprises (SME) the next generation of robotic cells was developed as part of the ReconCell project. The cell is capable of efficiently producing small batches of personalized products. The paper describes mechanical and software elements of the cell as well as the results of testing the the innovations on real life industrial applications.

Keywords:

Robotic assembly, reconfiguration, modularity, flexible fixture

TEHNOLOGIJA VARJENJA PRIKLJUČKA Z VILICAMI ZA PRETOVOR KAMNITIH BLOKOV

Niko Bajec, Klemen Pompe, Janez Tušek

Izveček:

Članek predstavlja potek izdelave specialnega priključka z vilicami za kolesni nakladalnik. Z njegovo pomočjo v kamnolomih, rudnikih in obratih za predelavo kamna pretovarjamo kamnite bloke večjih dimenzij in mas do 160×10^3 kg, ki se nadalje uporabljajo v primarni gradbeni industriji. Ker gre za priključek, izdelan iz različnih vrst jekel večjih debelin, je varivost takšnega zvarnega stika zelo težavna. V članku je podrobno predstavljena tehnologija varjenja, ki obsega izbiro varilnega procesa in dodatnega materiala ter pripravo zvarnih stikov in vrsto kontrole kvalitete zvarnih spojev po varjenju.

Ključne besede:

varjenje, priključne vilice, nakladalnik, zvarni stik, varjenje različnih materialov, varivost, kakovost zvarnih spojev

1 Uvod

Priključek za pretovor kamnitih blokov s kolesnim nakladalnikom ima obliko vilic, zato ga bomo v tem članku imenovali priključne vilice, da bo izraz bolj jasen tudi za nepoznavalce tega področja. S temi vilicami se v kamnolomih in obratih za obdelavo kamna natovarjajo, raztovarjajo in pretovarjajo veliki kamniti bloki, iz katerih se nato v nadaljnji proizvodnji izdelujejo različni izdelki za gradbeni sektor. Velikost in teža blokov sta odvisni od namena njihove nadaljnje uporabe oziroma od velikosti in teže končnega izdelka. Na *sliki 1* je predstavljen kolesni nakladalnik s priključkom za pretovor kamnitih blokov z maso do 48×10^3 kg.

Večji in težji, kot je kamniti blok, večje, robustnejše ter močnejše kolesne nakladalnike potrebujemo za njihovo manipulacijo. Velikosti in teži kamnitih blokov mora biti zato poleg nakladalnika prilagojen tudi priključek z vilicami, da med obratovanjem ne pride do deformacije ali celo porušitve. Osnovni del predstavljajo vilice, ki so v orodje skoraj vedno vgrajene v paru, kar je razvidno s *slike 1* in s *slike 2*. Prav zaradi tega je nosilnost vilic podana na par in je regulirana s pomočjo njihovega prečnega preseka ter kvalitete materiala, iz katerega so narejene. V *preglednici 1* so predstavljene nosilnosti standardnih izvedb vilic, namenjenih za pretovor kamnitih blokov, ob upoštevanju varnostnega faktorja 2,5 ali

več. Predstavljene vgradne mere so standardne, po želji kupca ali uporabnika so mogoča tudi določena odstopanja [1, 2].

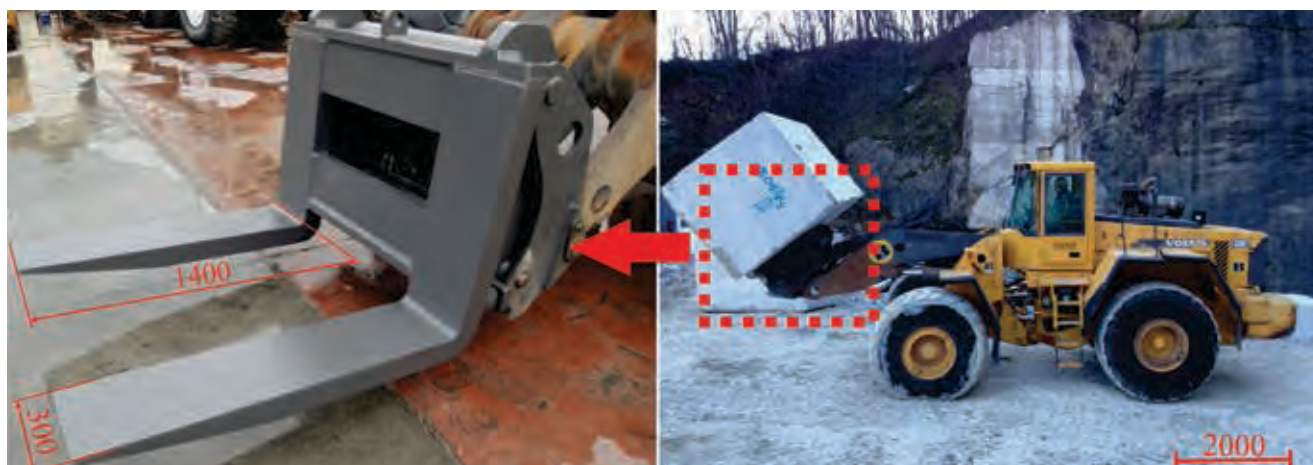
2 Tehnologija varjenja

Na *sliki 2* je shematsko prikazan priključek z vilicami za pretovor kamnitih blokov nosilnosti 11-103 kg. Prikazani so posamezni elementi, vrsta uporabljene jekla (dve različni barvi) ter izvedba vpetja na pogonski stroj. Oblika vpetja priključka z vilicami je odvisna od vrste in velikosti nakladalnika na kolesih, za katerega je ta konstruiran.

Ko govorimo o priključku z vilicami za pretovarjanje kamnitih blokov s pomočjo nakladalnika na kolesih, imamo v mislih zvarjeno celoto, sestavljeno iz dveh vilic, povezovalnih elementov ter vpetja za pritrditev na nakladalnik (glejte *sliko 1* in *2*). Vilice so lahko narejene iz različnih materialov, odvisno od zahtevane velikosti ter nosilnosti, medtem ko so povezovalni elementi ter vpetje izdelani iz konstrukcijskega jekla.

Iz zapisa izhaja, da imamo na posameznem priključku opravka z zvarnimi spoji, izdelanimi med elementi iz enakega kot tudi med elementi iz različnih vrst jekel. Priprava takšne tehnologije je zelo zahtevna. Z mešanjem dveh različnih jekel lahko nastanejo mikrostrukture, ki so s trdnostnega vidika zelo neugodne ali za uporabo celo nesprejemljive. Da se temu izognemo, moramo poznati kemično sestavo obeh materialov, stopnjo razmešanja obeh materialov med varjenjem in CCT-diagrame obeh materialov (angl.: Continuous Cooling Transformation).

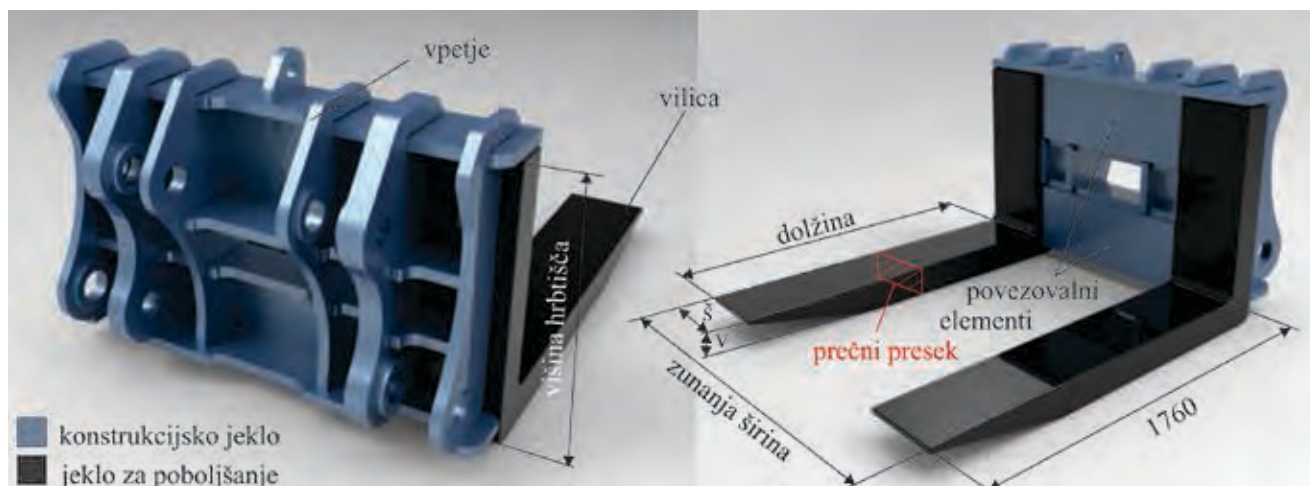
Niko Bajec, univ. dipl. inž., BALAVTO, d. o. o., Ajdovščina; **Klemen Pompe**, univ. dipl. inž., prof. dr. **Janez Tušek**, univ. dipl. inž., oba TKC, d. o. o., Ljubljana



Slika 1 : Kolesni nakladalnik s priključkom za pretovor kamnitih blokov nosilnosti 48 ton

Tabela 1 : Standardne izvedbe vilic za pretovor kamnitih blokov [1]

Nosilnost v kg/par	Prečni presek š x v v mm (Glejte sliko 2)	Dolžina v mm (Glejte sliko 2)	Zunanja širina v mm (Glejte sliko 2)	Višina hrbišča v mm (Glejte sliko 2)
30.000	250 x 100	1400	1300	1100
48.000	300 x 105	1400	1400	1100
60.000	300 x 120	1500	1400	1100
80.000	300 x 140	1800	1400	1200
100.000	350 x 150	1700	1500	1400
110.000	350 x 150	1760	1500	1065
160.000	350 x 150	1760	1500	1065
Sekvenca II	20/0	30/0	30/0	10/0



Slika 2 : Prikluček z vilicami za pretovor kamnitih blokov nosilnosti 110×10^3 kg

2.1 Identifikacija obeh osnovnih materialov, ki tvorijo priključek z vilicami

Pravilna priprava, izbira varilnega postopka in izvedba procesa varjenja so ključne za izdelavo kakovostnega izdelka. Varjenje opisanih vrst priključkov

torej zahteva dobro poznavanje problematike, pravilno pripravo zvarnih stikov, pravilno izbiro dodatnega materiala, zaščitnega plina, temperature predgretja ter parametrov varjenja. Izjemno pomembno vlogo imajo izkušnje in koncentracija varilca med varjenjem. Upoštevanje vseh teh dejavnikov je pogoj za dobro opravljeno delo.

Najprej moramo identificirati materiale v posameznem zvarnem stiku, njihovo kemijsko sestavo in mehanske lastnosti. Material, iz katerega so izdelane vilice, ter njihov prečni preseki, sta odvisna od zahtevane nosilnosti. V preglednici 2 so predstavljeni različni materiali, iz katerih so lahko izdelane vilice, ter njihova kemijska sestava. Njihove mehanske lastnosti pa so navedene v preglednici 3. Ker gre pri pretovarjanju kamnitih blokov za dinamične obremenitve, kar štejemo med težje pogoje dela, so vilice za ta namen izdelane iz enega izmed jekel, ki sta navedeni v spodnjih dveh vrsticah v preglednici 2 in 3. Priključek, ki je z mehansko silo manj obremenjen, pa je izdelan iz konstrukcijskih jekel, ki sta navedeni v zgornjih dveh vrsticah v preglednici 2 in 3 [1-4].

Vilice najpogosteje nabavljajo kot polizdelek iz kakovostnega jekla z zagotovljeno kemično sestavo in z zagotovljenimi mehanskimi lastnostmi. Vsak nadaljnji postopek obdelave ali predelave vilic lahko spremeni njihove lastnosti. To je še posebno nevarno pri varjenju. S pravilno izbiro varilnega postopka in z dodatno uporabo ukrepov pred varjenjem, med njim in po njem lahko vse zahtevane lastnosti materiala vilic obdržimo. Ob nepravilni izbiri procesa varjenja in ob nepravilni izvedbi procesa varjenja se namreč lahko zgodi, da se lokalno, na mestu varjenja struktura materiala spremeni, kar ima za posledico zmanjšanje nosilnosti in morebitno porušitev celotnega zvarnega spoja.

Pred pričetkom varjenja je torej treba natančno identificirati material, iz katerega so vilice narejene. Ta je odvisen od velikosti in nosilnosti posamezne vilice. Nosilnost je definirana kot bruto nosilnost ob statični obremenitvi ob upoštevanem najmanj 2,5-kratnem varnostnem faktorju [2,3].

2.2 Določitev procesa varjenja

Pred pričetkom varjenja smo opravili več praktičnih testov z različnimi varilnimi postopki. Eksperimentalni preskusi so pokazali, da je za varjenje priključka z vilicami najprimerneje uporabiti varjenje MAG (*angl. Metal Active Gas*). To je postopek obločnega varjenja s tanko žico, ki med varjenjem doteka v varilni oblok s konstantno hitrostjo. Izraz aktiven pomeni, da zaščitni plin reagira s pretaljenim materialom, stabilizira oblok in zaščiti prenos dodatnega materiala v zvarni spoj in sam nastajajoči var pred atmosferskim vplivom. Potrebno toploto za taljenje materiala dobimo s pomočjo varilnega obloka, ki gori med varilno žico in varjencem. Žica se med varjenjem tali in nam služi kot dodajni material. Žica doteka skozi varilni gorilnik, ki ga varilec med varjenjem drži v primerni legi in ga vodi v smeri nastajanja vara.

Za varjenje opisanih vrst priključkov z vilicami se uporablja mešanica plina, ki je namensko pripravljena za varjenje po postopku MAG. Običajno je to mešanica, sestavljena iz 18 odstotkov ogljikovega dioksida (CO₂) ter 82 odstotkov nevtralnega plina argona (Ar). Tako mešanico ogljikovega dioksida in argona štejemo med aktivne plinske mešanice, saj ogljikov dioksid reagira s pretaljenim materialom v talini vara. Porabo zaščitnega plina na enoto raztaljene kovine ali na časovno enoto je mogoče natančneje izračunati s pomočjo različnih enačb ali meritev.

V praksi se pogosto uporablja priporočilo, da se pri varjenju MAG nastavi pretok plina, ki bo desetkratnik premera žice. To pomeni, če varimo s žico 1,2 mm, naj bo pretok 12 l/min [3, 8, 9].

Tabela 2 : Kemijska sestava jekel vilic [4-7]

Vrsta jekla	Oznaka	Vsebnost elementov (max. v %)													
		C	Si	Mn	P	S	N	B	Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	V	
Konstrukcijsko	S355J2	0,22	0,55	1,60	0,03	0,03	-	-	-	0,55	-	-	-	-	
Konstrukcijsko	S690Q	0,20	0,80	1,70	0,025	0,015	0,015	0,005	1,50	0,50	0,70	0,06	2,0	0,12	
Za poboljšanje	30 Mn 5 VS	0,32	0,60	1,80	0,035	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	
Za poboljšanje	42 Cr Mo 4	0,45	0,40	0,90	0,025	0,035	-	-	1,20	-	0,30	-	-	-	

Tabela 3 : Mehanske lastnosti jekel za priključek z vilicami [4-7]

Vrsta jekla	Oznaka	Mehanske lastnosti (min)		
		Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	Kv (J)
Konstrukcijsko	S355J2	355	470	27 pri -20 °C
Konstrukcijsko	S690Q	650	760	30 pri -20 °C
Za poboljšanje	30 Mn 5 VS	450	520	31 pri +20 °C
Za poboljšanje	42 Cr Mo 4	500	800	30 pri +20 °C

2.3 Izbira dodatnega materiala

Dodatni material izbiramo glede na izbrani proces varjenja, njegove zakonitosti ter vrste materialov posameznih elementov v pripravljenem zvarnem stiku. Proizvajalci dodatnih materialov nam za varjenje MAG nudijo širok izbor dodatnih materialov, ki ga izberemo glede na kemijsko sestavo ter zahtevane mehanske lastnosti čistega vara. Za varjenje priključka z vilicami izberemo dodatni material s kemično sestavo in mehanskimi lastnostmi, ki so predstavljene v preglednici 4 [3, 10].

Tabela 4 : Zahtevana kemijska sestava in mehanske lastnosti dodatnega materiala [3, 4, 10]

Tipična kemijska sestava (%)			Mehanske lastnosti (min)		
C	Si	Mn	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)	Kv (J)
0,08	1,05	1,65	450	550	50 pri -20 °C

2.4 Predgretje zvarnih stikov

S predgrevanjem varjencev znižamo temperaturno razliko med mestom varjenja in drugimi mesti varjenca ter upočasnimo hitrost ohlajanja vara in celotnega zvarnega spoja po varjenju. Predgrevamo tiste materiale, pri katerih je hitrost ohlajanja pomembna za oblikovanje mikrostrukture vara in toplotno vplivanega območja. Mikrostruktura materiala pa vpliva na mehanske, predvsem trdnostne in druge lastnosti zvarnega spoja. Predgretje zvarnih stikov je glede na kemijsko sestavo jekla (glejte preglednico 2) in debelino posameznih elementov tako rekoč nujno. Tudi sicer obstaja prepričanje, da predgretje zvarnega stika pred varjenjem do 100 °C nikakor ne more škoditi, ne glede na vrsto uporabljenega jekla, in je dobrodošlo zaradi odstranjevanja nečistoč in predvsem vlage.

Predgreva se povsod tam, kjer to zahtevajo tehnologija oziroma dejavniki, ki močno vplivajo na varjenje in kvaliteto zvara. Preprosto povedano: predgrevamo zato, da podaljšujemo čas ohlajanja zvara in tako preprečimo nastajanje martenzita v zvarnem spoju, omogočimo difundiranje vodika iz zvara, tako zmanjšamo notranje napetosti in preprečimo morebitno pokanje v hladnem.

Višino temperature predgrevanja določimo na različne načine. Poznanih je več računskih in grafičnih metod ter različne izkustvene enačbe. O temperaturi predgrevanja odločajo dejavniki, kot so kemijska sestava jekla, vsebnost vodika v dodatnem materialu, verjetnost pokanja v hladnem ter debelina in oblika varjenca.

Predgrevanje za določeno jeklo je največkrat zahtevano že s tehničnimi specifikacijami za jekla, ki jih dobimo od proizvajalcev. Če pa temperature predgrevanja nimamo podane, jo lahko določimo tudi sami. Izračunamo jo lahko s pomočjo različnih formul iz literature. Večina teh enačb temelji na kemični sestavi osnovnega materiala, v katerih pa imajo posamezni kemični elementi različni težnostni faktor. Nekatere enačbe za izračun temperature pa upoštevajo tudi debelino varjenca ter količino vnesene energije. Temperature predgrevanja za jekla, iz katerih so lahko izdelane vilice, so predstavljene v preglednici 5 [3, 8, 11].

Tabela 5 : Temperatura predgrevanja zvarnih stikov v odvisnosti od materiala vilice [3, 4]

Material vilice	Priporočena temperatura predgrevanja
S355J2	100 °C - 150 °C
S690Q	100 °C - 150 °C
30 Mn 5 VS	350 °C - 400 °C
42 Cr Mo 4	400 °C - 450 °C

Omeniti moramo še medvarkovno temperaturo, ki je definirana kot najnižja temperatura med varjenjem, torej med prvim in zadnjim varkom, in ne sme nikoli pasti pod določeno temperaturo predgretja. To pomeni, da moramo biti na temperaturo varjenca pozorni v celotnem času, od začetka predgrevanja pa do zaključka varjenja. Le tako lahko napravimo kvaliteten zvarni spoj, ki odgovarja predpisanim zahtevam [3].

2.5 Dodatne zahteve pri varjenju

Pri varjenju teh vrst priključkov je treba upoštevati še nekaj dodatnih priporočil. Že pri konstrukciji priključka se poskušamo v čim večji meri izogniti spojem med elementi, ki potekajo prečno na vilice. Obstaja namreč možnost, da pri izdelavi prečnih spojev pride do zmanjšanja nosilnosti vilice. Večina zvarnih spojev naj bo zato soležnih, prav tako pa je nezaželeno, da vari niso v bližini ukrivljenega dela vilice. Vsi vari, ki so v stiku z vilicami, se štejejo kot dinamično obremenjeni vari na poboljšanem jeklu.

Varjenje je izjemno zahteven proces. Kakovost zvarnih spojev je v veliki meri odvisna od izobraženosti, sposobnosti in izkušenosti varilcev. Kakovost varilcev preverjamo z atestiranjem. Vse zahtevne zvarne spoje morajo opraviti atestirani varilci. Zvari na priključku z vilicami spadajo med bolj zahtevne zvarne spoje. Zaradi tega mora imeti varilec pridobljene ustrezne ateste za varjenje tovrstnih zvarnih spojev, s katerimi se zagotavlja ustrezna usposobljenost varilcev.

Po končanem varjenju se mora zvarni spoj do sobne temperature ohladiti počasi na zraku in v mirnem ter suhem ozračju. Posebej pomembno je, da pri predgrevanju nikakor ne presežemo temperature 500 °C, saj lahko to vpliva na spremembo strukture materiala in s tem nosilnosti vilice [3].

3 Priprava zvarnih stikov, izvedba zvarnih spojev in dopustni položaji varjenja

Zaradi velikih debelin elementov, ki jih je potrebno združiti v kvalitetne zvarne spoje, je pravilna priprava zvarnih stikov pred varjenjem zelo pomembna. Na *sliki 3* je prikazanih nekaj tipičnih zvarnih stikov na priključku z vilicami za pretovor kamnitih blokov, nosilnosti 30×10^3 kg. Na prerezu A-A lahko vidimo način izdelave zvara z načrtom polaganja varkov v zvarni spoj med konstrukcijskim jeklom in jeklom za poboljšanje.

Večina pripravljenih zvarnih stikov je sočelnih in zvarnih stikov T, namenjenih za izvedbo zvara V, zvara dvojnih V, zvara polovičnih V, zvara Y, zvara polovičnih Y ter kotnih zvarov. Vse vare moramo variti v več varkih. To narekuje debelina varjencev in navzgor omejena dopustna količina vnesene energije.

Število varkov in njihov vrstni red polaganja določamo za vsak zvarni spoj posebej glede na debeline elementov v pripravljenem zvarnem stiku ter v skladu s statičnimi in dinamičnimi zahtevami za izdelek. Način polaganja varkov in makroobrus sočelnega zvarnega spoja elementov večjih debelin sta prikazana na *sliki 4*, kjer lahko vidimo, da je za izdelavo kvalitetnega zvarnega spoja včasih potrebnih tudi

več deset, ob zelo velikih debelinah pa tudi celo več kot sto varkov [8].

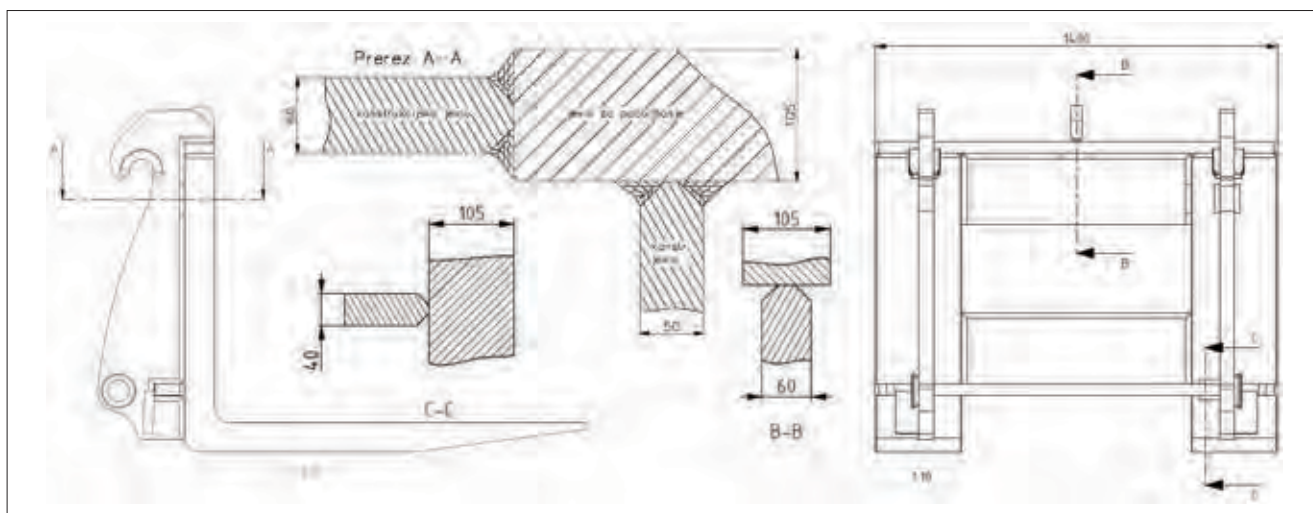
Dopustne lege varjenja zvarnih spojev na priključkih te vrste so s standardom SIST EN ISO 6947 določene kot osnovne lege PA in PB. Oznako PA nosi vodoravna lega varjenja za sočelni spoj, spoj T ali prekrhovni spoj ne glede na vrsto vara. Oznaka PB pa je namenjena za horizontalno-vertikalne lege varjenja kotnih zvarov. Vse ostale lege varjenja za tako zahtevne zvarne spoje niso dovoljene [3, 8].

4 Kontrola zvarov

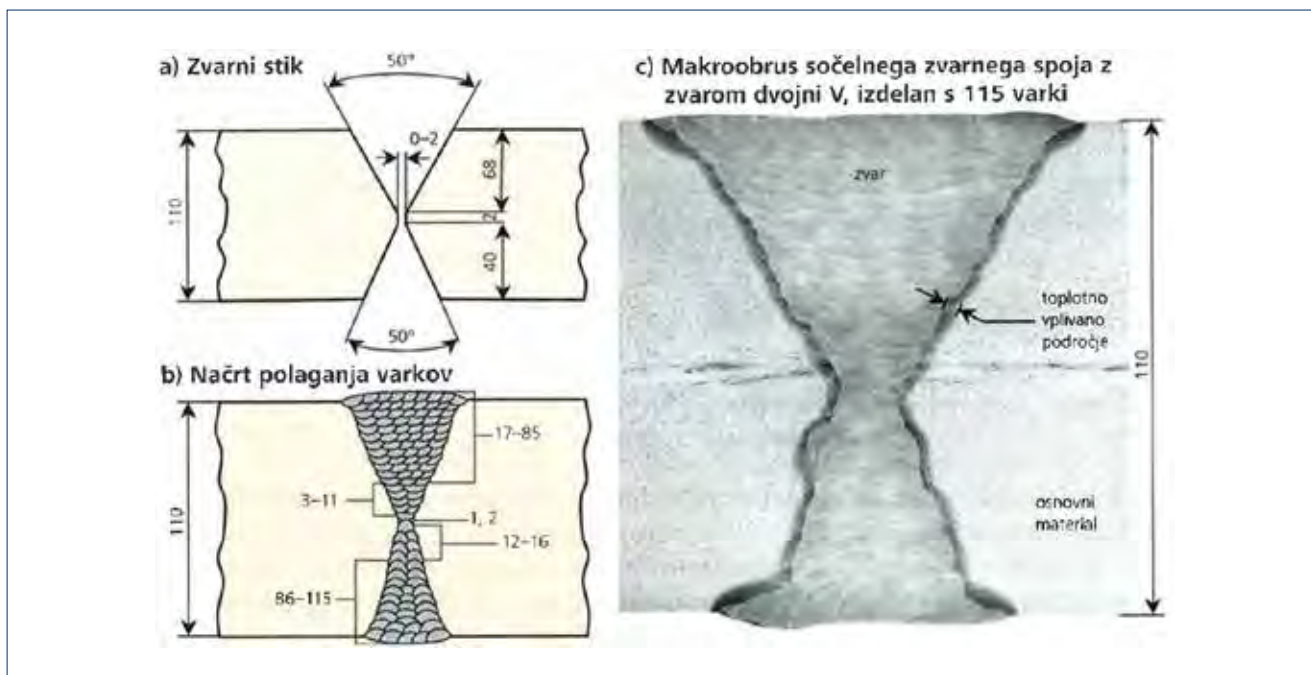
Poleg izjemno skrbne priprave tehnologije varjenja in ustreznega certificiranega varilca za izvedbo varjenja moramo po varjenju tako zahtevne zvarne spoje pregledati z neporušnimi metodami. Ker nas zanima predvsem nastanek morebitnih razpok na površini zvarnega spoja oziroma v njegovi okolici, sta najprimernejši metodi preiskava z magnetnimi delci in vizualna kontrola s penetranti. Obe metodi sta enostavni in hitri za izvedbo ter cenovno zelo ugodni.

Pri uporabi penetrantov zvarne spoje najprej dobro očistimo s čistilcem in tako odstranimo maščobe in druge nečistoče. V naslednji fazi nanese penetrant, ki se zaradi sposobnosti penetriranja vpije v morebitne razpoke. Po določenem času površino dobro očistimo, da z nje odstranimo odvečni penetrant. Zatam na površino nanese razvijalec, da povleče penetrant iz morebitnih razpok in jih obarva, da postanejo jasno vidne.

Druga možnost pa je preskus z magnetnimi delci, pri katerem s pomočjo majhnih magnetnih delcev in umetno ustvarjenega magnetnega polja odkrivamo



Slika 3 : Prikaz pripravljenih zvarnih stikov in zvarov priključka z vilicami nosilnosti 30×10^3 kg



Slika 4: Shematski prikaz sočelnega zvarnega stika, izdelava zvara z načrtom polaganja varkov in fotografski posnetek makrobrusa sočelnega zvarnega spoja z zvarom dvojni V [8]

na površino odprte napake, kot so razpoke. Možna pa je tudi kontrolirati nastajanje razpok in drugih nepravilnosti tik pod površino. Ker temelji metoda na uporabi magnetnih delcev, jo lahko uporabljamo zgolj na feromagnetnih materialih. V našem primeru kontrolo izvedemo tako, da feromagnetne delce nanesimo na površino zvarnega spoja in s pomočjo indukcije ustvarimo magnetno polje. Ob njegovem nastanku se feromagnetni delci nakopičijo na morebitnih napakah, ki tako postanejo dobro vidne s prostim očesom [3, 12].

5 Zaključek

Varjenje priključkov z vilicami za pretovarjanje kamnitih blokov s pomočjo kolesnih nakladalnikov predstavlja svojevrsten izziv. Skoraj vsak priključek je zaradi množice različnih variant priklopov na kolesni nakladalnik in velikosti ter nosilnosti vilic poseben in unikaten primer, ki zahteva svoj in poseben pristop. Vsak priključek z vilicami je sestavljen iz elementov iz različnih vrst jekla, kar zahteva od nas dobro poznavanje njihovih lastnosti ter lastnosti zvarnih spojev med njimi. Le tako lahko izdelamo kvalitetne zvarne spoje, ki so sprejemljivi in zanesljivi za uporabo. Pomembno je tudi, da je izdelava celotnega priključka z vilicami finančno sprejemljiva. Avtorji članka se z opisano problematiko ukvarjajo že desetletja, kar pomeni, da priprava tehnologije varjenja, izbira varilnega postopka, izbira materialov in vse drugo temelji na praktičnih izkušnjah.

Literatura

- [1] Pisno gradivo: Balavto, d. o. o., Ajdovščina: Balavto production, Custom-made forks for stone blocks, Tovarniška cesta 5B, 5270 Ajdovščina, Slovenia, 2017.
- [2] <http://www.forks.com/international/en-gb/products/special-forks/bigforks>. Slikovni prikaz in opis priključkov z vilicami. Ogled 21. 1. 2018.
- [3] <http://www.us.forks.com/us/home/?L=8>. Navodila za varjenje večjih vilic za prenos tovarov. Ogled 18. 03. 2018.
- [4] SIST EN 10025-2: Vroče valjani izdelki iz konstrukcijskih jekel – 2. del: Tehnični dobavni pogoji za nelegirana konstrukcijska jekla. Slovenski inštitut za standardizacijo. Ljubljana, 2004.
- [5] SIST EN 10025-6: Vroče valjani izdelki iz konstrukcijskih jekel – 6. del: Tehnični dobavni pogoji za ploščate izdelke iz konstrukcijskih jekel z veliko plastično trdnostjo v kaljenem in popuščnem stanju. Slovenski inštitut za standardizacijo. Ljubljana, 2004.
- [6] http://www.steelnumber.com/en/steel_composition_eu.php?name_id=405. Kemična sestava jekel. Ogled 28. 1. 2018.
- [7] SIST EN 10083-3: Jekla za poboljšanje – 3. del: Tehnični dobavni pogoji za legirana jekla. Slovenski inštitut za standardizacijo. Ljubljana, 2006.
- [8] J. Tušek: Varjenje in sorodne tehnike spajanja materialov v neločljivo zvezo. Univerza v

Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2014.

- [9] N. N.: Messer Group GmbH: Ferroline, MAG welding of unalloyed steels: Gahling spfad 31 47803 Krefeld, Nemčija, 2015.
- [10] N. N.: Bohler Thyssen Schweisstechnik Deutschland GmbH: Katalog Welding filler metals. Düsseldorf, Nemčija, 2015.
- [11] J. Tušek: Praktične in računske naloge iz tehnike spajanja. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2006.
- [12] Več avtorjev: ASM Handbook: Volume 17 Nondestructive Evaluation and Quality Control, Ohio, ZDA, 1992.

Welding technology of a special attachment with forks for transshipment of stone blocks

Abstract:

The article presents the course of making a special attachment with forks for a wheel loader. With its help in quarries, mines and stone processing plants, we load stone blocks of larger dimensions and weights up to 160-103 kg, which are further used in the primary construction industry. Because the attachment with forks is made of different types of steels of larger thicknesses, the weldability of such a weld is very difficult. The article presents in detail the welding technology, which includes the selection of the welding process and the filling material, and the preparation of welds and the quality control of the welded joints after welding

Keywords:

welding, connection forks, loader, welding, welding of various materials, weldability, quality of welded joints



strojnistvo.com
knjižnice strojnikov

REVILJA ZA FLUIDNO TEHNIKO, AVTOMATIZACIJO IN MEHATRONIKO

VENTIL

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	tel/fax. + 381 11 305 88 22
Lazara Kujundžića 88,	mob. + 381 60 344 84 28
11030 Beograd, Srbija	e-mail: office@industrija.rs

Štiri komponente, en sistem: New Automation Technology.

IPC

- Industrijski računalniki
- Embedded računalniki
- Matične plošče



V/I

- EtherCAT komponente
- V/I moduli, IP 20
- V/I moduli, IP 67



Pogonska tehnika

- Servo pogoni
- Servo motorji



Avtomatizacija

- Programska oprema za PLC
- Programska oprema za NC/CNC
- Varnostna tehnologija



www.beckhoff.si

Pod sloganom „New Automation Technology“ podjetje Beckhoff ponuja opremo, ki lahko deluje samostojno ali pa je integrirana v druge sisteme. Industrijski računalniki, PC in „klasični“ krmilniki, modularni V/I sistemi in pogonska tehnika pokrivajo številna področja uporabe. Prisotnost podjetja Beckhoff v več kot 75-ih državah zagotavlja dobro podporo.

New Automation Technology

BECKHOFF

SIMON JEŠE – INTERVJU Z LETALSKIM MEHANIKOM

Aleksander Čičerov

Velikokrat niti ne pomislimo, da je varno letenje odvisno tudi od letalskega mehanika. Je kot zdravnik: pozna letalsko notranjost in že po glasu motorja ugotavlja, kaj je narobe. Letalskega mehanika običajno ne vidimo, kako in kaj dela. Opravlja zahtevne naloge popravil in servisiranja letal in letalskih batnih motorjev. Zato je čas, da ga predstavimo in še naprej brez strahu vstopamo v letalo in odpotujemo proti svojim ciljem. Letalski mehanik sodi k letalskemu osebju. Država pogodbenica Mednarodne organizacije civilnega letalstva (v nadaljevanju: ICAO) ureja v skladu z 32. členom čikaške konvencije njihovo licenciranje.¹

Ventil: *Kdaj in kako ste se prvič srečali z letalstvom? Zakaj ste se odločili, da postanete letalski mehanik?*

Simon Ješe: Moje prvo srečanje z letali je bilo pri moji teti, očetovi sestri, ki se je omožila z vojaškim pilotom. Tam sem prvič kot otrok opazil polno maket vojaških letal, predvsem ameriških bombnikov. Makete so bile zelo natančno izdelane. Ko sem opazoval posamezne detajle, sem začel razmišljati o letalih.

Nato je prišlo obdobje osmega razreda osnovne šole in s tem tudi vprašanje, v katero šolo, smer izobraževanja bi se vpisal. Že kot otrok sem se veliko ukvarjal s popravili električnih aparatov (radio, televizijski aparat), mopedov, koles ... V mislih sem imel samo, kako postati mehanik. Učiteljica razredničarka me je, ko je izvedela za moje želje, nekako hotela pregovoriti, naj grem v strojno ali elektro smer, če že ne v gimnazijo.

Prelomna točka moje odločitve je bila sodelavka moje mame, katere partner je bil takrat mehanik pri družbi Inex Adria Airways. Seveda mi sodelavka moje mame ni tega rekla, ampak sem poslušal pogovore starejših in vse snemal v svoje male sive celice.

Sledilo je obdobje odločanja. Mamo sem prosil za pomoč, kako bi prišel v stik z Inex Adria Airways. Kot vsaka mama je tudi ona naredila vse in organizirala spoznavno srečanje na Inex Adria Airways s tedanjim tehničnim direktorjem Jožetom Prhavcem, človekom, ki je bil in je še vedno ikona slovenskega letalstva, a je žal prehitro preminul. Na tem sestanku mi je g. Prhavec podal smernice, kako bi

lahko prišel v kolektiv. Zahteve za moje štipendiranje so bile: iz matematike in fizike mora biti ocena 5 ali 4.

Zahteve sem izpolnil in tako sem kot štipendist prišel v stik s pravimi letali.

Ventil: *Kako je potekalo vaše šolanje?*

Simon Ješe: Po osnovni šoli sem nadaljeval šolanje na centru strokovnih šol v Ljubljani, ker pač takrat smeri za letalskega mehanika še ni bilo. Šola in praksa na letalih. Ko sem to končal z odliko in sem že delal, je prišla uradna zahteva, da mora mehanik, če hoče pridobiti licenco za delo, dokončati letalsko tehnično smer. Tako sem pričel šolanje v Zagrebu, kjer je bila takrat edina srednja tehnična šola – smer letalstvo. Šolo sem zaključil in nato je prišlo obdobje služenja vojaškega roka v Batajnici na letalih MIG 21. Po vrnitvi v službo sem nadaljeval šolanje na tipu letala DASH 7 in pridobil prvi vpis v takratno licenco TYPE II ICAO. Moram poudariti, da sem se šolal v smeri, takrat imenovani Radio Radar in Elektro. Danes se temu reče licenca Part 66 B2. Seveda se med šolanjem spoznavam z vsemi sklopi letala in tudi vse izpite opravljam, samo poudarek je na tvojem področju toliko bolj zahteven izpit. Nato je sledilo šolanje za DC 9 serije 30 in 50. Profesorji so bili iz letalske družbe JAT (Jugoslovanski aerotransport) in moram poudariti, da je bilo to izjemo kvalitetno in zahtevno šolanje. Izjemen profesorski kader z obilico znanja. Šolanje sem nadaljeval kot najmlajši učenec v Aero Formacion Toulouse za tip letala A320. Tudi to šolanje je bilo izredno zahtevno, še posebej, ker si po takratnih merilih za uspešno opravljene teste moral imeti vsaj 70-odstotno

¹ »a) Pilot vsakega zrakoplova in drugi člani posadke, ki upravlja zrakoplov v mednarodni plovbi, morajo imeti potrdila o usposobljenosti in dovoljenja, ki jih izda ali jim podaljša veljavnost država, v kateri je zrakoplov registriran.« (32. člen Čikaške konvencije)



Slika 1: Simon Ješe

uspešno narejen posamezen test. Zahteve našega delodajalca pa so bile strožje, saj je bil minimum 80 %. V tem obdobju sem že kar nekaj let delal na letalih MD 80 proizvajalca Mc Donald Douglas, zato je bilo zelo čudno, da tega tipa nimam vpisanega v licenci. Nisem ga imel, ker pač nikoli nisem bil deležen šolanja. Podjetje me je na neki način hotelo imeti kompletnega za tedanjo floto, zato je pri državnih organih za civilno letalstvo v Beogradu organiziralo, da opravi izpit za MD 80. Seveda brez moje vednosti. Opravi sem tako imenovani »self study« za omenjeno letalo ter vse zagovarjal na pisnem in ustnem izpitu pred komisijo iz Beograda. Sledilo je obdobje, ko me je podjetje predlagalo kot enega najmlajših kandidatov za tako imenovanega tehničnega kontrolorja, ki nadzira, vodi, organizira in odgovarja za opravljena tehnična dela na letalu. To je bilo ravno v času osamosvojitve Slovenije in ko je imela Slovenija že svojo vejo oblasti za civilno letalstvo. Sledil je izpit pred komisijo, ki ji je predsedoval ravno g. Jože Prhavic, ki je bil takrat zaposlen na omenjenem ministrstvu za letalstvo. Mislim, da bo kaj pogledal skozi prste, pa ni. No, to sem ustno in pisno opravil z odliko. Sledilo je šolanje za CRJ 200 v Kanadi, zahtevno šolanje še posebej zato, ker je bilo pod strogim nadzorom kanadskih letalskih civilnih oblasti. Sledilo je šolanje za tip letala CRJ 700 in nato še razlike za letalo CRJ 900. Sledilo je tudi napredovanje v službi v plovnostno organizacijo in s tem zopet šolanje na področju evropske

letalske zakonodaje v Amsterdamu. Potem pa še osnovno šolanje za Boeing 737-400, ker smo pač v floti imeli ta tip letala. Šolanja ni nikoli konec.

Seveda sledijo, ko imaš nekako osnovna šolanja opravljena, druga šolanja, ki jih zahteva evropska zakonodaja, in so lahko tudi ponavljajoča se šolanja. Na primer šolanje vsake dve leti je Human Factor, osvežitveni tečaj zakonodaje (basic regulation, Part M, Part 145 ..., Fuel Tank Safety, ...). Skratka: šolanja so v letalstvu stalnica. Vsak posameznik pa se mora tudi sam zanimati za vse novitete, kar se tiče samega letala, čeprav ga podjetje o spremembah, novitetah tudi obvešča.

Ventil: *Kako zahtevno je to šolanje in kaj vse morate poznati in znati? Kakšne licence mora imeti letalski mehanik (ICAO, evropska zakonodaja) in s tem povezana pooblastila?*

Simon Ješe: Dandanes so šolanja izredno zahtevna in terjajo več in več znanja. Najprej so osnovna šolanja, ki so razporejena v tako imenovane module za posamezne profile letalskega tehnika. Taka šolanja opravlja priznana in potrjena organizacija po zakonodaji Part 147 (Commission Regulation (EU) No 1321/2014 continuing Airworthiness).

Mislím, da osnovno šolanje traja kar preko tisoč ur, preden lahko nadaljuješ šolanje za posamezen

tip letala. Seveda ni samo teorija, je tudi praktični del. Za ta del mora vsak posameznik voditi delovni dnevnik, tako imenovani On Job Training Records. Kaj mora dnevnik vsebovati in kako se vse nadzira, je zopet predpisano in kontrolirano s strani potrjene organizacije za šolanje, imenovane kar po zakonodaji »organizacija Part 147«.

Slovenija je članica Evropske unije in s tem je obvezna spoštovati tudi zakonodajo na področju šolanja letalskih tehnikov in izdajanja licenc. Licence ICAO so zgodovina. V poštev pride samo licenca, izdana v skladu z zakonodajo Part-66 Continuing Airworthiness (Regulation (EU) No 1321/2014).

Kandidat seveda po predpisanih zahtevah pridobi tako imenovano licenco Part 66, ki jo izda Javna agencija za civilno letalstvo (JACL) in je priznana v vseh članicah EU. Priznajo jo tudi članice izven EU, seveda so lahko izjeme, če se državni organi iz nečlanic EU odločijo drugače. Sama licenca še ni dovolj, da lahko izvajaš dela na letalu. Imeti moraš potrdilo CA (Company Authorisation) iz organizacije, v kateri opravljaš dela letalskega tehnika. CA izda oddelek QA (Quality Assurance), ki preveri, da imaš opravljena vsa potrebna šolanja. Nekaj smo jih je omenili: Human Factor, Fuel Tank Safety in šolanje po priročniku vzdrževalne organizacije MOE (Maintenance Organisation Exposition), šolanje CAME (Continuing Airworthiness Management Exposition), opravljeno šolanje iz zakonodaje, šolanje za varstvo pri delu, zdravniški pregled, varovanje in ravnanje v primeru nesreče ... Ko oseba pridobi tako imenovani CA, lahko prične dela pod okriljem Part 145 AMO (Approved Maintenance Organisation). Seveda je dovoljenje CA omejeno na dve leti in delodajalec ga lahko iz krivdnih razlogov prekliče, lahko se delavcu odvzame.

Tudi sama licenca Part 66 ima veljavnost in ni večna. Podaljšanje licence izvaja pristojni organ na Agenciji za civilno letalstvo.

Zakonodaja in predpisi so dostopni na portalu EASA web v poglavju: <https://www.easa.europa.eu/regulations>

Ventil: Prav gotovo šolanje doma ni dovolj. Kje ste se izpopolnjevali?

Simon Ješe: Malo sem o tem že napisal. Šolanje je predvsem pri samih proizvajalcih letal ali pa danes to opravljajo organizacije, potrjene za šolanje. To so tako imenovane organizacije Part 147. Seveda morajo imeti na dovoljenju vpisan primeren tip letala. Sam sem bil na šolanju v Franciji v Toulousu pri Airbusu, večkrat v Montrealu za letala proizvajalca Bombardier. Šolanje za Boeing je potekalo v Rigi pod okriljem organizacije Lufthansa Training. Šolanje smo imeli tudi doma v učilnicah podjetja, ker je bilo ceneje in enostavneje. Predavatelji so prišli do nas.

Dandanes so šolanja bolj in bolj zahtevna in so povezana z različnimi praktičnimi prikazi ali pa preizkusi znanja na simulatorju, zato je pač potrebno potovanje na določene lokacije na različnih koncih sveta. Vse je odvisno od cene in termina šolanja.

Ventil: Ali tudi letite? Licenca pilota UL in/ali PPL sicer pri nas ni pogoj za delovno mesto letalskega mehanika. Kako je to v svetu?

Simon Ješe: Sam pilotske licence nimam. V tako imenovanem komercialnem letalstvu, govorim za velika letala, te prakse ne poznam, ker pač zakonodaja tega ne dovoljuje.

So pa izjeme pri malih lahkih letalih ali privatnih letalih, ker se dopušča, da je pilot tudi tehnik. To je predvsem v tako imenovani generalni aviaciji, ki ne izvaja komercialnih letov.

Ogromno ur pa sem predsedel na tretjem sedežu pri preizkusnih letih tako v Adrii kot pri drugih operaterjih, ko smo prevzemali letalo ali po večjem vzdrževalnem delu za določeno stranko.

Bilo je tudi obdobje, ko smo glede na zahteve morali biti mehaniki ali tehniki na vsakem letu, kar pa je dandanes bolj redko. Predvsem v obdobju uvajanja letala A320 je bilo zelo intenzivno, ker si bil kot član posadke.

Ventil: Na trg prihajajo vedno nova letala. Kako se spoprijemate z novostmi?

Simon Ješe: Imam ali pa imamo to prednost, da delamo na Airbusovem letalu, ki je v tehnološkem smislu eno najbolj dovršenih.

Vsaka noviteta, izboljšava sistemov letala pride od proizvajalca letala in smo sproti obveščeni. So novitete, ki so zahtevane, na te nas opozori EASA (European Authority Safety Agency) ali pa zahtevo izda agencija za civilno letalstvo določene države. V takem primeru morajo biti letala posodobljena



Slika 2 : Notranjost letala CRJ 700 – ojačitev strukture trupa letala nad

in temu se ne moreš izogniti ne glede na strošek, ki ga morebiti krije operater. So tudi izboljšave, ki pa niso obvezne za letalskega prevoznika (operaterja), ampak so priporočljive. Seveda mora vsak letalski prevoznik zagotavljati zanesljivost letala s tehničnega vidika. Mesečni in letni rezultati pokažejo, kje so tehnične pomanjkljivosti in kje bi se dalo kaj izboljšati z določeno modifikacijo letala in s tem zmanjšati tehnične zamude ali celo odpovedi leta, kar pa seveda vpliva na zmanjšanje stroškov.

Ne glede, ali gre za nov tip letala ali staro letalo, mora biti to opremljeno, kot veleva zakonodaja. To so stalne zahteve zakonodaje EASA ali EU. Seveda prihajajo zahteve tudi od proizvajalcev letal ali proizvajalcev motorjev in tudi te se mora spoštovati, pa naj bodo iz ZDA ali Kanade, ker ima pač EU podpisane tako imenovane bilateralne sporazume.

Ventil: *Kakšno je vaše sodelovanje s piloti? Vas opozorijo na določene napake, težave, slabo delovanje avionike?*

Simon Ješe: Sodelovanje med pilotom in tehnikom je in mora biti, kajti drugače gredo zadeve v napačno smer.

Da je to sodelovanje zagotovljeno, je predpisano v zakonodaji. Vsako letalo mora imeti tehnično knjigo, v katero se vpisujejo vsi podatki o predhodnem letu, ena od zahtev je tehnično stanje letala. Če ima pilot tehnične probleme, to že po zvezi javi v domačo bazo in seveda po pristanku sledi vpis v tehnično knjigo letala. Tehnik ali mehanik mora podati odgovor, da je napako odpravil ali pa jo v skladu s priročnikom minimalne opreme (MEL – Minimum Equipment List) prenesel v odložena dela z določenimi omejitvami.

Velikokrat sam vpis v tehnično knjigo ni dovolj in medsebojna komunikacija pove več o samem tehničnem problemu, ker pač pilot pove še druga opažanja, kar pripomore k odpravi napake.

Tehnična knjiga letala je uradni dokument in je stalno na letalu. Arhiv omenjene knjige je določen z zakonodajo in internimi priročniki letalskega prevoznika.

Evidenca tehničnega stanja letala se vodi elektronsko in mora biti pilotu na razpolago, še preden se odpravi na let.

S piloti sodelujemo skoraj vsak dan, predvsem s tehničnimi piloti, to je pilot na tipu letala, ki je zadolžen za vso komunikacijo s plovnostno in tehnično organizacijo. Vsi sestanki komunikacije so strogo predpisani in kontrolirani z več nivojev.

Ventil: *Ko vam pripeljejo letalo v popravilo, se ravirate po določenem postopku. Kako to poteka?*

Simon Ješe: Trenutno vse bolj nadziram, ker pač delam v plovnostni organizaciji Adrie Airways.

Pri letalu z določenim problemom se tehnik ali mehanik najprej odloči preveriti, ali napaka še obstaja, in opravi teste, določene po priročniku AMM (Aircraft Maintenance Manual), da napako potrdi. Danes ima skoraj vsako letalo računalnik, s katerim analizirajo napake, dobiš kodirano napako ali pa že sam tekst, kaj je narobe oziroma katera komponenta je v okvari. So seveda tudi napake, ki so bolj zahtevne, in takrat imaš na razpolago priročnik FIM (Fault Isolation Manual) in od določenega proizvajalca letal tudi WEB-stran, kjer so določeni problemi do potankosti analizirani.

Seveda, tehnik ali mehanik naj bi bil čim bolj usposobljen in izkušen, da v čim krajšem času odpravi napako.

So primeri, ko napake ne moreš odpraviti zaradi pomanjkanja rezervnih delov in takrat nastopi nabavna služba, ki priskrbi rezervni del.

Ventil: *Kaj vse pregledate pri rednem pregledu letala? Kako je z odgovornostjo za opravljeno delo?*

Simon Ješe: Pri rednem pregledu je tak pregled po programu vzdrževanja dnevni pregled. Na dnevnem pregledu letala se osredotočiš najprej na pripombe pilota. Če pripomb ni, pričneš z izvedbo rednega pregleda, ki obsega pregled zunanosti letala, stanja koles, zavor, podvozja, krmilnih površin, motorjev, da ni morebitnega puščanja goriva, hidravlične tekočine, stanja agregatskih oddelkov, notranjosti letala (pilotska kabina, kuhinje, stranišča, potniška kabina), generalnega stanja, da ni poškodb, stanja opreme v sili in seveda razna testiranja. Vse to je predpisano v delovnih karticah za dnevni pregled. So še tedenski pregledi, ki pa so že bolj obsežni. Sledijo pregledi, ki so vodeni po koledarju, odletnih urah (FH – Flight Hours) in po opravljenih ciklih letala (FC – Flight Cycles).

Vsa zahtevana vzdrževalna dela so navedena v priročniku za vzdrževanje (AMP – Aircraft Maintenance Programme), ki ga izda proizvajalec letala. Letalski operater ali prevoznik pripravi priročnik, ki ga odobri agencija za civilno letalstvo. Priročnik se vsaj enkrat do dvakrat letno spreminja glede na zahteve proizvajalca letal ali pa to naredi sam letalski operater glede na okolje, v katerem leti. Vsa dela so strogo predpisana in kontrolirana. Za priročnik in izvedbo skrbi plovnostna organizacija CAMO (Continuing Airworthiness Management Organisation), sama izvedba vzdrževalnih del pa je dolžnost vzdrževalne organizacije, tehnika ali mehanika. Seveda vse nadzira CAMO.

V priročnik AMP (Approved Maintenance Programme) je vložena veliko truda raznih skupin ekspertov na področju letalstva (mednarodno) in se

stalno nadgrajuje z novimi zahtevami glede na zakonodajo in starost letal. To je posebna veja znanja in osebe, ki skrbijo za izdajo priročnika pri operaterju, morajo opraviti posebna zahtevna šolanja.

Za vsa vzdrževalna dela na letalu za svoje delo odgovarja posameznik sam. Za vse skupaj pa je odgovorna plovnostna organizacija CAMO, ki jo potrди agencija za civilno letalstvo in ima za to dejavnost certifikat. Polno odgovornost nosi oseba, odgovorna za plovnost, in jo potrđita letalski prevoznik in agencija za civilno letalstvo.

Ventil: *Ali menite, da bo pilota lahko nadomestil robot? In kaj lahko robotizacija spremeni pri vašem delu? Kako vidite vaš poklic v prihodnosti?*

Simon Ješe: Glede na to, kam gre znanost, je to verjetno možno. Z robotom ali pa tudi brez robota voditi letala kar iz fotelja je že danes možno. Droni, vojaška vodena letala!!

Mislím pa, da bo preteklo še kar nekaj desetletij, da bo to dovoljeno v civilnem letalstvu. Danes si tega v civilnem letalstvu še ne predstavljám, je preveč varnostnih dejavnikov in tudi človek kot potnik tega še ni pripravljen sprejeti.

Ventil: *Kako je z mladimi letalskimi mehaniki? Ali mlade danes ta poklic še zanima? Bi bilo potrebno kaj spremeniti pri njihovem šolanju? Kaj lahko na tem področju stori Fakulteta za strojništvo?*

Simon Ješe: Kar zadnja leta opažám je, da je zanimanje v porastu, vendar pa kandidat vse težje pride do licence, ki ti zagotavlja soliden, da ne rečem normalen zaslužek za preživetje.

Veliko mladih hitro prepozna, da je veliko vložene-ga truda, veliko delovnih praznikov in vikendov, da je družinsko življenje na drugem tiru, zato se kaj hitro odločijo za druge poklice.

Zadnji trend je odhod v tujino, predvsem na sever Evrope, kjer jim nudijo boljša plačila in tudi več pro-



Slika 3 : CRJ 700, ko je sneta prva kuhinja in omara, predno se izvede pregled strukture

stega časa. Nekako imajo urejeno planiranje delovnega časa. Šele na drugem mestu je zaslužek.

Je pa to poklic, ki ga moraš imeti rad. Letalstvo ti mora biti v srcu.

Vzgoja bi se morala pričeti v srednji šoli s pozitivno predstavitvijo poklica. Mladi morajo dobiti celotno sliko obsega profila tehnika, mehanika ali inženirja. Zelo dobro je imeti organizirane ekskurzije, ogled dela v hangarju. Ponuditi jim je treba prakso v vzdrževalni organizaciji.

Je pa ena resnica, da je v Sloveniji malo možnosti za delo v letalstvu, če že nimaš kakšnih privatnih zvez. Ko pa si v sistemu, je mnogo obljub za šolanje in napredovanje, vendar se od obljub ne da živeti.

Ventil: *Kako se razlikuje delo letalskega inženirja in letalskega mehanika?*

Simon Ješe: Letalski inženir je predvsem specialist za določeno področje in ponavadi ni direktno prisoten na letalu. Je specialist na svojem področju, kot je struktura, ali specialist za motorje, električne sklope. Predvsem rešuje ali pripravlja razne systemske modifikacije, komunicira s proizvajalcem letala ter rešuje tudi težje tehnično zahtevne probleme.

Tehnik/mehanik je poklic direktno vezan na letalo. Izvaja vsa redna in izredna dela po programu vzdrževanja: testiranja, popravila, modifikacije, razstavljanje, razne preglede sklopov, preglede strukture ...

Tehniki se ukvarjajo z različnimi področji:

Eni so specialisti za NDT preglede (Non-Destructive Testing).

Tehniki/mehaniki se delijo na osebje, ki dela v glavnem v hangarju (base maintenance), in na osebje, ki dela predvsem na letalih, ki so v rednem prometu (line maintenance):

- ▶ licencirano osebje: licenca B1 (v žargonu so to motoristi, ki imajo licenco, ki pokriva celotno letalo),
- ▶ licenca B2, ki pokriva testiranja navigacijskih, komunikacijskih sklopov z različnimi testerji,
- ▶ mehaniki z licenco A1, ki imajo privilegij zgolj za preglede v linijskem vzdrževanju letal,
- ▶ mehaniki, ki imajo CP (Company Permission) za določena dela na določenem področju letala,
- ▶ kabinski mehaniki,
- ▶ mehaniki v delavnicah, kot so motorska delavnica, delavnica za zavore, za kompozitne materiale, ličarska, kleparska delavnicaTo so bolj specializirani profili mehanika.

Profilov tehnika/mehanika je kar nekaj in vsak je specialist na svojem področju. Nekdo se bo vprašal, kaj pa čistilci in čistilke. Tudi ti morajo poznati določene zahteve in vsak od njih prispeva svoje za dobro vzdrževano letalo.

Ventil: Kakšna je vloga letalskega mehanika, če se zgodi letalska nesreča?

Simon Ješe: Posebne vloge takrat nima, razen če v priročniku ni naveden z imenom in priimkom, da je član tehnične ekipe. Emergency Response Manual vsake letalske organizacije ima tak predpis/navodilo.

Pri samem postopku preiskave pa je zagotovo udeležen, če se izkaže, da je bil podpisnik na kateremkoli delovnem dokumentu za določeno letalo. Vse se arhivira.

Ventil: V življenju ste že marsikaj doživeli. Bi nam lahko zaupali nekaj vaših doživetij doma in v tujini?

Simon Ješe: Res sem veliko doživel, kar se tiče letalstva in vzdrževanja letal, in to večji del v Adrii Airways.

Doživetja so bila velikokrat povezana z dogodki v letu, veliko pa je bilo tudi dogodkov in pripetljajev pri vzdrževanju letal.

Stvari nikoli ne postavljam na veliki zvon, zmeraj pa hočem, da z mladimi delim znanje in jim ga tudi predajam z veseljem. Zmeraj vsakemu mlademu povem, da ni sramota, če nečesa ne veš, vprašaj in bomo skupaj rešili, samo ne dovoli, da pride do še hujših problemov. Iskrenost v letalstvu je bistvenega pomena in na tem se gradi odnos mehanik in pilot. V letalstvu ne boš nikoli vedel vsega in vsak dan izveš kaj novega.

Primer, kako deluje Murphyjev zakon. Kot mladega mehanika so me dodelili, da sem bil na letu med Calgaryjem in Montrealom, ko smo prevzemali letalo od Bombardiera. Prevzemni/preizkusni let. Seveda so se že pri odhodu zadeve začele komplicirati zaradi nedelujočih komand. Nekako smo to uredili in poleteli proti Montrealu. Zelo izkušen testni pilot iz Bombardiera, naš pilot instruktor iz Adrie Airways in moja malenkost. Montreal v snežnem metežu in zaprta pristajalna steza, mi pa iz minuto v minuto v vse slabšem položaju, ker so kot po tekočem traku prihajale okvare letala. Odpoved komande zakrilc, odpoved detekcije stall sistema ... Murphy je bil prisoten. Pilot se ni kaj preveč sekiral, vsaj pokazal ni tega in je nekako kontroliral dogajanje do končne odločitve pilota, da je objavil kontroli letenja pristanek v sili (emergency landing). Letališče v Montrealu se je nekako potrudilo in očistilo 2/3 pristajalne steze za naš pristanek. Neprestano je snežilo. Vse to se je dogajalo v nočnih urah. Pilot, star maček, je nekako pristal, ampak izhod s pristajalne steze ni bil očiščen kot tudi ne vse ostale spojnice. Rekel je: »Sedaj pa glejta, kako gre letalo po celem snegu!« Naslednji problem je bil kako do hangarja, ko pa je vse belo, zasneženo. Pa smo tudi to uspešno prestali in parkirali letalo v hangar.

Kot sem že napisal prigod in tehničnih uspehov je bilo ogromno in bi lahko spisal knjigo.

Ventil: V imenu uredništva Ventil se vam za vaše odgovore iskreno zahvaljujem ter vam želim še naprej veliko zadovoljstva pri vašem delu.

Mag. Aleksander Čičerov
Uredništvo revije Ventil

28. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

VZDRŽEVANJE

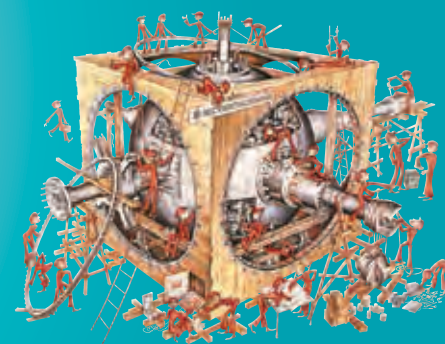
2018



DVS

18. in 19. oktober 2018

www.tpvs.si



KOMBINACIJA CEVI IN PRIKLJUČKOV PUN-H/QS

Cevovodi PUN-H in vtični priključki QS so odlična kombinacija za številne aplikacije. Zagotavljajo delovanje sistemov brez napak vso življenjsko dobo, so odporni na hidrolizo in se lahko uporabljajo v zelo vlažnem okolju.



Slika 1: Cevi PUN-H in priključki QS

Uporaba cevi PUN-H zagotavlja zanesljivo oskrbo s komprimiranim zrakom za vse standardne aplikacije in vlažno okolje, oziroma, kadar so v stiku z vodo, tudi do 50 °C. Zahvaljujoč modificiranim materialom ne pride do pokanja cevi zaradi hidrolize.

Ne samo, da se cevi PUN-H, ki so odporne na upogibanje, lahko inštalirajo, zaradi njihove odpornosti na hidrolizo, kemikalije in mikrobe so primerne tudi za uporabo v prehranski industriji (FDA odobreni materiali). Črna verzija cevi je dodatno odporna tudi na UV in tako primerna za uporabo na prostem.

Časi inštalacije so zahvaljujoč preskušnim vtičnim priključkom kratki. Povezovanje in razklopljenje s

priključki QS je enostavno v Festovi standardni kakovosti in preverjenem principu tesnjenja.

Prozorna verzija cevi omogoča enostavno odkrivanje delčkov, vlage in olja v cevovodih. To zagotavlja enostaven in učinkovit nadzor možnih in potencialnih tveganj v sistemih.

Cevi PUN-H so izdelane iz poliuretana z zunanjo kalibracijo in s premeri 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 in 16 mm, so v modri, črni, srebrni, zeleni, rdeči in rumeni barvi, delovni tlak je lahko med vakuumom 0,95 in tlakom 10 bar, delovna temperatura od -35 do +60 °C.

Vtični priključki QS so iz PBT in imajo ponikljan okrov, tesnilni obroč je NBR, na razpolago so za vse dimenzije cevi PUN-H. Navoj je M, G in R samorezni (M3 do M7, 1/8 do 3/8 »). Primerni so za vakuum do 0,95 in nadtlak 14 bar ter za temperaturno območje med -10 do +80 °C. Odporni so na kemikalije in hidrolizo.

Cevi in priključki se uporabljajo za stisnjen zrak, vakuum in vodo.

Festo nudi tudi zanesljive kombinacije cevi in priključkov, prilagojenih zahtevam naročnikov pri njihovih aplikacijah z različnimi vplivi okolja.

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

IFA M
international trade fair for
automation & mechanics
12.-14.02.2019
Gospodarsko razstavišče, Ljubljana, Slovenia, www.icm.si

S STÄUBLIJEM DO HITREJŠIH MENJAV ORODIJ

Minimiranje neproduktivnega časa zamenjave orodja je ključna naloga vseh operaterjev brizgalnih strojev. Skupni čas, potreben za zamenjavo orodij, je določen z zaporedjem posameznih korakov. Vsaka zamenjava bo zahtevala odklop in ponoven priklop hladilne vode na orodju in druga opravila, kot so hidravlika in elektrika, mehanski transfer orodja na stroj in s stroja ter segrevanje orodja na delovno temperaturo. Za zmanjšanje časa zamenjave orodja na minimum je potrebna podrobna analiza vsakega od teh korakov.



Pri Stäubliju smo strokovnjaki za povezovanje orodij in za vpenjalne sisteme. Imamo dolgoletne izkušnje z analizami kritičnih parametrov, ki morajo biti upoštevani na vsakem koraku, da se zmanjša čas zamenjave orodja na minimum. Kot proizvajalci vseh proizvodov, ki so potrebni za zmanjšanje časa zamenjave orodja, smo idealni za analiziranje zahtev in predlaganje rešitev. To strokovno znanje in znanje o rešitvah za sklapanje vam je na voljo od začetne faze projektiranja naprej, s čimer zagotovimo, da so nameščeni sistemi učinkoviti, enostavni za uporabo in zahtevajo le minimalno vzdrževanje.

Ena izmed prvih izboljšav, o kateri je potrebno razmisliti, je priključitev orodja na hladilno tekočino, hidravliko, elektriko, dušik itd. Uporaba hitrih spojk namesto fiksnih povezav lahko pogosto prinese najpomembnejše zmanjšanje časa pri zamenjavi orodja.

Nadaljnje zmanjšanje je mogoče doseči s prehodom na multispojne sisteme. Postavitev vseh hitrih spojk na par plošč omogoča varno povezavo z enim gibom. Dodatna prednost je odprava napačnih povezav.

Na tej stopnji bi bilo potrebno razmisliti tudi o popolnoma avtomatskem multispojnem sistemu. To lahko privede do dodatnega prihranka v času izpada proizvodnje in zmanjša potrebe po strojnem vzdrževanju, kar pogosto omogoča nadzor več strojev z manj operaterji.

Po izvedbi vsake od zgoraj navedenih izboljšav je treba ovrednotiti naložbo v hitrovpenjalni sistem. Na voljo so tri različne tehnologije - mehanski, hidravlični in magnetni vpenjalni sistem, vsak s svojimi prednostmi in različnimi pristopi v konstrukciji glede na tehnologijo. Izbira najbolj primerne sistema zahteva podrobno analizo posamezne aplikacije.

Mehanski transfer orodja na brizgalni stroj in z njega je lahko počasen proces. Referenčni položaji na nosilcih orodij in žerjavu lahko prihranijo čas pri pozicioniranju orodja. Ravnesne uteži na dviznih jermenicah, da bi se izognili nagibanju, so tudi koristna ideja, s katero se prihrani čas pri namestitvi orodja na stroj. Za orodja, ki se naložijo s strani, je za lažje rokovanje priporočljiva nakladalna miza in/ali vstavna miza. To je lahko preprosta miza z valji ali po meri izdelan in popolnoma integriran transportni sistem.

Orodja je potrebno pred uporabo segreti na delovno temperaturo. Namestitev posebne naprave za predgretje zagotovi, da se naslednje orodje segreje na delovno temperaturo in pravočasno pripravi za proizvodnjo. Že to izboljšanje ponavadi drastično zmanjša čas zamenjave orodja.

S temeljitim postopnim evalvacijskim procesom se čas zamenjave orodja znatno skrajša. Če je čas zamenjave orodja skrajšan na manj kot 10 minut, je na tej stopnji potrebno ovrednotiti dodatne prednosti hitrovpenjalnega sistema.

www.staubli.com
d.kikelj@staubli.com

PARKERJEV PROGRAM CPS – CELOVITE CEVNE REŠITVE

Parkerjev program CPS (Complete Piping Solutions) je celovita cevna rešitev s pripravljenimi cevmi, strokovnimi nasveti, zasnovo, dostavo in montažo.



Program CPS ponuja:

- ▶ primerne in celovite rešitve brez varjenja za nizko- in visokotlačne hidravlično uporabo vse od 1/2" do 10" prirobnic in cevi s premerom od 6 mm do 273 mm;
- ▶ strokovne nasvete vse od zasnove do montaže;
- ▶ rešitve, prilagojene zahtevam strank;
- ▶ popolno integracijo v obstoječe sisteme;
- ▶ spoje Parkerjevega sistema Parflange F37, ki ustrezajo naslednjim standardom: ISO 6162 -1 & -2, SAE J518, vmesnik 3000 psi (Code 61), vmesnik 6000 psi (Code 62), vzorec prirobnice ISO 6164;
- ▶ varnejše in okolju prijaznejše rešitve;
- ▶ optimizacijo časa in stroškov z zmanjšanjem montažnih in vzdrževalnih stroškov ter stroškov testiranja, povečanje produktivnosti in zmanjšanje časa nedelovanja;
- ▶ vse iz enega vira.



Parkerjev zabojnik OnSite

Vir:

Parker Hannifin Sales CEE s.r.o., Czech Republic – Podružnica v Novem mestu, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-mail: parker.slovenia@parker.com, spletna stran: www.parker.com, Miha Šteger

 **JAKŠA**
MAGNETNI VENTILI

od 1965

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



www.jaksa.si



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

3. mednarodna konferenca o
TRIBOLOGJI POLIMEROV**PolyTrib**
201824. – 25. september 2018
Grand Hotel Bernardin, Portorož

| KONTAKT |

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO

Prof. dr. Mitjan Kalin – predsednik konference
Joži Sterle – tajništvoBogšičeva 8
1000 Ljubljana
SlovenijaTel.: +386 1 4771 460
Fax: +386 1 4771 469E-mail: polytrib@tint.fs.uni-lj.si
Web: www.tint-polytrib.com

| SPONZORJI |

Sponzorje/razstavljalce vljudno vabimo k sodelovanju na konferenci. Za več informacij nas prosim kontaktirajte na polytrib@tint.fs.uni-lj.si.

| SEKCIJI POSVEČENI POLIMERNIM ZOBNIKOM |

Poleg tematik, povezanih s polimeri in njihovimi tribološkimi aplikacijami, bo na konferenci PolyTrib 2018 posebna pozornost v obliki ločenih sekcij posvečena **polimernim zobnikom**.

Namen konference je predstaviti trenutno stanje razvoja na tem področju in ga primerjati s specifično problematiko ter zahtevami v industrijskem in drugih sektorjih.

Razprave in prispevki, povezani s **testiranjem polimernih zobnikov**, njihovim **konstruiranjem**, **proizvodnjo** (izdelovanje orodja, brizganje, itd.), **perspektivnimi materiali**, **standardi** in **tribologijo** polimernih zobnikov, so zelo dobrodošli.

www.slovenia.info, foto: Ubalid Tmkocz

Novi 10,1'' INDUSTRIJSKI MONITORJI IN PANELNI RAČUNALNIKI BECKHOFF

V sklopu sejma SPS IPC Drives v Nurembergu je Beckhoff med drugim predstavil tudi novo serijo vgradnih panelov z 10,1-palčnim zaslonom. Zaslon je občutljiv na dotik in ima ločljivost 1024 x 600 (WSVGA) z razmerjem stranic 16 : 9. Na voljo so sledeči modeli:

- ▶ CP6900-0001-0000 (monitor z vmesnikom DVI/USB),
- ▶ CP6600-0001-0020 (panelni računalnik s procesorjem ARM Cortex™),
- ▶ CP6700-0001-0050 (panelni računalnik s procesorjem Intel® Atom™, do 4 jedra).

Oba računalnika poganja operacijski sistem Windows Embedded Compact 7, za CP6700-0001-0050 pa sta na voljo tudi Windows Embedded Standard 7 ali Windows 10.

Računalnika CP6600-0001-0020 in CP6700-0001-0050 s programsko opremo TwinCAT (opcija) postaneata zmogljiva PC-krmilnika za krmiljenje procesov in kompleksno kontrolo gibanja, namenjena pa sta tudi za uporabo v avtomatizaciji stavb. Dvojedrni ali štirijedrni procesor sta posebej primerna v zvezi s TwinCAT 3, ki podpira večjedrne sisteme



za optimalen izkoristek razpoložljive računske moči procesorja.

Več informacij o novi seriji in ostalih produktih dobite na www.beckhoff.si ali pri podjetju Beckhoff Avtomatizacija, d. o. o.

Vir:

Beckhoff Avtomatizacija, d. o. o., Zbiljska cesta 4, 1215 Medvode, tel.: 01 361 30 80, faks: 01 361 30 81, internet: www.beckhoff.si, e-mail: S.Gorse@beckhoff.com

MINIPLINSKE VZMETI BANSBACH

Podjetje INOTEH dopolnjuje svoj prodajni program z miniplinskimi vzmetmi proizvajalca BANSBACH, ki ustrezajo skoraj vsem aplikacijam.



Miniplinske vzmeti

Serije 3/8 mm, 3/10 mm in 4/12 mm so zaradi svoje kompaktne zgradbe in velikosti še posebno primerne za prostorsko omejeno vgradnjo. Potreben je samo prostor širine treh oziroma štirih mm za batnico. Tudi premeri cilindrov (8 mm, 10 mm in 12 mm) omogočajo uporabo v zelo omejenem prostoru.

Osnovne značilnosti:

- ▶ hod 10–150 mm,
- ▶ sila na batnici 7–200 N,
- ▶ velika odpornost proti koroziji,
- ▶ minimalna vrednost trenja,
- ▶ optimalno mirno delovanje.

Več informacij o miniplinskih vzmeteh in drugih proizvodih proizvajalca BANSBACH 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: info@inotech.si, internet: www.inotech.si

AKTUATORJI PC THOMSON S SERVOMOTORJI

PC-serija elektromehanskih aktuatorjev, ki jih izdeluje podjetje **THOMSON**, ima na področju linearne tehnologije poseben ugled. Aktuatorje odlikujejo izjemne zmogljivosti, kot so velika nosilnost in hitrost ter dolgi hodi.



Aktuator serije PC (vir: www.thomsonlinear.com)

Aktuatorji PC so sedaj opremljeni s paletno ustreznih servomotorjev Kollmorgen AKM. Proizvajalec podjetje THOMSON jih sestavi in testira.

V podjetju THOMSON kupcem lahko pomagajo pri izbiri idealne kombinacije aktuator/motor in tako privarčujejo na času pri dimenzioniranju in izbiri ustreznih motorjev.

Prednosti serije PC so:

- ▶ dolga življenjska doba,
- ▶ velike hitrosti (do 1,66 m/s),
- ▶ krajši časi delovnih ciklov,
- ▶ kompatibilnost z ostalo opremo,
- ▶ dolgi hodi (do 1200 mm),
- ▶ primerni so tudi za težke pogoje delovanja.

Podjetje INOTEH, pri katerem kupci dobijo tudi več informacij, je na slovenskem tržišču zastopnik za aktuatorje proizvajalca **THOMSON**.

Vir:

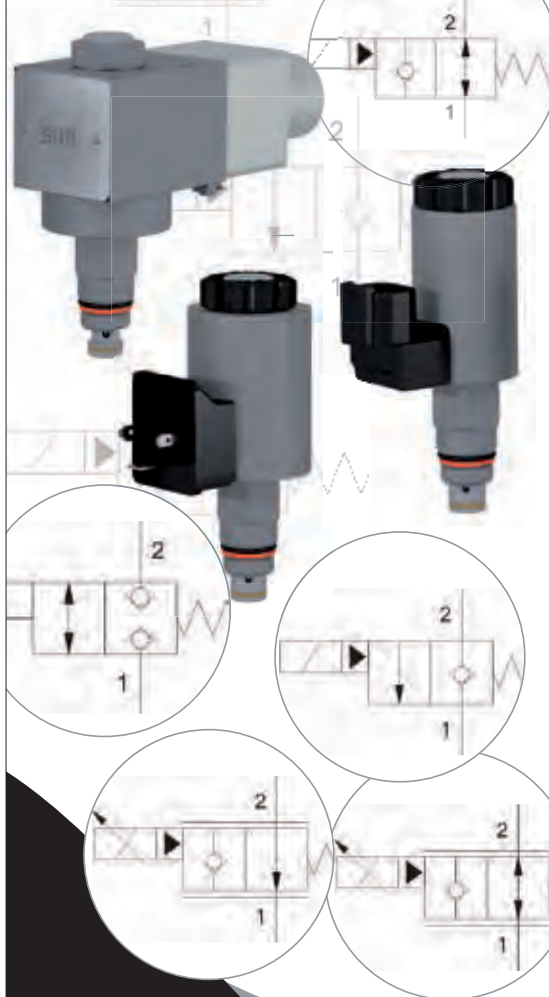
INOTEH, d. o. o., K železnici 7, 2345 Bistrica ob Dravi, tel.: +386(0)2 673 01 34, faks: +386(0)2 665 20 81, e-mail: info@inotech.si, internet: www.inotech.si

SUN FLeX

Elektromagnetni & Ventili

in Tuljave SUN FLeX™

- Plavajoča izvedba konstrukcije ventilov
- 10 milijonov vklopno-izklopnih delovnih ciklov
- Rešitve cenovno primerljive s konkurenčnimi na trgu
- Ventili primerni za visoke pretoke
- Ekstremno nizko notranje puščanje
- Ventili primerni za eksplozijsko nevarna področja



SUN hydraulik®
GmbH

Brüsseler Allee 2 | 41812 Erkelenz | Germany
Tel.: +49 24 31/80 91 0 | Fax: +49 24 31/80 91 19
sales@sunhydraulik.de | www.sunhydraulik.de

THOMSON T-CASE™ LINEAR RACE® GREDI: ROBUSTNA IN EKONOMIČNA REŠITEV ZA APLIKACIJE V AVTOMATIZACIJI

Serija gredi T-Case proizvajalca THOMSON, katerega zastopnik na slovenskem tržišču je podjetje INOTEH, dopolnjuje prodajni program gredi proizvajalca z robustno in ekonomično rešitvijo za aplikacije v avtomatizaciji.

Močan material

Uporablja se jeklo 1.1213/CF53 za kompaktne gredi in jeklo 1.1221/C60E za cevaste gredi, kar omogoča uporabo v najzahtevnejših okoljih.

Trdota

Gredi T-Case imajo natančno trdoto 60–63 HRC za omogočanje dolge življenjske dobe.

Natančen premer

Gredi T-Case so proizvedene s premerom tolerance h6.

Možnost kromiranja

Na voljo je kromiranje standardne debeline 8–15 µm. Kromirane gredi se uporabljajo, kadar se zahteva korozijska odpornost.

Odrezane na dolžino

Gredi je mogoče odrezati in obdelati po vaših željah. S tem se prihrani dodatna obdelava ob prejetju gredi.



Gredi THOMSON T-Case (vir: www.thomsonlinear.com)

Več informacij o vodilih proizvajalca THOMSON dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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

HYDAC

www.hydac.com

INTERNATIONAL

HYDAC - že več kot 50 let vaš zanesljiv partner za vse projekte, ki zahtevajo fluidno tehnologijo - hidravliko, elektroniko, inženiring.

Slovenija,

Hydac d.o.o.
Tržaška cesta 39,
SI-2000 Maribor

telefon: +386 [2] 460 15 20
email: info@hydac.si
internet: www.hydac.si

Hrvaška

Hydac d.o.o.
Oraškovičeva 6c,
HR-10010 Zagreb

telefon: +385 [0]1 485 4270
e-mail: info@hydac.hr
internet: www.hydac.hr

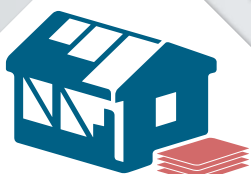
Srbija

Predstavništvo Niš, Srbija
Bulevar Dr. Zorana Đinđića 2/3/1,
18000 Niš - Srbija

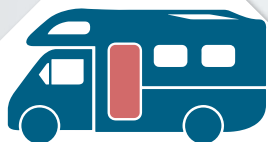
telefon/fax: +381 [18] 251 514
e-mail: info@hydac.rs
internet: www.hydac.com

51. MOS

Teh



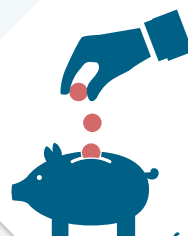
MOS Dom



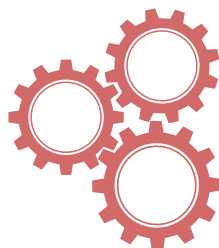
MOS Tur



MOS Biz



MOS Plus



MOS Teh

OPREMA IN
MATERIALI
ZA OBRT IN
INDUSTRIJO

STROJI, ROBOTI, MEHANIZACIJA,
PROFESIONALNO ORODJE,
OPREMA ZA PROIZVODNJO
IN VZDRŽEVANJE VOZIL

www.ce-sejem.si

11.-16. SEPTEMBER
2018
CELJSKI SEJEM



POCLAIN HYDRAULICS S PRIZNAN- JEM ZA KAKOVOST IZDELKOV NAJBOLJŠI V SKUPINI POCLAIN

Poclain Hydraulics, ki je po številu zaposlenih tretja največja med enajstimi tovarnami v mednarodni skupini Poclain, je lani zabeležila vrsto uspehov in izboljšav v svojem poslovanju. Največji dosežek je izkazala pri zagotavljanju nivoja kakovosti svojih izdelkov, kar so prepoznali francoski lastniki in ji za najboljšo enoto v skupini podelili posebno priznanje. S sistematičnim pristopom, izboljšano organizacijo in timskim delom so uspeli zmanjšati število neustreznih proizvodov za tretjino glede na leto 2016, hkrati pa so s partnerskim pristopom dosegli opazen napredek tudi pri izboljšanju kakovosti izdelkov slovenskih dobaviteljev, ki jih žirovski obrat potrebuje za nadaljnjo širitev obsega proizvodnje hidravličnih ventilov, ki jih s 300 zaposlenimi izdeluje za zahteven svetovni trg.



Direktor Aleš Bizjak poudarja, da se trendi povečanega povpraševanja po njihovih izdelkih nadaljujejo tudi v letošnjem letu in zato tudi uspehi žirovske tovarne nikakor niso naključje: »Leto 2017 smo zaključili več kot uspešno, saj smo dejansko preseгли vse zastavljene cilje. Tako smo celotne prihodke v višini 31 milijonov preseгли za 6,5 odstotkov oziroma za 2 milijona evrov, v letu 2018 pa jih načrtujemo v višini 36 milijonov evrov. Že lani smo na trgu zaznali večje povpraševanje, potrebe po naših kakovostnih izdelkih pa se intenzivno povečujejo tudi letos. Kot je videti, bomo verjetno tudi letos beležili višjo rast od previdene, kar bo zagotovo pogojevalo tudi dodatne zaposlitve. Na to priznanje, ki ga je med enajstimi močnimi proizvodnimi enotami v skupini Poclain dobila prav naša žirovska tovarna, sem



Aleš Bizjak, direktor Poclain Hydraulics, d. o. o.

zelo ponosen, saj v podjetju stremimo k odličnosti, ta pa se prvenstveno odraža prav v zadovoljstvu naših kupcev. Njen najmočnejši gradnik je namreč kakovost, ki jo izboljšujemo v vseh delovnih procesih. Med vrhunske ponudnike se torej ne uvrščamo samo po poslovnih izkazih in rezultatih, pač pa nas navdihuje vedno večje zadovoljstvo kupcev, kar so prepoznali tudi naši francoski lastniki. S svojim kakovostnim pristopom smo si tudi znotraj tako močne in v svetu ugledne mednarodne korporacije okrepili položaj, s tem pa ne le izpolnili, pač pa celo presegli njihova pričakovanja.«

Gorazd Leban, ki v podjetju vodi oddelek za kakovost s 14 zaposlenimi, poudarja, da so v letu 2017 intenzivno izboljševali sinergije med posameznimi oddelki ter poskrbeli za uveljavitev najnovejših standardov za vodenje kakovosti v razvoju, proizvodnji, vgradnji in odpremi njihovih izdelkov: »V začetku leta 2017 smo pridobili certifikat ISO TS 16949, še prej pa smo morali nadgraditi naše procese, dvigniti zavedanje o pomenu kakovosti ter zagotoviti sodelovanje zaposlenih na vseh nivojih. Dosledno smo sledili zastavljeni strategiji in pri tem imeli vso podporo vodstva. Z rezultati smo zelo zadovoljni, saj smo sistematično izboljšali komunikacijo s kupci, za kar je bilo potrebno okrepiti tudi izobraževanje in povečati osebno odgovornost zaposlenih. Če smo v letu 2016 reklamacije kupcev reševali še posredno, preko naših prodajnih služb v skupini Poclain, smo lani to spremenili in se kot kompetenčni center za proizvodnjo ventilov direktno povezali s kupci. Naša ekipa, ki se ukvarja z reklamacijami, šteje 5 zaposlenih in je izjemno prodorna, učinkovita in uspešna, zato nas kupci že prepoznavajo kot referenco na področju hidravličnih ventilov. Z uredničenjem zastavljenih aktivnosti smo tako lani v celoti izpolnili akcijski plan, v katerega so bili vklju-



Gorazd Leban, vodja oddelka kakovosti v PH



Ksenija Frelih, vodja poprodajnih storitev in oddelka za izboljšanje zadovoljstva kupcev

čeni vsi oddelki v naši tovarni. Danes dobro vemo, kakšni so naši cilji izboljšav v prihodnje. Podrobna analiza nam je namreč ponudila otipljiva izhodišča, kako reševati reklamacije pri njihovem izvoru, kar smo implementirali tudi v letošnje načrte. Reklamacije najpogosteje beležimo pri maloserijski proizvodnji, kjer na linijah izdelamo od 5 pa do največ 30 ventilov. Čeprav uporabljamo metode moderne industrije in uporabljamo avtomatske testne naprave, so pri izdelavi nekaterih starejših vrst tipskih ventilov tudi tveganja in možnosti za človeške napake pogostejši. Da stremimo k stalnim izboljšavam, prepoznavajo tudi naši lastniki v Franciji, zato so nas v skupini Poclain za našo učinkovitost in plodna prizadevanja nagradili s priznanjem za odličnost. Dodatno to dokazujemo še z najnovejšim standardom **IA TF 16494**, ki smo ga pridobili februarja letos, saj s procesi in proizvodi, ki prihajajo iz naše tovarne, v celoti uresničujemo visoke zahteve avtomobilske industrije.«

»Priznanje, ki ga je naša žirovska tovarna prejela za največji napredek pri izboljševanju zadovoljstva kupcev znotraj celotne skupine Poclain, nam res veliko pomeni,« pravi inženirka kakovosti **Ksenija Frelih**, vodja poprodajnih storitev in oddelka za izboljšanje zadovoljstva kupcev v družbi Poclain Hydraulics. »Z njim dokazujemo, da smo izjemno hitri in odzivni pri reševanju reklamacij, kupce hitro servisiramo, morebitne neskladnosti, ki jih znamo, pa na terenu in pri montaži obravnavamo prednostno. Število reklamacij smo lani v primerjavi z letom 2016 zmanjšali za 33 odstotkov, pri čemer imamo v maloserijski proizvodnji kar 2500 različnih tipov ventilov, ki jih po naročilu izdelujemo v serijah od 5 do 30 kosov. Pri reklamacijah rutine ni, vsak kupec je za nas enako pomemben. Kot ekipa smo izjemno fleksibilni in motivirani za nove izboljšave. Delamo po skupnih pravilih, naše delo pa kot učinkovito podpora procesom prepoznavajo tudi drugi oddelki. Trenutno nas je v oddelku zaposlenih pet, poleg mene sta tu še dva inženirja kakovosti in dva serviserja, ki ugotavljata in odpravljata napake na terenu.«

Poudarila je, da je v skupini Poclain, ki za svetovni trg izdeluje črpalke, ventile in motorje, ventil pravzaprav najšibkejši člen in tudi prvi indikator, ki pokaže, kje je pravzaprav vzrok napake: »Hidravlika je zelo občutljiva na mikrosko majhne nečistoče, ki pa se lahko pojavijo v sistemu tudi pri samem kupcu, in takih primerov je več kot polovica. To se zgodi na primer pri neustrezni filtraciji olja, daljšem ali neustreznem skladiščenju ventila ali pa prihaja do težav pri njihovi vgraditvi. Mi delamo na celotnih sistemih in vsako reklamacijo z vso resnostjo obravnavamo. Ventile prevzamemo, jih natančno pregledamo, analiziramo ter pripravimo oceno. Zelo pomembno je, kako je posamezna komponenta vgrajena, pod kakšnimi pogoji in kako je sistem vzdrževan. V primerih nepravilne uporabe naši razvojniki kupca podučijo, kako naj ravna v prihodnje, da do podobnih težav ne bi več prihajalo. Naše kupce, kot so Renault Trucks, Daimler, Iveco, Caterpillar, Volvo, John Deere, Bobcat in druge, katerih proizvodnja je čista in pretežno avtomatizirana ter robotizirana, redno obiskujemo, pri tem pa smo pozorni na potencialne nevarnosti, da bi jih lahko skupaj z našimi naročniki tudi pravočasno eliminirali. S takimi standardi in pristopom bomo lahko obvladovali tveganja in v še večji meri izboljševali zadovoljstvo kupcev.«

Vodja montaže **Andrej Kunc**, ki v treh izmenah organizira delo za 19 zaposlenih, poudarja, da so za doseganje odličnosti izboljšali vse procese dela – od sodelovanja z dobavitelji pa do sestave, preverjanja in vgradnje izdelkov ter njihove odpreme; glavno vodilo jim je, da napak ne ponavljajo in skrbijo za stalne izboljšave. **Aleš Dremelj**, ki že leto dni opravlja testiranje in preverjanje delovanja hidravličnih ventilov za zavorne sisteme za traktorske prikolice, bagre in kombajne, se pohvali, da na njegovi liniji doslej reklamacij še niso imeli.

V oddelku odpreme, kjer ventile pakirajo za odpremo kupcem, **Alen Mrčič** vodi štiri zaposlene. Ti ventile pakirajo bodisi v samostojne standardne ali posebne pakete za odpremo do evropskih in ameriških kupcev ter sestavljajo palete. Dnevno lahko naložijo tudi do 30 palet in s hitro pošto razpošlje-



Andrej Kunc, vodja montaže



Alen Mrčič, oddelek odpreme



Aleš Dremelj



Blaž Miklavčič, vodja obratovalnice

jo povprečno 20 paketov, večino pa jih odpremo s kamioni. Do končne destinacije lahko potujejo z letali ali ladijskimi prevozi. Napakam v pošiljanju se kljub obilici dela in množici različnih proizvodov učinkovito izogibajo z doslednim izvajanjem posebnih pravil priprave in kontrole pošiljk.

Vodja obratovalnice **Blaž Miklavčič** navaja, da poleg oddelka kakovosti nekatere meritve uspešno opravljajo sami na oddelku v proizvodnji, predvsem tam, kjer poteka fina obdelava in je potreben stalen nadzor.

Ksenija Frelih je letos med prejemnicami subvencije, ki jih za izobraževanje mladih menedžerk v menedžmentu, financah in vodenju podeljuje Združenje Manager.

Inovativno žirovsko podjetje **Poclain Hydraulics**, ki 90 odstotkov svojih prihodkov ustvari z izvozno dejavnostjo, v zadnjem desetletju z novimi francoskimi lastniki uspešno vstopa na nove trge k največjim svetovnim igralcem in je danes v svetu med najprepoznavnejšimi na področju ventilov za hidravlične transmisije ter med štirimi vodilnimi v proizvodnji ventilov za zavore. Njihov celotni proizvodni program zajema ventile za zaprte in odprte tokokroge, ventile za zavore ter hidravlične naprave in preizkuševališča, proizvajajo pa tudi bate za motorje in črpalke ter aksialne motorje. Z njimi že prodirajo na tržišče transmisij in vzporedno z avtomatiza-

cijo in robotiko za nadgradnjo proizvodnje sledijo smernicam in industrijskim standardom 4.0. Skladno s politiko skupine Poclain in z razvojem ključnih znanj stremijo k boljši učinkovitosti, odličnosti poslovanja in vrhunski kakovosti izdelkov. Tovarna v Žireh je danes pomemben kompetenčni center za hidravlične ventile in hidravlične naprave znotraj skupine Poclain, obenem pa tudi tehnološki center za avtomatske preizkuševalne naprave hidravličnih sestavin.

Skupina Poclain, ki ima sedež v Verberierju v Franciji, za trg razvija in proizvaja visokozmogljive hidravlične sestavine in sisteme, večinoma za hidravlične hidrostatične pogone. Sem sodijo hidravlični motorji in črpalke, hidravlični ventili, naprave, celotni sistemi ter z njimi povezana elektronika. Skupina posluje na treh kontinentih v 20 državah in z več kot 2.000 zaposlenimi letno ustvari za približno 380 milijonov evrov prihodkov. Tehnološko dovršene, energijsko varčne in okolju prijazne izdelke skupina Poclain trži preko vseh svojih 11 tovarn, 20 lastnih pisarn ter 180 distributerjev po vsem svetu. Hidravlične sestavine in sisteme, ki jih razvijajo v Žireh, tako omogočajo nemoteno obratovanje številnih industrijskih delovnih strojev, zlasti v gradbeništvu, kmetijstvu, rudarstvu, luškem, ladijskem in drugem transportu.

Služba za odnose z javnostmi Poclain Hydraulics

Upoštevanje človeka
je prvo pravilo robotike.



Man and Machine

www.staubli.si

Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?

Kontakt: Brane Čenčič, Tel.: 00386 41 747 536, brane.cencic@domel.com



Stäubli is a trademark of Stäubli International AG, registered in Switzerland and other countries. © Stäubli 2016, Semaphore & Co 2014
"Man and machine" is a registered trademark of Stäubli International AG.

OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana168
- ▶ BECKHOFF, d. o. o., Medvode.....147
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....161
- ▶ DAX, Electronic Systems, d. o. o., Trbovlje.....171
- ▶ DOMEL, d. d., Železniki.....165
- ▶ DVS, Ljubljana153
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin85, 172
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart128
- ▶ HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija 120
- ▶ HYDAC, d. o. o., Maribor..... 160
- ▶ ICM, d. o. o., Celje..... 116, 123, 154
- ▶ IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)
NORGREN, Lesce..... 85
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija 146
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana156
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje 85
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana..... 85
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin 85, 103
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.),
Novo mesto..... 85
- ▶ PH Industrie-Hydraulik GmbH,
Spröckhovel, Nemčija..... 101
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri.....85, 86
- ▶ POMURSKI SEJEM, d. d., Gornja Radgona.....113
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana85, 88
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....110, 111
- ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana 85
- ▶ STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ.....129
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana 146
- ▶ SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija159
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo 107, 115, 157, 170
- ▶ UM, Fakulteta za strojništvo127
- ▶ VISTA HIDRAVLIKA, d. o. o., Žiri..... 85
- ▶ YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica124

FLOYD GIBBONS: RDEČI BARON – ZGODBA O BARONU VON RICHTHOFNU

Prva svetovna vojna je neposredne boje med vojskujočimi se stranmi prvič prenesla tudi na nebo. Knjiga avtorja Floyda Gibbonsa prinaša natančen opis zračnih bitk ter usodo enega največjih letalskih asov te vojne, barona Manfreda von Richthofna.



Knjiga je razdeljena na enajst poglavij, ki nimajo naslovov. Avtor, ki se je kot ameriški dopisnik udeležil vojne v Evropi (1917), je s podrobnim pregledom arhivske dokumentacije tako na angleški kot tudi na nemški strani osvetlil pot »rdečega barona«, ki se je poistovetil z načelom: »Ubijati in ubijati in ubijati!« Sestrelil je 80 bojnih letal in v osebnih spopadih na različne načine ubil sto

ljudi: z ustrelitvijo pilotov in njihovih spremljevalcev, zažiganjem letal, ki so strmoglavila na zemljo, raztreščil je zavezniška letala in jih sklatil na zemljo. Letala prve svetovne vojne so imenovali »leteče škatle« ali kar »drvarnice«. Večinoma so bila izdelana iz lesa, platna in žic. Le motor je bil kovinski. Bila so počasna, večkrat so odpovedala, piloti so leteli brez padal, taktike zračnih bojev niso poznali. Luping ali ostrí zavoj sta bila neznanki. Z bojem človeka proti človeku se je uveljavil izraz »zračni vitezi«. Eden najbolj znanih je bil baron Manfred von Richthofen, ki je izhajal iz ugledne aristokratske družine. Od iniciacije (okrog 7. leta starosti) ga odvajajo od matere in dajo v vojaško šolo. Tradicija je zapovedovala, da sinovi vstopijo v vojsko in postanejo konjeniki. Šola je bila kruta. Pravijo, da se častnik po zaključku akademije ni nikoli več smejal! Postal je človek brez občutkov. Lothar, njegov brat, je bil ena redkih izjem. Kmalu je konja zamenjal za letalo in se izšolal za pilota. Kot lovec po srcu je vedno hotel nasprotniku videti v oči in šele potem sprožiti. Kot pilot je v hipu zablestel, saj je postal lovec v pravem pomenu besede.

Rojen je bil v Breslau 2. maja 1892. Bil je velik individualist, prava podoba klenega Nemca, visok, vitek, plavolas in modrih oči. Dekleta so se rada obračala za njim in mu pisala zaljubljena pisma. Z njimi ni znal! Bil je natančen in čeprav so bili njego-

vi letalski začetki zelo nerodni (celo izgubil se je v tridimenzionalnem prostoru), je postal odličen pilot in snovalec novih borbenih taktik. Njegov ubijalski nagon ga je spodbujal, da je končno opravil pilotski izpit (1915. leta). Avtor knjige je do rdečega barona neusmiljen, navajam: »Za Richthofna je bilo ubijanje prav tako dolžnost, vendar je prevladal njegov lovski nagon. V zrak se je poganjal predvsem zato, da bi ubijal in še več – žrtev je pri tem lahko videl tudi od blizu.«¹ Sprva so piloti svoja letala hoteli čim bolj zamaskirati, zato so jih prebarvali z različnimi barvami. Toda obrisi letal so se z zemlje zelo jasno videli. Baron von Richthofen je izbral drugo taktiko. Svoje letalo je dal prebarvati v kričeče rdeče, kot da bi nasprotniku želel vreči rokavico v obraz. Podoba rdečega barona je bila dokončno izrisana. Njegova lovski strast ga je silila k temu, da je vročično sledil svojemu nemočnemu nasprotniku do tragičnega konca. Nad njegovo glavo s kratko pristrženimi svetlimi lasmi je lebdela pošastna krona, ki je označevala najsposobnejšega posamičnega krvnika v uničujočem vojaškem stroju.² Čeprav tudi nasprotna stran ni ostajala ravnodušna do ubijalskega stroja, leta 1917 še ni bilo junaka, ki bi se lahko uspešno spopadel z rdečim baronom. Štel je že 61 zrušenih letal in razumljivo je, da bi njegova smrt zbila moralo nemškim silam. Tu pa je treba omeniti dejstvo, da so bili letalci pogosto navzkriž s povelji glede ravnanja z ujetniki letalci. Namesto da bi jih zajeli, so jih odpeljali na letališče, jih pogostili, oskrbeli, če so bili ranjeni, jim nazdravili in se pogovorili o medsebojnem vojskovanju. Viteštvo se je izkazalo v tem, da je sestreljeni dvignil čašo v čast moža, ki ga je sestrelil, z izjavo, da mu je bilo v čast bojevati se s tako sposobnim nasprotnikom. Baron von Richthofen pa je iz dneva v dan postajal večji »bog vojne«. »Znal je leteti, streljati, se boriti in ubijati – bolje kot kdor koli.«³ Nikoli pa se ni pustil fotografirati pred bojnim poletom. To je veljalo za slab znak. Prva svetovna vojna je počasi spreminjala svoj mrtvaški ples. Britanski modeli: dvosedežna letala Bristol, enosedežni lovci S.E.5 in dvosedežni bombniki D.H.4. so se že lahko postavili ob bok hitrim nemškim albatrosom in halbertstadtom. Medsebojnim spopadom so oboji rekli kar »pretep«, kar pa ni moglo izničiti dejstva, da so rdečemu baronu

¹ F. Gibbons: Rdeči baron, Zgodba o baronu von Richthofnu, op. cit.: str. 78, Cankarjeva založba Skupina Mladinska knjiga, 2017.

² F. Gibbons, ibid., str. 134.

³ F. Gibbons, ibid., op. cit.: str. 215.

rekli »najuspešnejši posamični morilec na nebu«. Na nebu so se pojavila nova angleška letala »sopwith camel«, ki so bila opremljena z mitraljezoma vickers in lewis. Ljubkovalno so jim rekli kar »sopsi«. Rdeči baron pa je iz zmage v zmago vse bolj napredoval. Kmalu je postal učitelj in začel zbirati pilote, ki so bili pripravljene, navdušeni in srčni bojovníki. Njegovo merilo je bila predvsem sposobnost posameznega pilota in ne, koliko mu je posameznik všeč. Njegov trokrilni fokker je postal znan kot »le petit

rouge« (fr. : mali rdečko), nihal je zmago za zmago vse do 21. aprila 1918, ko je končal svojo pot pod streli Kanadčana Roya Browna. Branje, ki bralca pritegne in odbije hkrati.

Knjigi so dodani: seznam Richthofnovih zmag, besede o avtorju F. Gibbonsu in opis prvega lovskega polka (nem.: Jagdgeschwader I) barona Manfreda von Richthofna. Cankarjeva založba, ISBN 978-961-282-290-3, 2017, 325 strani, 34,99 €.

ALI JE SKRIVNOSTNO IZGINOTJE AMELIE EARHART DOKONČNO POJASNJENO?

Amelia Earhart je bila ameriška pilotka, ki je kot prva ženska preletela Atlantski ocean. Morda bi bila celo prva, ki bi obkrožila svet, če njeno letalo ne bi izginilo leta 1937 v Pacifiškem oceanu.



Že nekaj časa polnijo internetne strani ugibanja o tem, ali so našli ostanke pilotke Amelie Earhart in njenega kopilota. In kdo sploh je bila ta letalka?

Amelia Earhart se je rodila 24. julija 1897 v Atchisonu, Kansas, v Združenih državah Amerike. Vsaka sled za njo in njenim navigatorjem Fredom Noonanom je izginila 2. julija 1937.¹

Prvo srečanje z letali je doživela okrog leta 1918 na Kanadski nacionalni razstavi v Torontu. S prijatelji so ogledovali letala na bližnjem gričku, kjer ju je opazil eden od pilotov. Spustil se je navzdol in ju preletel. Amelia je v rdečem letalcu prepoznala znak svoje bodoče usode. 15. maja 1923 Amelia postane 16. ženska v Združenih državah Amerike, ki pridobi

pilotsko licenco Mednarodne aeronavtične federacije (Fédération Aéronautique Internationale – FAI).

Amelia je seveda spremljala dogajanja na področju letalstva. Navduševala se je nad Charlesom Lindberghom, ki je leta 1927 preletel Atlantik. Pojavila pa se je tudi pilotka Amy Guest, ki je načrtovala prelet Atlantskega oceana. Bližalo se je leto 1932. 20. maja 1932 je poletela iz Harbour Gracea na Novi Fundlandiji in po 14 urah in 56 minutah pristala na severnem Irskem. Pred poletom okrog sveta je Amelia opravila še več dolgih poletov in preizkušala opremo. Žal se njen polet ni končal uspešno, letalo z njo in navigatorjem je izginilo in pojavile so se številne teorije o njenem izginotju. Ena od njih trdi, da se je letalo zrušilo in potopilo. Hipoteza, da sta z navigatorjem pristala na otoku Gardner (danes poimenovan Nikamaroro), se tudi ni izšla. Obstaja tudi teorija, da sta postala japonska ujetnika.

Najnovejše znanstvene raziskave kosti in drugih ostankov kažejo v smer, da gre za Amelio Earhart. Najbrž pa bo potrebno še malo počakati, da bodo ugibanja potrjena z znanstveno potrjenimi podatki in bo usoda letalke Amelie pojasnjena.² Prav gotovo bi bile stvari še jasnejše, če bi odkrili njeno letalo Lockheed Model 10-E Electra. Amelia je bila tudi uspešna pisateljica. V njenih delih spoznamo njena razmišljanja o letalstvu in letenju nasploh (Last Flight – 1937, 20 Hrs, 40 Min – 1928, The Fun of It – 1933, Letters from Amelia: An Intimate portrait of Amelia – 1982, My Life as an explorer – 1925, The Journals of Lewis and Clark – 1969 in še druga.

¹ Več o Ameliji Earhart v https://en.wikipedia.org/wiki/Amelia_Earhart <15.3.2018>.

² Glej tudi <http://www.msn.com/en-us/news/us/bones-found-on-a-pacific-island-belong-to-amelia> <14.3.2018>.

Spoštovani!

Vabljeni na 1. strokovno konferenco IKTEM 2018 za IKT, elektroniko in mehatroniko dne 31. maja do 1. junija 2018 v Kranjski Gori (hotel Ramada resort). Na konferenci se boste lahko udeležili zanimivih delavnic in poslušali zanimiva tehnična predavanja.

Preverite program delavnic/predavanj na:

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

Kranjska Gora
hotel
Ramada resort
Slovenija

31. 5. 2018
in
1. 6. 2018

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

Organizatorja:
**svet
ELEKTRONIKE**
**svet
MEHATRONIKE**

Zlati
sponzor



Srebrni
sponzorji



Bronasti
sponzorji



Partnerji
konference



IKTEM: 03.04.18 - updated

1. dan / 1st day 31.05.2018

7:45 - 8:25 Registracija udeležencev in jutranja kava / Registration and morning coffee

8:30 - 8:55 *Hall Ovalna*
Otvoritev konference, pozdrav organizatorja in Uvodno predavanje /
Organizers' greeting and Keynote speaker

9:00 - 9:55 *Hall Ovalna*
Integracija radijskih modulov, EU in FCC regulative /
Radio module integration, EU and FCC requirement

	Hall Ovalna "C"	Hall Ovalna "D"	Hall Planica "A"	Hall Planica "B"
10:00	Microchip IoT EBV	Interconnection and sensing solutions in IoT applications from TE Connectivity Farnell element14	EMC zaščita / EMC protection WURTH	LT Spice SW Analog devices
11:30	Kava / Coffee	Kava / Coffee	Kava / Coffee	Kava / Coffee
11:45	STM IoT EBV	Rutronik	EMC zaščita / EMC protection WURTH	Različne topologije stikalnih napajalnikov / Various Switching Power Supply Topologies Analog devices
13:15	Kosilo / Lunch	Kosilo / Lunch	Kosilo / Lunch	Kosilo / Lunch
14:30	EBV IoT EBV	Low Power Wireless, STM32, LoRa Arrow	Automotive Rutronik	Učinkoviti stikalni napajalni moduli / Effective Switching Power Supply Modules Ardis
16:15	ZIP-Line Planica / Entertainment ZIP-Line			
20:00	Večerja / Dinner			



Konferenca za IKT
elektroniko in mehatroniko
Conference for ICT, electronics and mechatronics

2. dan / 2nd day 01.06.2018



	Hall Ovalna "C"	Hall Ovalna "D"	Hall Planica "A"	Hall Planica "B"	Hall Vršič
8:00	3D Experience CAD/CAM Group	NB IoT Quectel	Internet stvari v Telekomu Slovenije Telekom Slovenije	3D printanje kovine / 3D Metal Printing 3Way	Android programiranje I. / Android programming I.
9:30	Odmor / Break	Odmor / Break	Odmor / Break	Odmor / Break	Odmor / Break
9:45	Mentor graphics CAD/CAM Group	Napredna uporaba osciloskopov / Advance use of oscilloscopes Rohde Schwarz	LoRa, NB IoT SEMTECH	Metode naprednega 3D skeniranja / Methods of advanced 3D Scanning 3Way	Android programiranje II. / Android programming II.
11:15	Kava / Coffee	Kava / Coffee	Kava / Coffee	Kava / Coffee	Kava / Coffee
11:30	Altium designer 18 HTEUREP	Napredna uporaba modernih osciloskopov / Advanced use of modern oscilloscopes Rohde Schwarz	Designing the future - new technologies enable exciting new designs for the IoT Avnet Abacus	SOLIDWORKS 3D rešitve od načrtovanja do proizvodnje / SOLIDWORKS 3D solutions from design to production Solid World	Android programiranje III. / Android programming III.
13:00	Zaključek konference in poslovilni prigrizek / Wrap-up with farewell snack				



© Ventil 24(2018)2. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 24(2018)2. 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 24
Year Letnica 2018
Number Številka 2

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

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

Oblikovanje naslovnice in oglasov: Narobe Studio, d. o. o., Ljubljana
Lektoriranje: Marjeta Humar, 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

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



Zasnuj, izdelaj, preizkusi!

POLETNA ŠOLA STROJNIŠTVA

SI ŽE KDAJ POSKUSIL IZDELATI IZDELEK, KI PRAV ZARES DELUJE?

Pridruži se Poletni šoli strojništva, kjer boš najprej izdelek zasnoval, ga izdelal v laboratoriju in ga na koncu praktično preizkusil. Po končani poletni šoli izdelek lahko odneseš s seboj domov, da ga pokažeš svojim prijateljem in domačim.

KDAJ?

Od vključno 21. do 24. avgusta 2018.

KJE?

Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva cesta 6, 1000 Ljubljana.

KDO?

Osnovnošolci od 7. do 9. razreda in srednješolci od 1. do 3. letnika.

DELAVNICE!

Na voljo je 9 zanimivih delavnic.

PRIJAVA!

Na izbrano delavnico se prijaviš prek spletne prijavnice. Prijave so možne do vključno 29. 6. 2018 oz. do zapolnitve mest pri posamezni delavnici.





www.dax.si

EPSON
EXCEED YOUR VISION

**VSE V DOSEGU.
TUDI CENA.**



T3 SCARA

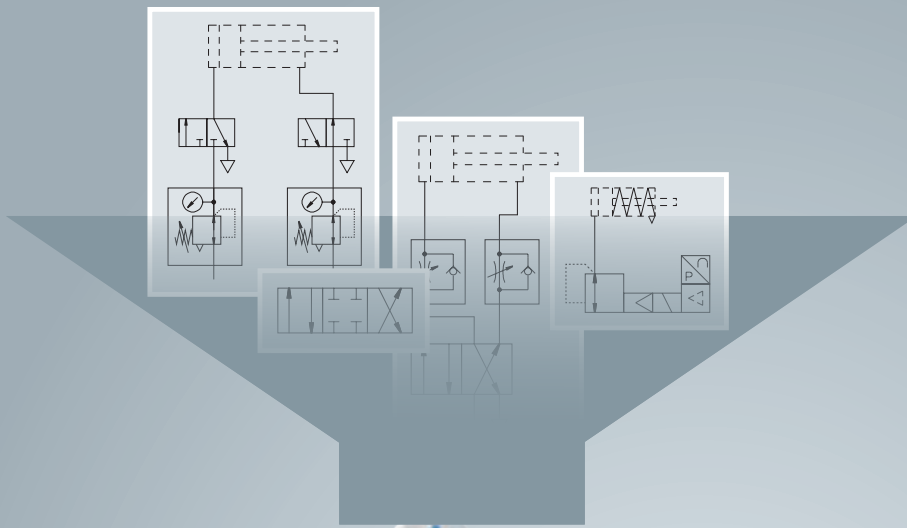
400 mm

3 kg

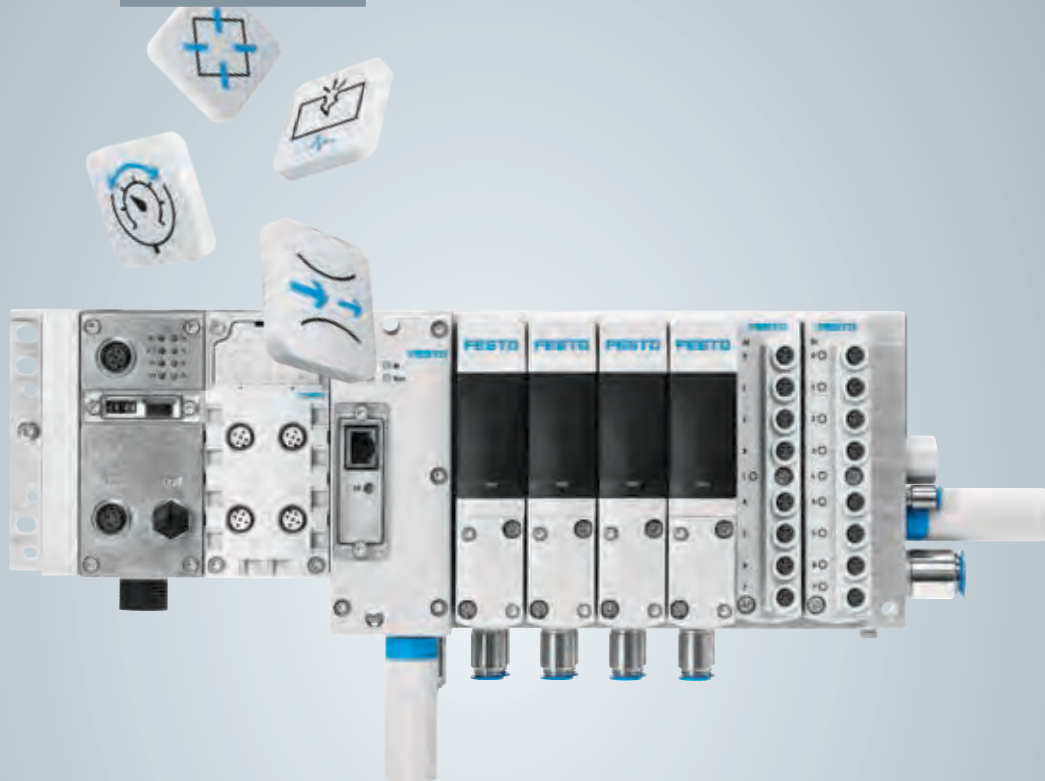
6.990 EUR

KONTROLER V BAZI ROBOTA

RAZVOJNO OKOLJE RC+7



FESTO



Vi se zanašate na maksimalno fleksibilnost
 Vi iščete inteligentne in intuitivne rešitve
 Mi naredimo pnevmatiko, ki deluje digitalno

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

Pnevmatika deluje digitalno: Festo »Motion terminal-VTEM« je prvi na svetu

Različne funkcije, vedno ista strojna oprema! Najsi bo za standardne funkcije direktno krmiljenih ventilov, kot so na primer 4/2, 4/3, 3/2, ali za prednastavitev časa gibanja, lahko sedaj vse funkcije krmilite z uporabo aplikacij. Za maksimalno fleksibilnost in standardizacijo, zmanjšanje kompleksnosti in časov inštalacije ter mnogo drugih koristi. Več najdete na: → www.festo.com/motionterminal



23. – 27. 4. 2018
 Hall 15, Stand D11

Festo, d.o.o. Ljubljana
 Blatnica 8
 SI-1236 Trzin
 Telefon: 01/ 530-21-00
 Telefax: 01/ 530-21-25
 Hot line: 031/766947
sales_si@festo.com
www.festo.si