

# VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 26 / 2020 / 3 / Junij

Svetovni dan  
meroslovjaVodotopni papir za  
zaščito korena zvaraRazvoj inteligentnega  
planocentričnega  
prenosnikaSodelujoči roboti -  
razvoj in uporaba v  
montaži

## PPTcommerce d.o.o.

### HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

[www.ppt-commerce.si](http://www.ppt-commerce.si)

**FISHER**

**ELMatic**™

Dantorque

**HYTORK**®

**Shafer**®

**BETTIS**™

**Field**

**EMERSON**™  
Process Management



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



**FESTO**

**POCLAIN**  
Hydraulics

**OPL**

**Parker**



**MIEL**® **OMRON**  
www.miel.si

**la&co**

**Rexroth**  
Bosch Group  
Zastopstvo

**ppt commerce**

**OMEGA**  
**AIR**

Sinergija premikanja. Hidravlika. Pnevmatika. Linearna tehnika.

# HIDRAVLIČNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

## KRIZA, KULTURA, INDUSTRIJA, GOSPODARSTVO, POLITIKA ...



Slovenija je krizo korona virusa preživela relativno brez večjih težav. Podobno velja tudi za industrijo, gradbeništvo, kmetijstvo in druge veje gospodarstva. Seveda pa so tudi tu izjeme: na primer turizem, promet, logistika in še nekatera druga področja. Toda to velja danes. Kako bo jutri? Predvsem v gospodarstvu so ljudje zaskrbljeni, kako bo jeseni, ko bodo pošle zaloge iz preteklosti in zelo lahko nastane plačilna nesposobnost številnih podjetij, kar vodi v verižno reakcijo dolgov in ponovno v krizo.

Tudi prebivalstvo se v splošnem strinja z ugotovitvijo, da je kriza minila dokaj brez bistvenih zapletov, seveda če izvzamemo nekaj deset tisoč nergačev, ki nikoli niso zadovoljni. Zanimivo, da so prav tisti, ki v skupno (državno) blagajno z davki prispevajo najmanj in iz nje stalno vlečejo, najbolj kritični do vsega.

V času krize so učitelji delali v težkih pogojih, a so delali; kmetje so delali povsem normalno, kot da krize ni; industrija je izrabila vsako priložnost za proizvodnjo in oskrbovanje trga; gradbeništvo je saniralo ceste z vso razpoložljivo opremo in delovno silo; trgovine, vsaj večina, so se trudile po svojih močeh; podobno je bilo v drugih vejah industrije in gospodarstva.

Kaj pa kulturniki? Ne, njim pa ni treba delati, ni se jim treba prilagajati interesom ljudi in ni jim treba skrbeti za delo na trgu in se boriti za stranke. Čeprav niso imeli nobenih gledaliških, opernih, koncertnih in podobnih predstav v času pandemije, so dobivali polno mesečno plačilo, so jamrali in še jamrajo in javno protestirajo.

Da ne bom napačno razumljen. Vem, da velika večina nas tehnikov ali inženirjev ni proti kulturi. Vsi jo podpiramo, vsi smo njeni uporabniki in celo ustvarjalci. Toda meje so tudi tu. Ali je strgana slovenska zastava ob nosečem trebuhu kultura, ali je to norčevanje iz verskih simbolov, dojenje živali, pisanje po urejenih fasadah itd.?

Zakaj so prav kulturniki med najbolj pogostimi udeleženci protestov? To je vprašanje? A odgovor, če smo malo poredni, je preprost: to so nevzgojeni otroci. Ko jim daš en prst, hočejo celo roko. Če roke ne dobijo, jočejo, kričijo, se mečejo ob tla in pogosto agresivno izražajo svojo nejevoljo.

Zakaj številni ustvarjalci kulture pri nas živijo zelo dobro in so s svojim statusom zelo zadovoljni? Zakaj imajo nekateri razprodane dvorane? Tudi tu je odgovor preprost. Ti ustvarjalci delajo kulturo, ki je všeč ljudem. Kakšna pa je kultura, ali je to sploh kultura, ki je ljudje ne sprejmejo oziroma jo sprejme le peščica ljudi. To je podobno, kot bi Revoz v Novem mestu izdeloval slabe avtomobile, ki se ne bi prodajali, ali avtomobile, ki bi jih kupila le peščica ljudi. Oni pa bi zahtevali plačilo od države, ker delajo, a ljudje ne razumejo njihovih proizvodov in niti ne razumejo, kaj je dober avto. V takšnem stilu se izražajo in argumentirajo svoja ustvarjanja naši kulturniki.

Lansko leto so nekateri romanopisci v svetu zaslužili prek 50 milijonov evrov. Kaj pišejo naši pisatelji, da se njihove knjige ne prodajajo, kaj delajo slikarji, da se slike ne prodajajo, kaj delajo glasbeniki, da jih ljudje ne poslušajo itd.? Če bi Revoz delal take avtomobile, bi tovarno že davno zaprli. Pa tu lahko naštejemo več sto takšnih podjetij. Kaj pišejo Pregel, Novak, Manzini, Svetina in drugi naši pisatelji, ki se pogosto oglašajo v javnosti, da ne prodajo svojih izdelkov? Naj pišejo v angleščini, naj pišejo zanimivo in všečno.

Podobno velja za televizijske nanizanke. Zakaj v svetu uspevajo mehiške, turške in druge nanizanke? Pa te niti niso posnete v angleškem jeziku, ampak v njihovem nacionalnem. Vem, naši kulturniki bi rekli, da to ni kultura in da se oni ne gredo tako nizkega nivoja. Da pa protestirajo po ulici, pa zanje ni nizek nivo.

Tudi strojniki in vsi v industriji se moramo na trgu za pridobitev posla boriti v angleškem in še v kakšnem drugem jeziku. Vsak naš tehnični ali nek drug pohištvenci, gradbeni, tekstilni proizvod ali proizvod živila, hrane, ki ga damo na trg, je izpostavljen zelo veliki konkurenci. Vsak naš proizvod mora biti všečen ljudem, da ga opazijo, in mora biti funkcionalen, da služi namenu. Zanj moramo odgovarjati v vseh pogledih (kakovost, varnost).

Kaj pa kulturniki? Oni morajo izpolniti samo en pogoj: njihov proizvod mora biti všečen ljudem. Ni treba, da je resničen, da je varen, ni treba, da je funkcionalen, zanj ni treba dati garancije, ga servisirati, niti ni reklamacij, ki bi bile povezane s stroški.

*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](http://www.ppt-commerce.si)



**EMERSON**<sup>™</sup>  
Process Management



**BETTIS**<sup>™</sup>

**Dantorque**<sup>™</sup>

**HYTORK**<sup>™</sup>

**Shafer**<sup>®</sup>





|   |     |
|---|-----|
| <b>  DOGODKI • POROČILA • VESTI</b>   |     |
| <b>Dominika Rozoničnik</b>  |     |
| 20. maj – svetovni dan meroslovja .....   | 158 |
| <b>  NOVICE • ZANIMIVOSTI</b> .....   | 166 |
| <b>  MEHANSKI SKLOPI V MEHATRONIKI</b>  |     |
| <b>Gorazd Hlebanja, Miha Erjavec, Luka Knez, Simon Kulovec, Jože Hlebanja</b>       |     |
| Towards Intelligent Planocentric Gear Train for Robotic Industry – Part 2 .....     | 172 |
| <b>  VARJENJE CEVOVODOV</b>   |     |
| <b>Matej Pleterski, Domen Zorko, Damjan Klobčar</b>                                 |     |
| Uporabnost vodotopnega papirja za zaščito korena zvara .....                        | 180 |
| <b>  SODELUJOČI ROBOTI</b>  |     |
| <b>Dragica Noe</b>  |     |
| Sodelujoči roboti – razvoj in uporaba v montaži .....                               | 186 |
| <b>  TESTIRANJE POGONOV</b>   |     |
| <b>Matija Oblak, Matej Zorko</b>  |     |
| Naprava za testiranje centralnih pogonov za električna kolesa .....                 | 194 |
| <b>  VZDRŽEVANJE HIDRAVLIKE</b>   |     |
| <b>Franc Majdič</b>   |     |
| Vzdrževanje hidravličnih naprav – 8. del .....                                      | 200 |
| <b>  PREDSTAVITEV</b>   |     |
| Zagotavljanje kakovosti in varnosti hrane z uporabo pravega maziva .....            | 204 |
| <b>  AKTUALNO IZ INDUSTRIJE</b>   |     |
| Cilindri DFLC/DFLG z držalno zavoro DACS (FESTO) .....                              | 208 |
| Električni linearni aktuator Electrak® MD (INOTEH) .....                            | 209 |
| Tlačna stikala in merilniki tlaka SUCO v zdravstvu (INOTEH).....                    | 210 |
| Optimizacija skupne učinkovitosti opreme v industriji plastike (STAUBLI) .....      | 211 |
| <b>  NOVOSTI NA TRGU</b>  |     |
| Serija konektorjev cevnih vpenjal se stalno širi (ELESA+GANter) .....               | 212 |
| Magnetni sistem za merjenje linearnega in kotnega pomika (ELESA+GANter) .....       | 213 |
| Varnostne zavese GuardShield 450L (FBS Elektronik) .....                            | 214 |
| Industrijski blažilniki sunkov v novih dimenzijah PowerStop 2.0 (INOTEH) .....      | 215 |
| Servopogonski sistem v kit izvedbi (La & Co) .....                                  | 216 |
| Zebra ZD220 (LEOSS) .....   | 217 |
| Popolna prenova serije kompaktnih krmilnikov Sysmac (MIEL Elektronika) .....        | 218 |
| Merilnik Service Master CONNECT (PARKER HANNIFIN) .....                             | 220 |
| Hitre spojke ultraFLOW (S3C) .....  | 221 |
| <b>  PODJETJA PREDSTAVLJAJO</b>   |     |
| Kompaktni frekvenčni pretvornik – Omron Q2V (MIEL Elektronika) .....                | 222 |
| Energetska analiza in kako izboljšati sistem kompresorskih postaj (OMEGA AIR) ..... | 224 |
| Pripravljenost na prihodnost in industrijo 4.0 (SMC Industrijska avtomatika) .....  | 226 |
| <b>  LETALSTVO</b>  |     |
| <b>Aleksander Čičerov</b>   |     |
| Jean Batten – Greta Garbo sinjega neba .....  | 228 |
| <b>  LITERATURA • LETALSTVO</b>   |     |
| Aviation Cybersecurity: Regulatory Approach in the European Union .....             | 230 |
| Catastrophes Aériennes – Les passagers ont le droit de savoir .....                 | 232 |
| <b>  PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI</b>   |     |
| Zanimivosti na spletnih straneh .....   | 234 |

# 20. MAJ – SVETOVNI DAN MEROSLOVJA

## Merjenja za globalno trgovino

Dominika Rozoničnik

Vsak dogodek ima svojo vrednost in pomen le, če znamo iz njega potegniti najboljše. Vsako leto ob svetovnem dnevu meroslovja, ki ga obeležujemo 20. maja, ko je bila leta 1875 v Parizu podpisana Meterska konvencija in so bili postavljeni temelji mednarodnega merskega sistema, Urad RS za meroslovje organizira večji dogodek.



Kolaž različnih meroslovne zgodbe v slikah iz Dneva meroslovja 2020

Žal v trenutnih razmerah dogodka z druženjem in mreženjem »meroslovcev« ni bilo mogoče izpeljati v do sedaj uveljavljeni obliki. Zato smo se odločili, da ga organiziramo nekoliko drugače – na »oddaljen« način.

**Mag. Dominika Rozoničnik**, Urad RS za meroslovje

Vsak teden, vse od 6. 5. do vključno 20. 5. 2020, smo skupaj z nosilci nacionalnih etalonov, pooblaščenimi izvajalci overitev meril, gospodarstveniki, akademsko sfero, sodelavci, uporabniki in drugimi, ki se dnevno ukvarjajo z merjenji, pripravljali zelo zanimive prispevke, ki smo jih širili med slovensko javnost. Osrednja tema letošnjega dneva meroslovja, s katero smo tudi zaključili tretji sklop prispevkov, je bila *Merjenja za globalno trgovino*.

Zavedanje o pomenu meritev za globalno trgovino seže daleč v zgodovino, saj so že v obdobju antike, Bizanca in v poznejših obdobjih skozi kraje današnje Slovenije vodile vojaške in trgovske poti, ki so pome-nile blagovno menjavo in z njo povezane meroslovne aktivnosti. Zato ni presenetljivo, da so tako kot nekoč tudi danes zanesljiva merjenja podlaga za pravično trgovino tako na nacionalni kot tudi na mednarodni oziroma globalni ravni. To je bil tudi eden od razlogov, da je 17 držav 20. maja 1875 podpisalo t. i. Metrsko konvencijo, kar je bila prelomna točka za razvoj med-narodno harmoniziranih meritev. Ta dan je bil zato proglašen za mednarodni dan meroslovja.

Naše gospodarstvo se danes na trgu srečuje z ne-izprosno konkurenco, ki ji lahko konkurira le z izvr-stno kakovostjo. To neizpodbitno in verodostojno dokazuje le s točnimi meritvami, ki jih zagotavlja z natančnimi merilnimi instrumenti in dodelanimi me-todami merjenja, ki jim lahko na podlagi primerljivih in sledljivih meritev potrošnik oziroma trg zaupa. V Strategiji meroslovja v Republiki Sloveniji do leta 2025 smo si zato kot glavno strateško usmeritev razvoja nacionalnega meroslovnega sistema zadali ustvariti meroslovno podporo za tehnološki preboj slovenskega gospodarstva, s čimer bo mogoče po-večanje konkurenčnosti tako na domačem kot tudi globalnem trgu.

Kako velik pomen imajo merjenja v gospodarstvu, je težko izraziti v denarju. Lahko pa zadeve pred-stavimo z različnimi meroslovnimi zgodbami, ki so jih z različnih področij življenja – od medicine, go-spodarstva, izobraževanja, trgovanja, varstva pri delu do raziskovanja itd. – zapisali različni avtorji v okviru Dneva meroslovja 2020. Tukaj bi zaradi pro-storske omejenosti izpostavili le nekaj kratkih izse-kov, več pa jih je dosegljivih na spletni strani Urada RS za meroslovje.

Čeprav smo zaradi nepredvidene epidemiološke situacije bili primorani dogodek ob letošnjem sve-tovnem dnevu meroslovja organizirati nekoliko dru-gače, ocenjujemo, da je bila to čudovita izkušnja in



*Tehtnica je zakonskom merilo za merjenje mase*

## Novosti na področju avtomatskih tehtnic

Proizvajalci, ki uporabljajo avtomatske tehtni-ce za pripravo in/ali kontrolo predpakiranih iz-delkov, paketov in druge polnjene embalaže, potrebujejo zaupanje, da so tehtane mase v zahtevanih mejah. Prekomerno polnjenje ne-gativno učinkuje na dobičkonosnost proizvo-dnje, premajhno polnjenje lahko pomeni kr-šitev predpisov. Zato je bil v EMPIR projektu 14RPT02 AWICal Traceable calibration of au-tomatic weighing instruments operating in the dynamic mode (Sledljiva kalibracija avtomat-skih tehtnic v dinamičnem načinu delovanja), v katerem je pod vodstvom Urada sodelovalo 10 partnerjev iz EU, razvit postopek za kalibracijo in oceno merilne negotovosti za avtomatske tehtnice, ki v dinamičnem načinu delujejo na proizvodni liniji in se uporabljajo za pripravo predpakiranih ter podobnih izdelkov. Postopek je osnova nastajajočega kalibracijskega vodila EURAMET za avtomatske tehtnice. Posledično bodo zagotovljeni mednarodno usklajen pristop h kalibraciji avtomatskih tehtnic, po-enotena vsebina kalibracijskih certifikatov in za-nesljive informacije o točnosti ter negotovosti tehtanja skrbnikom kakovosti.

*Mag. Matej Grum, Urad RS za meroslovje*

## V Sloveniji SIQ vzdržuje etalon časa na najvišjem nivoju

Še posebej v obdobju, ko se je življenje prak-tično ustavilo, lahko vidimo, kako zelo relativ-no je človeško dojemanje časa. V resnici pa je čas najbolj točno definirana enota znotraj sis-tema enot SI. Ste se kdaj vprašali, kako točno nam uspe definirati sekunde, minute, leta, celo tisočletja? Za lažjo predstavo: negotovost prave vrednosti našega etalona časa, ki ga reali-ziramo z uro na cezijev atomski curek, lahko ocenimo na približno 1 s v treh milijonih let.

Danes je sekunda definirana kot trajanje 9.192.631.770 nihajev elektromagnetnega va-lovanja, ki ga odda atom cezija 133 v nemote-nem osnovnem stanju ob prehodu med dvema hiperfinima energijskima nivojema.

Poznavanje točnega časa je danes pomembno predvsem pri uvajanju digitalizacije in za delo-vanje večine sistemov, ki omogočajo moderen način življenja (komunikacija, navigacija, ban-čne transakcije, šifriranje podatkov, raziskave vesolja itd.).

*Mag. Matjaž Lindič, SIQ Ljubljana*



## Razvoj tehnologije gravimetričnega merjenja na področju doziranja praškastih snovi

Področje gravimetričnega doziranja praškastih snovi je precej kompleksno, saj so delci zaradi svojih fizikalnih lastnosti precej težko obvladljivi. Tehtanje in doziranje takšnih delcev na miliali pa celo na mikrogram natančno je zato zelo oteženo in predstavlja uporabnikom velik izziv, predvsem v eksplozijsko ogroženih okoljih.

Naše znanje in izkušnje s področja tehtanja smo zato usmerili v razvoj visoko natančnih gravimetričnih dozatorjev za sipke in nesipke praške ter granulate, primerne za uporabo tudi v eksplozijsko ogroženih okoljih (IECEX certifikat). V okviru projekta, ki ga sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, smo zasnovali družino dozatorjev z vgrajeno inteligentno senzoriko in adaptivnim krmilnim sistemom, ki omogoča zelo natančno doziranje majhnih količin praškastih snovi. Sistem omogoča večjo varnost v proizvodnjah, kjer imajo opravka z nevarnimi ali eksplozivnimi praškastimi snovmi, ter večji nadzor nad dozirano količino in posledično porabo snovi.

*Urška Bukovšek, ALBA, d. o. o.*



*Cezijev etalon za realizacijo časa, SIQ Ljubljana*

tudi dana priložnost spoznati, da se taki dogodki lahko razvijajo, modernizirajo in nam omogočijo še bolj učinkovito komunikacijo med različnimi deležniki na meroslovnem področju.

Iz vseh prispevkov smo tako lahko iz resničnih meroslovnih zgodb videli, da so merjenja zelo pomembna za naše življenje in globalno trgovino. Njihov pomen pa se z nastalo epidemiološko situacijo na svetu še povečuje in pridobiva na veljavi.

## Pomen meritev v procesu razvoja medicinskega respiratorja

Respirator DIHAM je t. i. turbinski tlačni respirator z lastnim motorjem in puhalom, ki za delovanje ne potrebuje komprimiranega zraka, temveč zgolj električno napajanje ter vir kisika. S svojo napredno zasnovo omogoča delovanje v treh različnih načinih in se tako prilagaja bolniku glede na stopnjo prizadetosti pljuč. Dvojni tlak oziroma t. i. BIPAP zagotavlja dihanje namesto pacienta, ko ta ni pri zavesti oziroma je v komi. CPAP preko maske ali tubusa čaka na pacientov vdih oz. tako imenovani »trigger«. Tempo dihanja tako narekuje pacient, respirator pa mu pri tem pomaga. V načinu High flow tok zraka, obogaten s kisikom, potuje skozi nos pacienta in s tem pacientu med samostojnim dihanjem zagotavlja zadosten pretok in količino kisika

*Nejc Demšar, LOTRIČ Meroslovje*

## Metode za določanje virusa SARS-CoV-2 lahko uporabimo za sledenje virusa v odpadnih vodah

Na Nacionalnem inštitutu za biologijo smo se pridružili raziskavam v boju proti virusu SARS-CoV-2. Eno od bistvenih orodij pri omejevanju razširjanja virusa je zanesljiva diagnostika virusa pri okuženih. Žal se je v času epidemije izkazalo, da so nekatere metode, razvite za določanje virusne nukleinske kisline, manj občutljive, kar lahko vodi do lažno negativnih rezultatov. Da bi podprli razvoj zelo občutljive referenčne metode in omogočili ovrednotenje kontrolnih materialov ter s tem izboljšali zanesljivost diagnostičnih metod, se je v okviru Delovne skupine za analizo nukleinskih kislin Posvetovalnega odbora za množino snovi: Meroslovje v kemiji in biologiji pričela medlaboratorijska primerjava za kvantifikacijo virusa SARS-CoV-2. Metodo za identifikacijo virusa SARS-CoV-2 na podlagi njegove nukleinske kisline smo v našem laboratoriju že uvedli in bomo z njo sodelovali v medlaboratorijski primerjavi.

Enako metodo z ustrežno prilagoditvijo lahko uporabljamo tudi za komplementaren način spremljanja širjenja virusa SARS-CoV-2 v populaciji. Virus se namreč od okuženih oseb lahko sprošča v odpadne vode.

*Dr. M. Milavec, K. Bačnik, O. Maksimović Carvalho Ferreira, Z. Kogej, dr. D. Kutnjak, dr. N. Mehle, dr. I. Gutiérrez-Aguirre, prof. dr. Maja Ravnikar, NIB*

# 53. MOS TEHNIKA



OPREMA IN ORODJA ZA PODJETJA IN DOMAČE MOJSTRE

Največja poslovno-sejemska prireditev v regiji  
s 53-letno tradicijo



16.-20. september 2020  
**CELJSKI SEJEM**

## VECTOR 2020

Podjetje Igus GmbH je eno vodilnih svetovnih proizvajalcev sistemov energijskih verig in polimernih drsnih ležajev. Sedež družinskega podjetja je v Kölnu, v kar v 35 državah pa ima podjetje Igus svoje podružnice in zastopništva. Podjetje že več kot 50 let dela na področju polimerov za gibljive aplikacije, razvija inovativne rešitve in ima največji testni laboratorij v tej industrijski panogi. To podjetju Igus omogoča, da svojim kupcem po vsem svetu lahko ponudi inovativne rešitve in po meri izdelane izdelke v zelo kratkem času.



Sodobne energijske verige predstavljajo najvitalnejši del avtomatizacije. Zagotavljajo varen prenos energije, podatkov, signalov in medijev in so pri tem ves čas v gibanju. Univerzalno se lahko uporabljajo pri inženiringu žerjavov, v proizvodnji strojnega orodja, za industrijske robote in za laboratorijsko tehnologijo. Sposobne so hitrih pospeškov, gibov in hodov, ki so lahko dolgi tudi več sto metrov, brez prekinitev in vibracij. Hkrati skrbijo za optimiziran potek dela in racionalno ter učinkovito upravljajo stroje v smislu energije in stroškov.

Natečaj **vector award**<sup>®</sup> je namenjen kreativnim aplikacijam, ki vključujejo uporabo sistemov za oskrbo z energijo v obliki energijskih verig s kabli in cevmi. Nagrado VECTOR pa prejmejo najbolj izvirne in inovativne aplikacije sistemov za oskrbo z energijo.

Letos je bil to že 7. Natečaj. Prvi natečaj vector pa je bil že daljnega leta 2008. Natečaj poteka vsako drugo leto, saj se izmenjuje z natečajem manus<sup>®</sup>.

Vzporedno z mednarodnim natečajem vector v organizaciji podjetja HENNLICH poteka tudi natečaj vector za področje Slovenije, tako da natečajniki iz Slovenije hkrati sodelujejo kar na dveh izborih. V kratkem vas bomo obvestili tudi o načinu podelitve letošnjih nagrad SLO vector 2020.

### Nagrajenci v letu 2020

Letošnja razglasitev nagrajencev je bila zaradi omejitve malo drugačna kot prejšnja leta in je potekala v elektronski obliki in na daljavo.

Letos je na natečaju sodelovalo skupno 266 rešitev iz 32 držav. Od vseh prijavljenih je 53 rešitev prišlo v ožji izbor, izmed teh pa je neodvisna sedemčlanska žirija strokovnjakov izbrala letošnje zmagovalce. Prejšnji teden se je letošnja žirija zaradi prepovedi druženja sestala preko Teamsov.

Po skupno treh ocenjevalnih krogih so na koncu izbrali nagrajence mednarodnega natečaja 2020.

Izjemno so se letos odrezali slovenski konstruktorji in inženirji.

Od skupno 266 prijav jih je bilo kar 30 iz Slovenije. Fantastičen dosežek. Tretji po skupnem številu prijav, absolutno prvi po številu prijav na milijon prebivalcev.

#### Število prijav na milijon prebivalcev

|    | Država    | Št. prijav | Št. prebiv. (cca) | Index* |
|----|-----------|------------|-------------------|--------|
| 1  | Japonska  | 36         | 127.000.000       | 0,283  |
| 2  | Poljska   | 34         | 38.000.000        | 0,895  |
| 3  | Slovenija | 30         | 2.000.000         | 15,000 |
| 4  | Nemčija   | 27         | 82.000.000        | 0,329  |
| 4  | Indija    | 27         | 1.368.000.000     | 0,020  |
| 6  | Koreja    | 16         | 51.000.000        | 0,314  |
| 7  | Francija  | 14         | 65.000.000        | 0,215  |
| 8  | Mehika    | 10         | 132.000.000       | 0,076  |
| 9  | Italija   | 9          | 59.000.000        | 0,153  |
| 10 | Španija   | 8          | 46.000.000        | 0,174  |

Zaradi izjemnega prispevka slovenskih avtorjev smo se v podjetju Hennlich odločili, da bomo ponovno organizirali razglasitev zmagovalcev SLO vector 2020. Leta 2018 je bila prva prireditelj s skupno 11 prispevki, letos pa jih je kar 30.

Glede na situacijo in različne omejitve bosta razglasitev in predstavitev po virtualnih medijih.

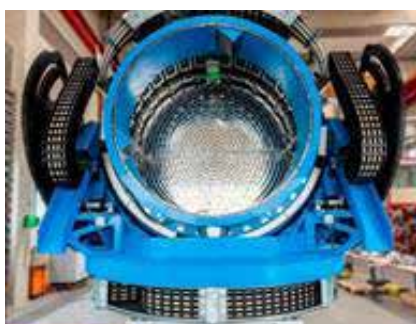


## Fantastične VSEBINE, ki so jih poustvarili naši partnerji, fantastične ZGODBE



**Zlati vector 2020** je dobilo podjetje Gildemeister Italiana S. p. A., Italija.

V sodobnih avtomatskih večvretenskih stružnicah se uporablja 8 energijskih verig, 64 kablov in 73 cevi. Poseben izziv so bile zahteve po kompaktni zasnovi, vrtenju in najvišji natančnosti.

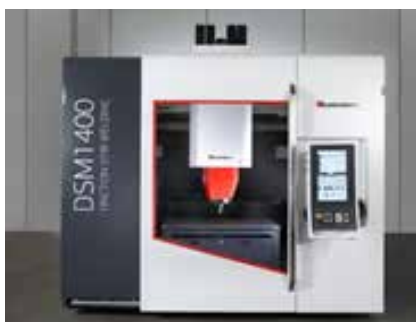


**Srebrni vector 2020** je dobilo podjetje AlpinaTec Technical Products GmbH, Avstrija.

Projekt GESTRA je radarski sistem za iskanje in kartiranje vesoljskih naplavin.

Izziv: omejen konstrukcijski volumen, zahtevnost in stopnja razporeditve osi, pa tudi veliko število linij.

Rešitev: sistem RBR in dvostranski sistem z dvojno verigo za zanesljivo oskrbo anten.



**Bronasti vector 2020** je dobilo podjetje Grenzebach Maschinenbau GmbH, Nemčija.

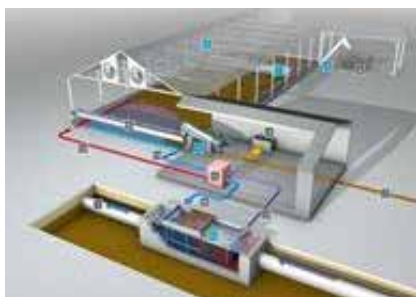
V portalnem sistemu za torno mešanje varjenja je bil izziv fleksibilna dobava medija za varilno glavo.

Rešitev: neposredna gibljiva jermenska sklopka z energijsko verigo R4, nameščena v neodvisni napajalni enoti Grenzebach.

Poleg tega so letos prvič podelili nagrado **zeleni vector** – nagrado za trajnostne rešitve. Podeljena je bila podjetjema Drop Water Co iz ZDA in Huber SE iz Nemčije.



**Podjetje Drop Water Co** za svoje naprave za pitno vodo uporablja »readychain®« rešitve. Posebnost avtomata za pitno vodo je, da potrebuje le priključek za vodo, embalaža pa je 100-odstotno razgradljiva.



**Podjetje Huber SE** se v čistilni napravi za čiščenje vode v Egiptu zanaša na sistem za sušenje blata iz čistilnih naprav s sončno energijo. Tu se pitna voda iz onesnaženega kanala Bahr El Baqar reciklira za 500.000 ljudi. Za oskrbo z energijo avtomatske naprave se uporablja 128 enot igusovih e-verig s hodom 100 metrov.

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

## 12. IFK v DRESDNU

Letošnji 12. Mednarodni kolokvij o fluidni tehniki (12. IFK 2020), ki je bil prestavljen zaradi pandemije, bo zasedal od 12. do 14. oktobra 2020 v mednarodnem kongresnem centru v Dresdnu, ZR Nemčija. Organizator kolokvija Katedra za fluidno-mehatronske sisteme Instituta za mehatroniko Tehniške univerze v Dresdnu na čelu s prof. Jürgenom Webrom je uspešno obvladal izzive časa in zagotavlja uspešno izvedbo kolokvija, vzporedno razstavo fluidne tehnike in druge prireditve.



Utrinek iz kongresne dvorane 10. IFK 2016 v Dresdnu

Vodilna tema 12. IFK je *Fluidna tehnika – tehnologija prihodnosti* (angl. Fluid Power – Future Technology). Prijavljenih je več kot 100 znanstvenih prispevkov. Organizator pa dovoljuje in pričakuje od avtorjev, da svoja izvajanja dopolnijo z mogočimi novimi dosežki in spoznanji, do katerih so prišli v času od napovedanega rednega zasedanja v marcu 2020.

Dodatne informacije so na voljo na spletnem naslovu:

[www.ifk.2020.com](http://www.ifk.2020.com). Glejte tudi informacije v naši reviji: Ventil 25(2019)6 – str. 455 in 26(2020)1 – str. 73.

### Vir:

Press release: Technische Universität Dresden, Faculty of Engineering, Institute of Mechatronic Engineering, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden, BR Deutschland; internet: <http://tu-dresden.de>; kontaktna oseba: Giacomo Kolks

12<sup>th</sup> International Fluid Power Conference  
October 12-14, 2020 in Dresden

12iFK



# INDUSTRIJSKI FORUM **IRT** 2021

## 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, 7. in 8. junij 2021

[www.forum-irt.si](http://www.forum-irt.si)

Dogodek poteka pod častnim pokroviteljstvom predsednika Republike Slovenije Boruta Pahorja.



# PODELITEV NAGRAD TEHNOLOŠKE MREŽE TEHNOLOGIJA VODENJA PROCESOV ZA NAJBOLJŠE DIPLOMSKO IN MAGISTRSKO DELO ZA LETO 2020

Tehnološka mreža Tehnologija vodenja procesov (TVP) je letos že osmo leto zapored podelila nagradi za najboljše magistrsko delo ter najboljše visokošolsko strokovno/uni-verzitetno diplomsko delo na področju tehnologije vodenja

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

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

- ▶ avtomatizacija strojev in naprav,
- ▶ vodenje kompleksnih sistemov in tehnoloških procesov,
- ▶ inteligentni sistemi in procesi v pametnih tovarnah,
- ▶ diagnostika, prognostika in samovzdrževanje strojev in naprav,
- ▶ avtonomna vozila,
- ▶ podpora logističnim procesom v podjetjih,
- ▶ tehnologije vodenja za pametno upravljanje z energijo, večjo kakovost bivanja in manjše onesnaževanje okolja,
- ▶ sodobne IKT-tehnologije v sistemih vodenja, npr. IoT, umetna inteligenca, oblačne tehnologije, masivni podatki (big data),
- ▶ tehnologije in znanja za razvoj novih orodij in gradnikov za sisteme vodenja,
- ▶ druga področja, povezana s problematiko vodenja sistemov in procesov.

Letošnjo nagrado za najboljše diplomsko delo je Tehnološka mreža TVP podelila *Dominiku Grilu* za diplomsko delo Sistem za lasersko preoblikovanje optičnega vlakna, ki ga je opravil na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru pod mentorstvom red. prof. ddr. Denisa Đonlagića in somentorstvom doc. dr. Simona Pevca. Nagrajenec je v delu konstruiral in preizkusil sistem za lasersko preoblikovanje optič-



*Dominik Gril, nagrajenec za najboljše diplomsko delo*

nega vlakna, ki omogoča zožitev optičnih vlaken vse do 10  $\mu\text{m}$  iz različnih začetnih premerov ter izdelavo posebnih večjedrnih in brezjedrnih vlaken. Diplomsko delo odlikuje celovita rešitev, ki vključuje izbiro električnih komponent sistema, načrtovanje mehanske konstrukcije, izdelavo programske kode in grafičnega vmesnika za vodenje celotnega sistema. Posebnost sistema je regulacija absorbirane optične moči laserskega snopa, ki je izvedena s pomočjo kamere in omogoča natančen nadzor geometrije vlakna.

Nagrado za najboljše magistrsko delo je prejel *Tadej Krivec* za magistrsko delo z naslovom Obdelava kompleksnih dogodkov pri spremljanju proi-



Tadej Krivec, nagrajenec za najboljšo magistrsko delo

zvodnega procesa. Delo je opravil na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani pod mentorstvom prof. dr. Gašperja Mušiča in somentorstvom dr. Dejana Gradišarja. Magistrska naloga se osredotoča na procesiranje velikih tokov podatkov v proizvodnih okoljih, kjer je zaradi zahtev po optimizaciji celotnega poslovnega procesa potrebno pridobiti informacije v realnem času s čim manjšo časovno zakasnitvijo. Rezultat magistrskega dela je postavitve arhitekturne rešitve za obdelavo kompleksnih podatkov, ki temelji na statičnih poizvedbah dinamičnih podatkov in je izvedena s povezovanjem sodobnih programskih orodij v proizvodnih okoljih, tj. platforme za hitro obdelavo podatkov iz več virov, orodja za upravljanje podatkovnih baz ter orodja za poslovno analitiko. Rešitev je prikazana za primer zaznavanja napak na proizvodnih napravah z metodo osnovnih komponent.

Podelitev nagrad in predstavitev nagrajenih del je potekala 28. maja kot spletni dogodek. Nagrajenecema iskreno čestitamo!

Dr. Nadja Hvala,  
Institut Jožef Stefan, Ljubljana

**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](http://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

## KAJ JE SKUPNEGA NASLEDNJIM SODELOVANJEM MED INSTITUTOM »JOŽEF STEFAN« IN GOSPODARSTVOM V VIŠINI VEČ KOT 350.000 EUR?

V maju s pomočjo Centra za prenos tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan« štartala še dva industrijska projekta.



*Brinox d. o. o., prej: procesna posoda pred kemično obdelavo, potem: procesna posoda po kemični pasivaciji*

Raziskovalci Instituta »Jožef Stefan« (IJS) so pomagali hrvaškemu podjetju Bor-plastika, d. o. o., pri uvedbi tehnologije za biološko čistilno napravo. Portugalsko podjetje ChemiTek je med sodelovanjem z raziskovalci IJS pridobilo tehnološke rešitve o uporabi hidrofobnih aditivov, pripravi nodelcev s hidrofobnim obnašanjem, površinskega premaza z dobrimi oprijemnimi in korozijskimi lastnostmi. Raziskovalci IJS so sodelovali še z enim podjetjem s Portugalske. Simtrona je slovensko mikro podjetje, specializirano za razvoj in proizvodnjo oznak RFID za označevanje lesa. S pomočjo raziskovalcev IJS so razvili izdelek s 40-letno garancijo. Raziskovalci IJS so jim pomagali pri tehnologiji spajanja polimernih izdelkov. V slovenskem podjetju Brinox so zaradi sodelovanja z raziskovalci IJS uspeli zmanjšati uporabo kemikalij za kemično pasivizacijo površine, vključno s skrajšanim časom obdelave, kar zmanjšuje stroške izdelave in ogljični odtis končnega izdelka.

Na vprašanje v naslovu lahko odgovorimo takoj: Vsi ti projekti IJS z gospodarstvom, in še nekaj, ki jih ne omenjamo poimensko, v skupni višini več kot 350.000 EUR so neposredna posledica projekta KET4CleanProduction, ki ga izvajamo v Centru za prenos tehnologij in inovacij (CTT) na IJS. Omenjeni projekt je še posebej zanimiv, ker omogoča, da del na razpisu Obzorje 2020 pridobljenih sredstev do-

delimo naprej kot nepovratna sredstva: dva milijona evrov imamo v okviru projekta namenjenih za podporo izbranim projektom med raziskovalnimi organizacijami in podjetji. Tak način izvajanja projektov se imenuje kaskadno financiranje, v angleščini poznano tudi kot Financial Support for Third Parties (FSTP). Evropska komisija je kaskadno financiranje uvedla kot enega od ukrepov za poenostavitev razdeljevanje sredstev in s tem omogočila sodelovanje tudi manj izkušenim podjetjem. V okviru projekta namreč poteka tudi podpora podjetjem in raziskovalcem pri prijavi za pridobitev omenjenih sredstev. Na IJS nudimo to podporo na CTT, obenem s financiranjem, ki je za industrijske projekte na voljo v okviru istega projekta, pa predstavlja velik korak v neposrednem povezovanju podjetij z raziskovalci.

Med projektom je bilo objavljenih že 7 razpisnih rokov. Od julija 2018 naprej je bilo odobrenih 32 financiranj projektov raziskovalnih institucij iz različnih držav. Skupno so se raziskovalci IJS v okviru projekta KET4CleanProduction s pomočjo CTT vključili v 11 industrijskih projektov (od 32). Ob uspešnem zaključku bodo sodelujoči odseki za svoje delo skupno prejeli nekaj več kot 357.000 EUR. Štirje od enajstih projektov (zadnja sta štartala 1. 5. 2020), kjer sodeluje tudi IJS, so že uspešno zaključeni. Uspešno zaključeni projekti so predstavljeni na spletni strani <https://www.ket4sme.eu/success-stories>.



Na CTT se bomo še naprej trudili, da bomo vključeni v projekte, kot je KET4Clean Production, saj interes raziskovalcev in podjetij kaže na to, da so tovrstni projekti zelo zanimivi, ker jim razširijo dostop do zainteresiranih raziskovalcev ali podjetij, olajšajo administracijo in pustijo sodelujočim več časa za delo na skupnem projektu.

Tudi za zadnji razpis z junijskim rokom (30. 6. 2020) imamo visoka pričakovanja, saj si želimo podpreti še dodatne povezave med raziskovalci IJS ter slovenskimi in tujimi partnerji. Poudariti velja, da so izvajalci projektov lahko le raziskovalne organizacije, ki so obenem tudi članice konzorcija KET4CleanProduction. To pomeni, da je sodelovanje IJS pri konkretnih projektih z industrijo mogoče prav zaradi partnerstva CTT – kot edinega v Sloveniji – v krovnem projektu KET4Clean Production.

Sodelovanje pa je tako uspešno (v kar 11 od 32 projektov je vključen IJS) tudi zato, ker CTT redno v majhnih in srednje velikih podjetjih išče za sodelovanje z raziskovalci IJS primerne projektne teme, ki jih predstavi raziskovalnim odsekom na IJS. Raziskovalcem, ki izrazijo interes za sodelovanje pri

konkretni projektni temi, CTT pomaga pri pridobivanju najbolj komplementarnega partnerskega tehnološkega centra za prijavo (eden od razpisnih pogojev) in izvedbo projekta, vodi prijavne postopke za raziskovalce in podjetja ter pomaga pri oblikovanju projektnih prijav IJS do oddaje. Če je podjetje z raziskovalci IJS in partnerskim tehnološkim centrom uspešno na razpisu, CTT pomaga pri pripravi in podpisu pogodbe o razvojnoraziskovalnem sodelovanju in pri pripravi dogovora o nerazkrivanju podatkov ter pomaga raziskovalcem organizirati uvodni sestanek za začetek dela na projektu.

Na CTT trenutno koordiniramo dva projekta: Konzorcij za prenos tehnologij in Enterprise Europe Network ter kot partnerji sodelujemo pri treh, konec lanskega in v letošnjem letu pa smo zaključili delo še na štirih projektih.

Prav vsi projekti so namenjeni tudi podpori raziskovalcev.

Tomaž Justin, Marjeta Trobec  
Center za prenos tehnologij in inovacij, Institut  
»Jožef Stefan«

## UPOKOJENI PROFESOR DR. JANEZ GRUM POSTAL REDNI ČLAN ZDRUŽENJA ASM INTERNATIONAL

ASM International je največje svetovno združenje inženirjev in znanstvenikov na področju materialov. Predani so izobraževanju, informiranju in povezovanju strokovnjakov za reševanje problemov in spodbujanje inovacij po vsem svetu.



Prof. dr. Janez Grum

Od leta 1969 podeljujejo priznanje Fellow of ASM posameznikom, ki so dosegli pomembne znanstvene dosežke na področju materialov in inženirstva, in jim s tem izkažejo veliko čast in priznanje. Združenje s tem priznanjem ustvarja krog vrhunskih priznanih strokovnjakov, ki služijo družbi kot svetovalci na svojem področju.

Izjemno ponosni smo, da je bil v generacijo FASM 2020 povabljen tudi dolgoletni profesor Fakultete za strojništvo UL prof. dr. Janez Grum. Svojo bogato kariero je posvetil naši fakulteti, kjer je izkazoval akademsko predanost, uspešno prispeval k znanosti in ustvarjal zavidanja vredne dosežke.

Kot fakulteta smo mu hvaležni za njegovo minulo delo, za prepoznane dosežke in članstvo v tako elitni družbi pa mu iskreno čestitamo!

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)

## PROF. DR. MATEVŽ DULAR JE PREJEMNIK PRESTIŽNE NAGRADE FRIEDRICH WILHELM BESSEL RESEARCH AWARD



*Prof. dr. Matevž Dular*

Eden najmlajših rednih profesorjev Univerze v Ljubljani, ki predava in raziskuje na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani, je po številnih velikih dosežkih postal še prejemnik prestižne nagrade Friedrich Wilhelm Bessel Research Award. Dr. Matevž Dular je kljub mladosti več kot štiri leta delal na tujih univerzah – v Nemčiji, Franciji in ZDA, vodil pa je tudi več projektov za Evropsko vesoljsko agencijo. Za svoje delo je prejel izjemno priznanje že leta 2017, ko je s projektom čiščenja vode s pomočjo kavitacije uspel premagati zahtevno konkurenco in šele kot peti raziskovalec v Sloveniji pridobiti kar 2 milijona evrov sredstev Evropskega raziskovalnega sveta (European Research Council – ERC). Lani ga je Odbor Republike Slovenije za podelitev nagrad in priznanj za izjemne dosežke v znanstvenoraziskovalni in razvojni dejavnosti nagradil s Zoisovim priznanjem za pomemben prispevek k razumevanju pojava kavitacije.

Dr. Matevž Dular se ukvarja s področjem mehanike tekočin, ultrazvoka, kavitacije in čiščenja vode. Tokrat je nagrado dobil za vse njegove dosedanje akademske dosežke, zanjo pa ga je nominiral prof. dr. Claus-Dieter Ohl z Inštituta za eksperimentalno fiziko Univerze Otto von Guericke (Magdeburg, Nemčija). Vsi prejemniki nagrad, ki jih je vsako leto okoli 20, so tudi povabljeni, da v sodelovanju z nemškimi strokovnjaki izvedejo raziskovalni projekt po lastni izbiri, kar pripomore k boljši promociji mednarodnega znanstvenega sodelovanja.

Za izjemne dosežke prof. dr. Matevžu Dularju iskreno čestitamo.

### **Povzetek ključnih informacij o nagradi Friedrich Wilhelm Bessel Research Awards:**

Prejemniki nagrade so znanstveniki, ki so na podlagi svojih dosedanjih dosežkov prepoznani kot v mednarodnem prostoru izstopajoči specializirani raziskovalci, ki tudi v prihodnje obetajo izjemne dosežke in doseganje trajnih učinkov zunaj meja svoje specializacije.

The Alexander von Humboldt Foundation podeli okoli 20 nagrad Friedrich Wilhelm Bessel Research Awards letno, ki jih financira nemško ministrstvo za znanost in raziskave (German Federal Ministry of Education and Research).

Nominacija je neodvisna od narodnosti raziskovalca oziroma od njegovega področja raziskovanja.

Prejemniki nagrade so povabljeni, da v sodelovanju z nemškimi strokovnjaki izvedejo raziskovalni pro-

### **O nagradi**

Nagrada Friedrich Wilhelm Bessel Research Award je poimenovana po nemškem matematiku in astronomu Friedrichu Wilhelmu Besslu (1784–1846). Podeljujejo jo od leta 2001, namenjena pa je izjemnim mednarodnim raziskovalcem, ki so doktorirali v zadnjih osemnajstih letih in so v tem času s svojo dejavnostjo že dosegli mednarodno prepoznavnost. Nagrado, ki vsebuje tudi denarni znesek v višini 45.000 €, financira nemško ministrstvo za znanost in raziskave (German Federal Ministry of Education and Research), podeljuje pa jo Fundacija Alexandra von Humboldta (Alexander von Humboldt Foundation). Fundacija promovira akademsko sodelovanje izjemnih znanstvenikov v Nemčiji in tujini, pri čemer podpira ljudi in ne projektov. Šteje zgolj sposobnost posameznika, ne glede na narodnost ali znanstveno področje raziskovanja. Za nominacijo so primerni zgolj tisti znanstveniki, od katerih se pričakuje, da bodo tudi v prihodnje dosegali ključne uspehe, s katerimi bodo pomembno prispevali znotraj svoje discipline in obenem presegli meje svojega področja specializacije. Po nominaciji sledi presoja posebne komisije, ki jo sestavljajo akademiki različnih področij. Svoje neodvisne odločitve komisija sprejme izključno glede na kandidatove znanstvene dosežke, saj sta ravno posameznikova sposobnost in predanost odločilni za akademski uspeh.

jekt po lastni izbiri.

Nagrada vsebuje tudi denarni znesek v višini 45.000 €.

Kandidata za Friedrich Wilhelm Bessel Research Award morajo nominirati akademiki, zaposleni na nemški univerzi oziroma raziskovalnem inštitutu.

Lastna nominacija ni možna, prav tako nominacije ne morejo podati sorodniki. Raziskovalec lahko nagrado prejme le enkrat.

Dosežki kandidata morajo biti mednarodno priznani in ustrezno dokumentirani, vključujoč pomembnejše znanstvene objave in pretekle nagrade.

Posebna komisija obravnava vsako prijavo približno pol leta.

Pri potrditvi kandidata je ob akademskih dosežkih raziskovalca pomembna tudi njegova osebnost.

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.si)

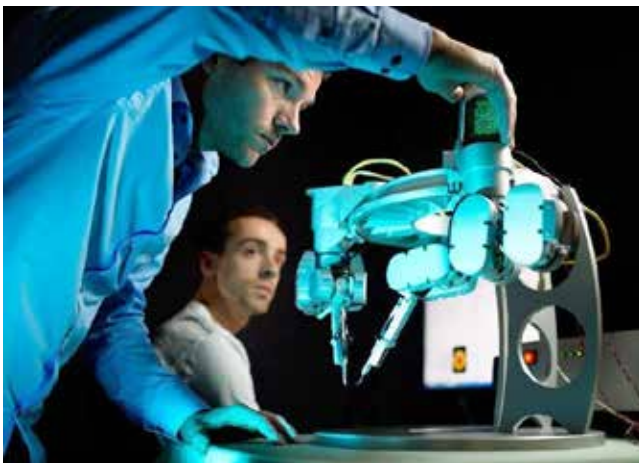
## USPEŠEN RAZVOJ MIKROKIRURŠKIH ROBOTOV

MUSA je prva robotska platforma na svetu za supermikrokirurgijo, ki so jo razvili raziskovalci z Eindhoven University of Technology in spin-off podjetja MicroSure. Robot MUSA vstopa na področje supermikrokirurgije in je vsaj petkrat bolj natančen od človeka kirurga. Operacije s takšnim robotom so v obsegu natančnosti 0,3–0,8 milimetra. Z robotom MUSA bo mogoče operirati izjemno natančno in varno.

Prvič bo mogoče pri zdravljenju limfedema povezati limfne žile s krvnimi žilami. Eden od načinov zdravljenja, ki bi lahko koristil mikrokirurgiji z roboti, je postopek zmanjšanja limfedema (zastajanje tekočine) v rokah. Limfedem se pogosto pojavi po zdravljenju raka dojke, če se bezgavke v pazduhi odstranijo ali obsevajo. Zaradi tega morajo ženske, pri katerih se razvije limfedem po zdravljenju raka dojke, do konca življenja pogosto nositi stiskalne nogavice. V nekaterih primerih lahko limfedem zdravijo s postopkom limfitikovenske anastomoze (LVA), pri katerem so limfne žile povezane z zelo majhnimi krvnimi žilami, da odteče odvečna limfna tekočina.



Operativni poseg z mikrorobotom MUSA (foto: Microshure)



Mikrokirurški robot MUSA je prva robotska platforma za supermikrokirurgijo na svetu (foto: Eindhoven University of Technology).

Da bi ocenili sposobnost uporabe MUSA v supermikrokirurgiji, ki jo podpirajo roboti, so raziskovalci MUMC primerjali robotski in ročni postopek LVA za zdravljenje limfedema, povezanega z rakom dojke. Rezultati študije potrjujejo, da je zdravljenje limfedema z uporabo robota MUSA izjemno natančno, varno in da je mogoče povezati limfne žile s krvnimi žilami. Razvoj robota MUSA pomeni vstop sodobne robotike v področje supermikrokirurgije in nenehno visokokakovostno kirurško delovanje, ki zmanjšuje variabilnost interoperatorja, zagotavlja ekstremno varnost operacije in izboljšanje rezultatov zdravljenja za bolnike. Razvoj kirurških robotov je tesno povezan s sodobno medicino, robotiko in bioniko.

Janez Škrlec, inženir mehatronike  
Razvojna raziskovalna dejavnost, Zg. Polskava



# TOWARDS INTELLIGENT PLANOCENTRIC GEAR TRAIN FOR ROBOTIC INDUSTRY – PART 2

Gorazd Hlebanja, Miha Erjavec, Luka Knez, Simon Kulovec, Jože Hlebanja

## Abstract:

A design and development of a planocentric gearbox to be used in robot arm joints, namely for a col-laborative robot, is presented in the papers. Besides strict limitations regarding the near zero backlash, the output position and torque should be available as well. So, a spatial-awareness encoder and a torque sensor are incorporated in a gearbox. The first assures an accurate absolute output position and the latter ensures information on actual output torque. The presented solution is based on the S-shaped tooth flank geometry. The near zero backlash requirement requires a tolerance analysis, which was accomplished by simulations in KissSoft software. The results of the analysis enabled a successful modification of the gearbox. A sophisticated testing rig was developed to verify actual gearbox characteristics, and to test its short-term and long-term behaviour. Backlash, stiffness, kinematic error, and dynamic behaviour of produced gear trains are measured in this way.

## Keywords:

planocentric gear train, backlash, tolerance analysis, S-gearing, torque sensor, spatial-awareness sensor, testing rig

## 6 Testing Rig and Experimental Results

A special testing rig was manufactured for testing of this type and similar devices, *Fig. 7*. The tests comprise backlash and hysteresis measurement, kinematic error, vibration and noise and durability tests. Some tests are acquired in automatic and some in manual operation.

Since the gearbox is intended for precision industry and robotics, its backlash and stiffness characteristic become crucial. The characteristic should be symmetric, regardless of any initial position of the planets and rotation direction, and the backlash in very narrow limits,  $< 1$  arcmin.

The stiffness characteristic of the specimen 04 exhibits the backlash of 9 arcmin and stiffness characteristic which becomes considerably stiffer with increasing load. Such results are unacceptable.

However, this prototype was not optimized yet. So, keeping these results in mind, the gearbox was redesigned, preloaded bearings were used, gears designed with near zero backlash and crucial components with proper tolerances.

Stiffness of the specimen 04 in the zone 3–50 Nm was 10 Nm/arcmin, in the zone 50–100 Nm it was 30 Nm/arcmin and 16 Nm/arcmin in the zone 3–100 Nm. Actually, this gear train exhibits higher values of stiffness, since the working torque limit amounts to 120 Nm. A similar gear train of *Spinea* (Spinea TS110) with a gear ratio of 89 has a stiffness of 22 Nm/arcmin. Sumitomo Cyclogear drive A15 with a ratio of 89 is a bit stronger drive with stiffness values as follows: 15 Nm in 3–50 %, 28 Nm/arcmin in 50–100 %, and 20 Nm/arcmin in the segment 3–100 %. *Fig. 8* shows the stiffness characteristics of the specimen 04 and 05. The first characteristic was measured classically by invoking the torque by applying loads at a specified distance. The second one is measured automatically in a continuous manner, where the DeweSoft data acquisition system DeWe 43a was used. The specimens 05 and 06 were already redesigned as stated above, and the characteristics are improved substantially. So, the backlash (specimen 06) is below 1 arcmin and the stiffness curve shows an average value of 10 Nm/arcmin.

The kinematic error of a gear train is defined as a deviation of the actual angular position from the theoretical angular position:

**Doc. dr. Gorazd Hlebanja**, univ. dipl. inž., University of Novo Mesto, FME, Slovenia and Podkrižnik, d. o. o., Nazarje, Slovenia;  
**Miha Erjavec**, univ. dipl. inž., **dr. Luka Knez**, univ. dipl. inž., **dr. Simon Kulovec**, univ. dipl. inž., vsi Podkrižnik, d. o. o., Nazarje, Slovenia;  
**Prof. em. dr. Jože Hlebanja**, univ. dipl. inž., University of Ljubljana, FME, Slovenia

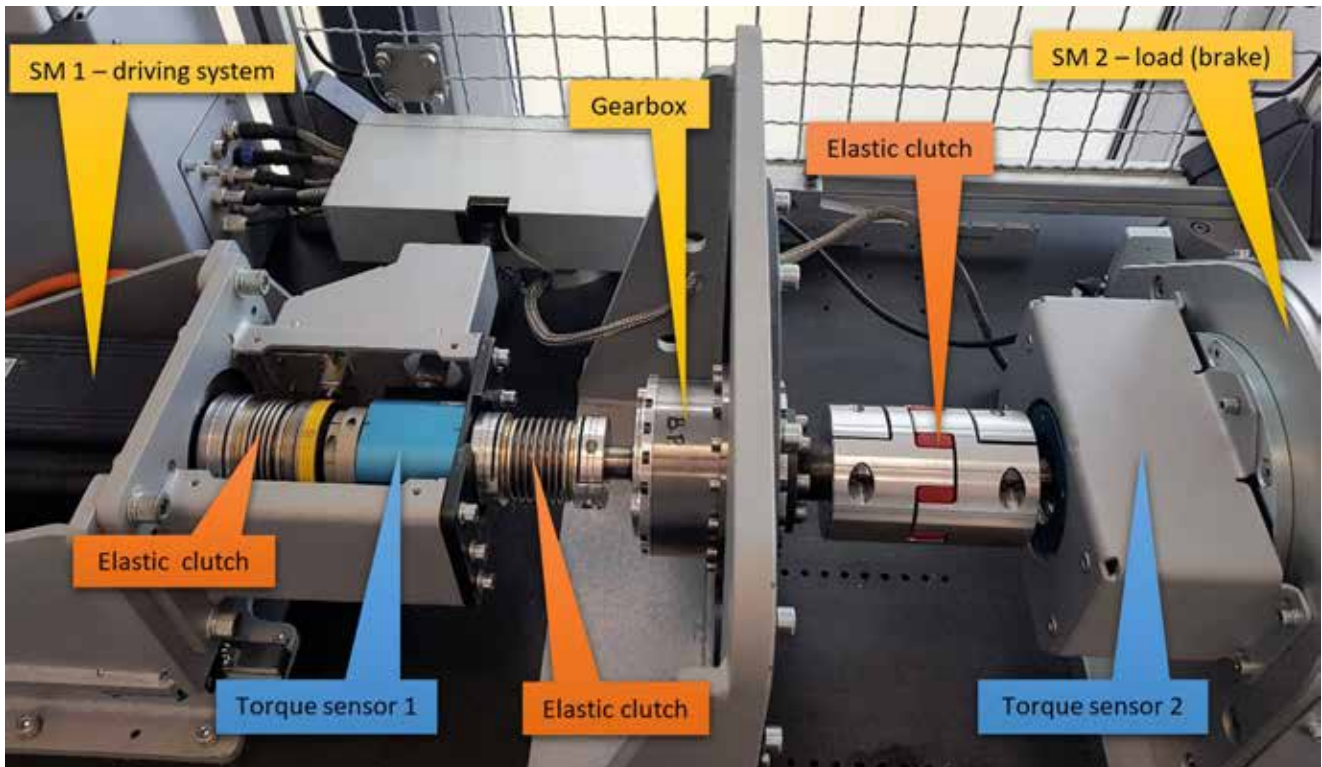


Figure 7 : Testing rig for acquiring various characteristics of planetary gear trains (SM –servomotor).

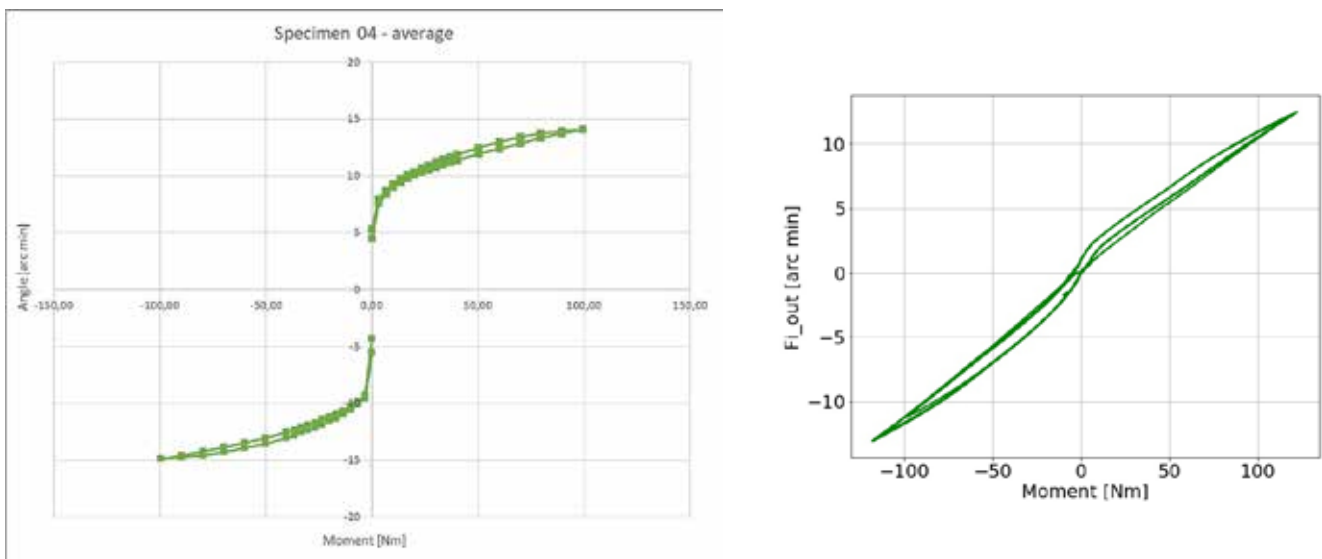


Figure 8 : Average of backlash and stiffness measurement of specimens 04 (left) and 06 (right).

$$\Delta\varphi = |i| \cdot \varphi_{inp} - \varphi_{out} \quad (7)$$

Rotation of the input shaft ( $\varphi_{inp}$ ) is measured with a 16-bit incremental encoder, whereas the output shaft ( $\varphi_{out}$ ) rotation is measured by a built in absolute optical encoder with a high resolution of 20-bits. The optical encoder and the reading head are mounted with some tolerance, which reflects in a sinusoid carrying the actual error signal. Several measurements of the kinematic error of the speci-

men 04, Fig. 9, yield a maximal error limit of 6 arcmin and about 2 arcmin for the specimen 06.

In general, one can conclude that the first prototypes did not meet all prescribed requirements yet. Thus it was necessary to improve the design and the quality of manufacturing in such a way that all measures are within prescribed tolerances. So, all components should be inspected by the CM machine. Regarding gearing, the nominal circumferential backlash should be as low as possible, i.e. less

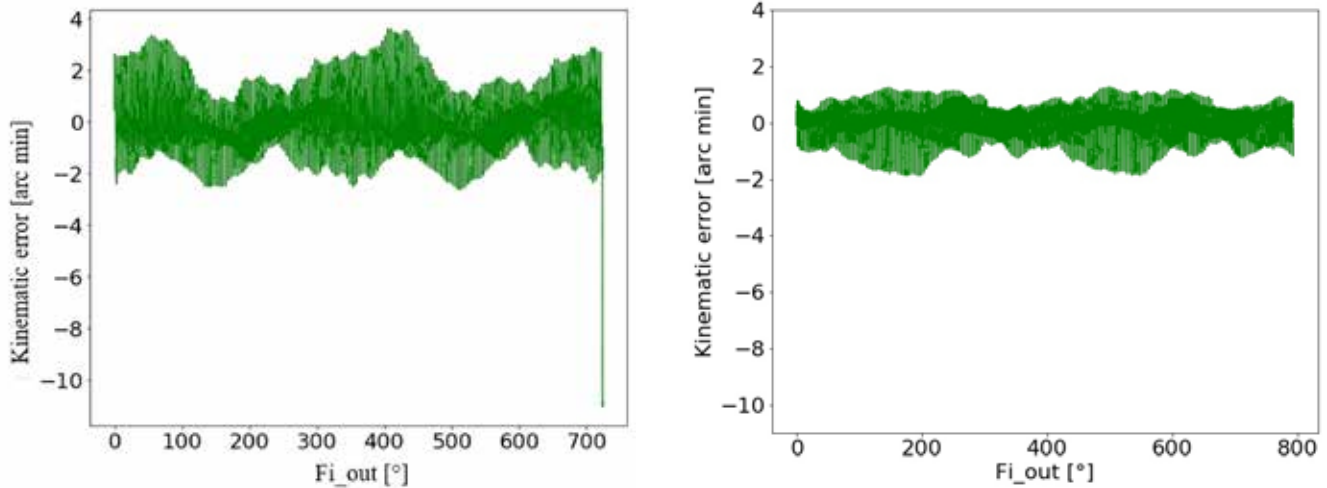


Figure 9 : Kinematic error of a specimens 04 (left) and 06 (right).

than 10 μm, having a manufacturing tolerance in the range of 5 μm. The circumferential arc of 10 μm for the radius 40.5 mm gives an angle of 0.85 arcmin for geometrically precise circumstances.

### 7 Influences of Tolerances

This imposes the necessity to analyze influences of tolerances in varying circumstances. The aim of such an analysis is to disclose additional measures which can enable a convergence of the design towards requirements. As a primary tool for this task, the KissSoft system was employed. KissSoft is a software for an effective, high-quality tool for calculating machine elements, reviewing these calculations, determining component strength, and documenting safety factors and product life parameters, incorporating currently valid standards (DIN, ISO, AGMA).

However, KissSoft uses the prevailing involute gear geometry. So, the first aim is to adapt geometry in

such a way to reflect S-gear geometry. The current KissSoft software edition includes the possibility of a progressive profile modification (User manual, p. 343 [17]), which can be used as a modification in the addendum and the dedendum of a gear tooth, and is defined as follows:

$$\Delta_{ad} = 2 \cdot C_{ad} \cdot \left(\frac{d-d_k}{d_t-d_k}\right)^{\frac{f_{ad}}{5}} \text{ and } \Delta_{dd} = 2 \cdot C_{dd} \cdot \left(\frac{d-d_k}{d_v-d_k}\right)^{\frac{f_{dd}}{5}} \quad (8)$$

$\Delta_{ad}$  and  $\Delta_{dd}$  stand for a profile modification function in addendum and dedendum.  $C_{ad}$  and  $C_{dd}$  are modifying tip relief (or corresponding active dedendum flank modification) and  $f_{ad}$  and  $f_{dd}$  power coefficients. If a coefficient amounts to 5, the relief is linear.  $d_t$ ,  $d_v$ ,  $d_k$ , and  $d$ , are diameters of the tip circle, dedendum circle, kinematic circle and current circle respectively. One can adapt the involute flank addendum and dedendum to S-gear flank. Such a modification is justified since addendum and dedendum heights are rather small, between 0.2 and

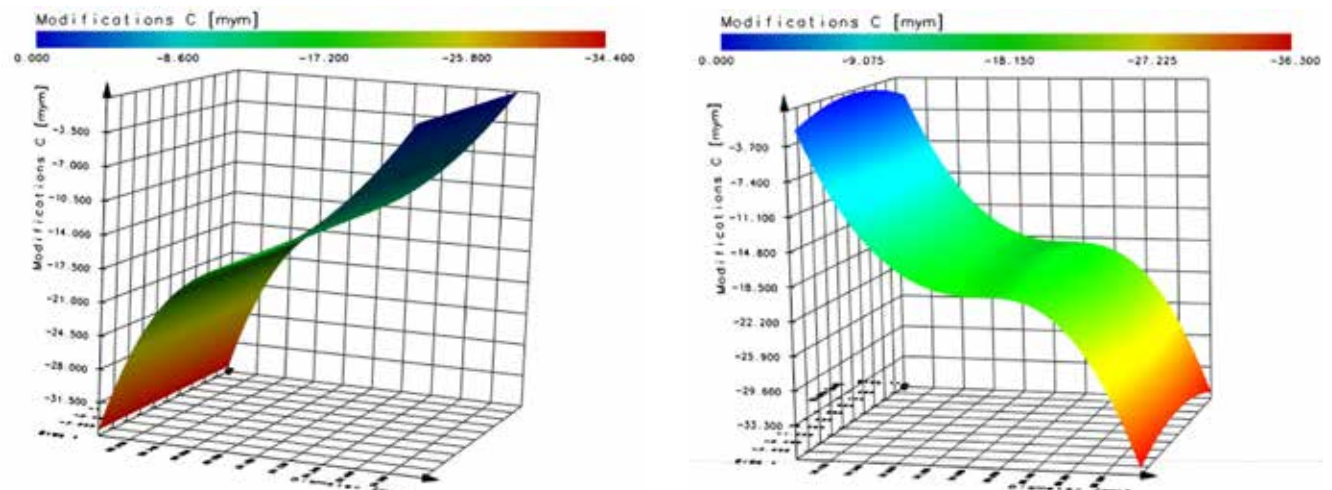


Figure 10 : S-gear data as they deviate from involute gearing (planet gear - left, ring gear - right).



0.25 m. The modifying parameters  $C_{ad}$ ,  $C_{dd}$ ,  $f_{ad}$  and  $f_{dd}$  were computed for the given S-flanks (for the ring gear and the planet). The resulting deviations are represented in *Fig. 10*. Thus, the use of KissSoft for a non-involute geometry became possible.

The backlash should be kept much below 1 arcmin = 0.0160, to prevent the planned function of the gear box. The aim is also to create a method of manufacturing and assembly, which would ensure the required precision and at the same time the tooth thickness tolerance would not be lower than class h25, DIN3967 and the axis distance tolerance lesser than js6 ( $\pm 0.003$ ). The aspects, which are described in detail in [6], are as follows:

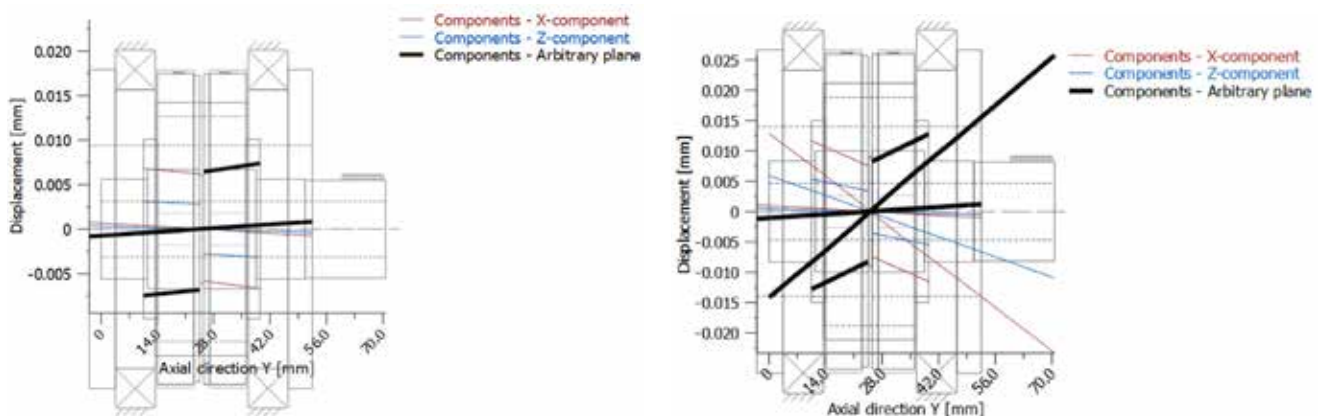
1. the analysis of tolerance influences,
2. the contact analysis, and
3. the influence of bearing tolerances and carriers on the position of the gear train.

Ad 1: A theoretical analysis of various tolerance combinations of the gearing and their effects was conducted. The analysis showed that the backlash for the eccentricity (axis distance) 0.500 js6 and the tooth thickness allowance DIN3967 h25 can be below the required limit only when both teeth are in the upper limit. So, the nominal axis distance was increased to 0.520 js6 and at the same time the tooth thickness tolerance was shifted for 0.020 mm towards thicker teeth for both, the planets and the ring gear.

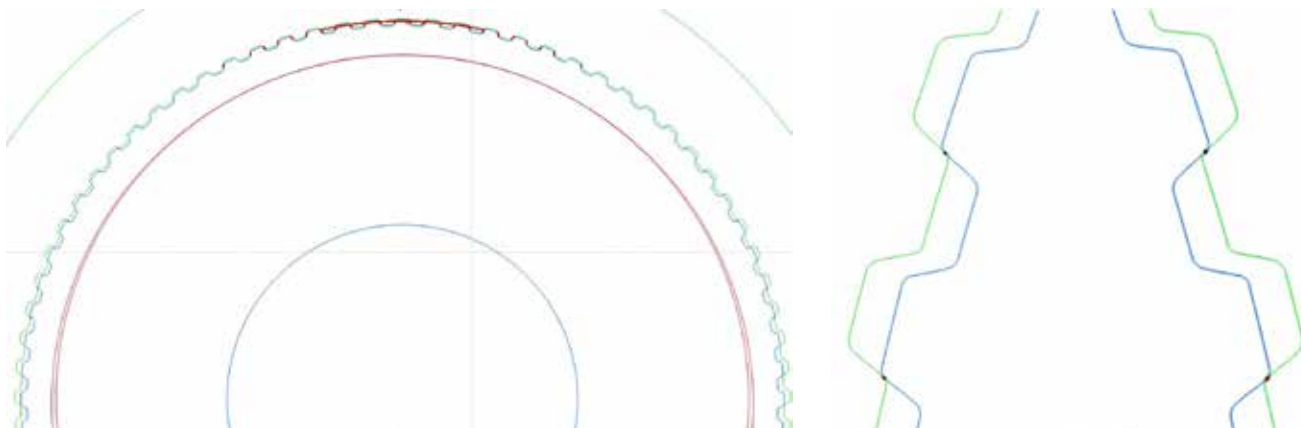
If a planet gear tooth thickness is from the upper part and the ring gear from the lower part of the tolerance grade, the backlash is within the prescribed limit. The same is true for the reversed situation. A logical conclusion is that if both, the planet and the ring gear, tooth thicknesses are in the upper part of the tolerance zone, an advantageous result is expected. Results for both gears in the lower tolerance part are unsatisfactory. Therefore, gears should be paired according to their tolerance zone.

Ad 2: The load considered in contact analyses was a prescribed working torque of 120 Nm at the output shaft. Several simulations were carried out with varying the axis distance and tooth thickness deviations. In this context, a transmission error as a function of the rotation angle of the planet gear, a system stiffness in the contact zone and contact pressure were simulated. And finally, a simulation of meshing of a planet gear with the ring gear was provided. The aim of the contact analysis is to discover possible interferences due to changes in the axis distance and tooth thickness values. The transmission error is always in the range of less than 1 arcsec. The contact stiffness is in the range from 700 to 720 N/ $\mu$ m. The contact pressure is in the range between 1100 and 1170 N/mm<sup>2</sup>, which implies usage of heat-treated alloy steels. Furthermore, the meshing scheme shows that around five teeth pairs are always in contact and no interferences resulted from these simulations.

Ad 3: The influence of tolerances in bearings and assembly of connected shafts was studied. These tolerances can have a negative influence on the function of the gear box during operation under load (120 Nm). So, a model clarifying deviations of a planet from its nominal position was developed in KissSoft. The nominal position in the model amounts to 0 mm, which is due to easier simulation. The situation illustrated in *Fig. 11* (above) shows the case where mean tolerance values are assumed for all bearing positions and clearances. The axis distance changes for 0.007 mm towards increasing the backlash. So, if the eccentric is produced on the lowest tolerance limit 0.517 mm, the resulting eccentric link radius becomes 0.510 mm, which increases the backlash. Assuming a possibility that bearing locations (shafts and housings bores) are made in such a way that these increase the deviation of the axis distance, as illustrated in *Fig. 11* (below), the axis distance deviation amounts to 0.015 mm and the axis distance 0.505 mm. The increase of the backlash becomes even bigger.



**Figure 11** : Radial deviation of the planet gear position with nominal (above) and increased (below) axis distance deviations.

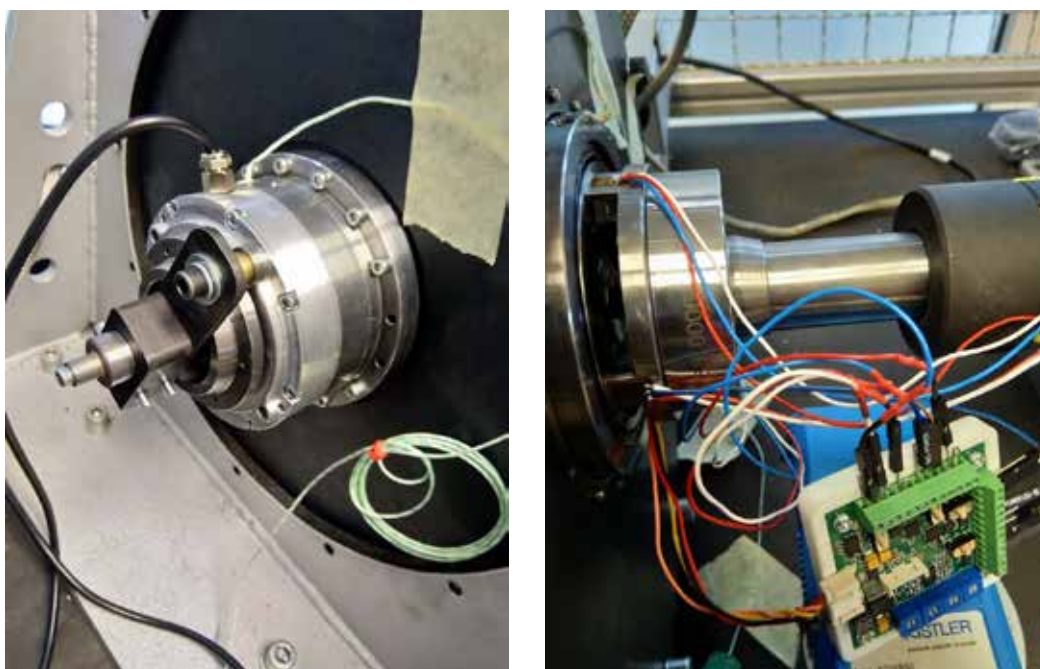


**Figure 12 :** Meshing gear and planet (left) details showing collisions (right).

Such deviations with an additional displacement of the prescribed eccentricity possible interference since the tolerances are narrow. So, the above analysis appears to be important in the context of functionality and detection of possible collisions between the ring gear and planet gears teeth tips. Fig. 12 (left) shows the ring gear and the planet with the already described S-gear geometry ( $z_p = 80$ ,  $z_v = 81$ ). However, Fig. 12 (right) clearly shows collisions between the planet and ring gear teeth tips which are located in the zones around  $-70^\circ$  and  $+70^\circ$  from the pitch point. It is necessary to avoid such interferences, and since a near zero backlash can only be achieved with a bit bigger eccentricity (0.520 mm) and with very narrow tooth tolerances, the tooth tip rounding must be increased, which was accomplished with new prototypes.

## 8 Torque Sensor

Akslm 2 absolute rotary encoder was installed in the prototypes, whereas, the torque sensor was developed in cooperation with the Josef Stefan Institute. So, a special flange was designed and calculated by FEM to adjust proper deformation enabling sensorial output. The strain-gauge measurement principle was chosen with strain-gauges 1-XY-41-1.5/350, produced by HBM. The prototype flange was mounted on the gearbox. The gearbox input side is fixed and mounted in the testing rig to enable sensor calibration (Fig. 13). The sensor is equipped with provisional electronics. When prepared for a serial production, such electronics will be mounted inside the flange.



**Figure 13 :** Fixed gearbox input side (left); output torque sensor with provisional electronics (right).

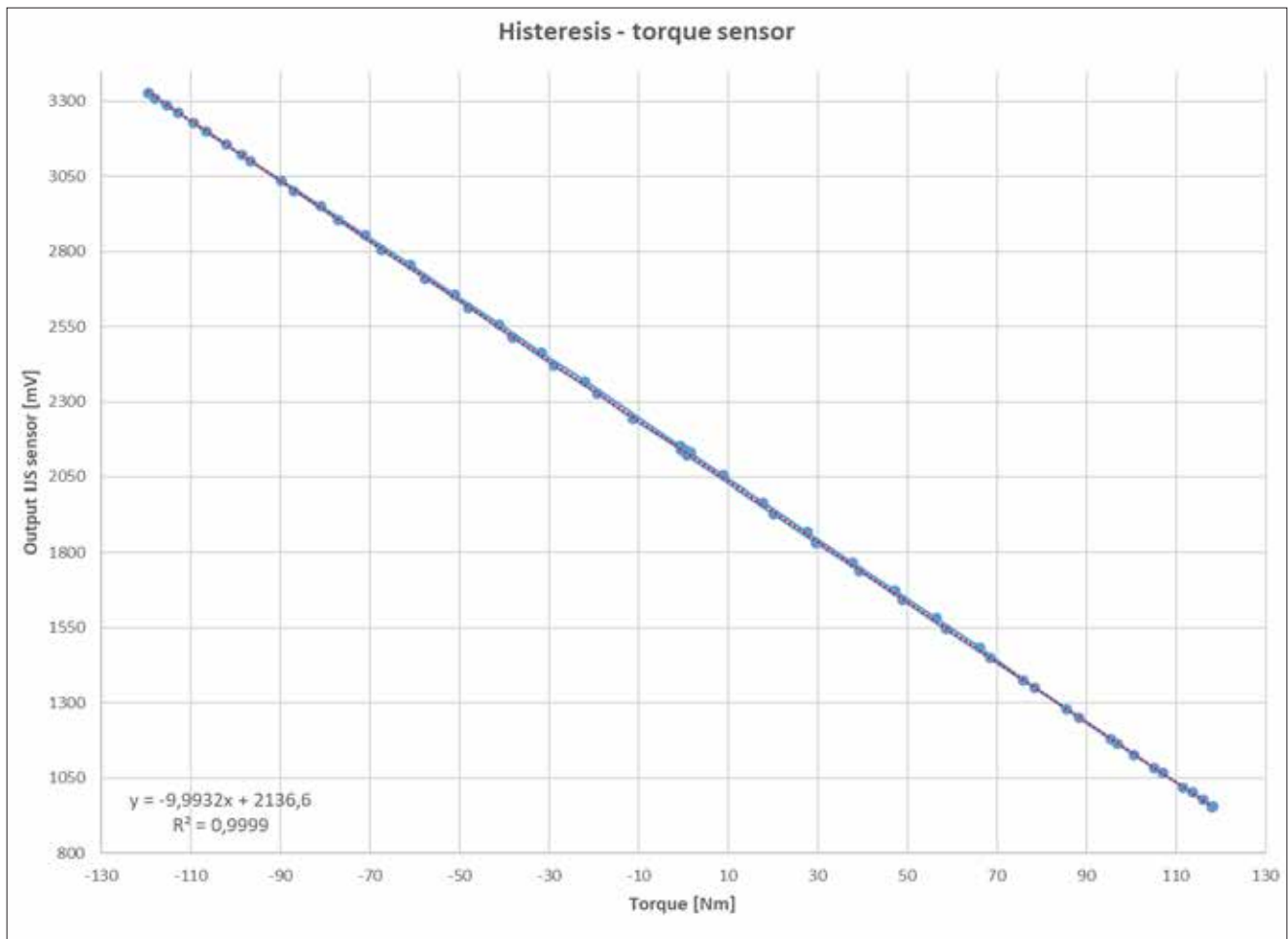


Figure 14 : Hysteresis curve of the torque sensor.

Since the torque sensor is a rotational part, the cables need to be fed to the stationary side by slip rings. The resulting torque - voltage characteristic is shown in Fig. 14.

## 5 Conclusions

The paper presents a gradual development of a planocentric gearbox from starting concepts and based on S-gearing principles. The gearbox design enables high gear ratios, with the developed prototype having a reduction ratio of 80. Through gear shape optimization, design improvements, usage of CA tolerance analysis a substantial improvement of the planocentric gearbox mechanical performance was attained. The near zero backlash was accomplished, which enables usage of this product in robotic industry, i.e. robot arm joints. Severe durability tests showed no notable wear. The design is modular, so the gearbox can be purely mechanical, it can contain the absolute output encoder inside the gearbox body. It can also contain the torque flange, with electronics at the output side. It should be noted that both sensors should be provided if such a gearbox is intended for collaborative robots

or adaptive control robots. The robotic companies do not sell such gearboxes, they are for internal use only. So, such a gearbox becomes even more interesting. Incorporation of a servomotor is also being considered.

Beside the gearbox with the reduction ratio 80, a smaller gearbox with a ratio of 48 and a bigger one with a ratio of 120 were designed. So, a gearbox family in a range of output torques from 40 Nm up to 400 Nm becomes available. Technological procedures for serial manufacturing are already being prepared and optimized. The project with the acronym SGU - S-Gearbox Ultra was therefore successfully brought to the end. Nevertheless, many tasks are still in progress, e.g. a setup of the serial mechanical and electronics production and serial assembly, automating calibration procedures, development of self-aware monitoring and many other.

## References

- [1] Radzevich, S.P., (2012), Dudley's Handbook of Practical Gear Design and Manufacture, Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis



- Group, Boca Raton, ISBN 978-1-4398-6602-3 (eBook – PDF)
- [2] Sumitomo Drive Technologies (2018), Fine Cyclo® – Zero Backlash Precision Gear-boxes, Catalog #991333. [www.sumitomodrive.com](http://www.sumitomodrive.com), accessed 1/9/2019.
- [3] Spinea TwinSpin (2017) High Precision Reduction Gears, Ed. 1/2017 <https://www.spinea.com/en/products/twinspin/index>, accessed 1/9/2019.
- [4] Nabtesco Precision Reduction Gear RVTM (2018) – E Series/C Series/Original Series CAT.180420, <https://www.nabtesco.de/en/downloads/product-catalogue/>, accessed 1/9/2019.
- [5] Onvio Zero Backlash Speed Reducers (2005), [www.onviollc.com](http://www.onviollc.com), accessed 1/9/2019.
- [6] Hlebanja, J., Hlebanja, G., (1994) "Efficiency and Maximal Transmitted Load for Internal Lantern Planetary Gears". FAWCET, J.N. (Ed.). International gearing conference, pp. 117-120.
- [7] Hlebanja, J., Hlebanja, G., (1994): Patent No. 9300152, "Planetary Gear Train". Slovenian Intellectual Property Office (SIPO)
- [8] Hlebanja, G., Erjavec, M., Kulovec, S., Hlebanja, J. (2020) Optimization of Planocentric Gear Train Characteristics with CA-Tools. In Goldfarb, V., Trubachev, E., Barmina, N. (eds.) Mechanisms and Machine Science, Vol. 81: New Approaches to Gear Design and Production, ISBN 978-3-030-34945-5 (eBook), Springer Nature, p. 323-347.
- [9] Park, M.-W., et al. (2007) "Development of Speed Reducer with Planocentric Involute Gearing Mechanism", Journal of Mechanical Science and Technology Vol. 21 (2007) pp. 1172-1177
- [10] Kim, J.H. (2006) "Analysis of Planocentric Gear", Agri.&Biosys.Eng. Vol. 7(1) pp.13-17
- [11] Nam, W.K., Oh, S.-H., (2011) "A design of speed reducer with trapezoidal tooth profile for robot manipulator", Journal of Mechanical Science and Technology Vol. 25 (1) pp. 171-176
- [12] Hlebanja, G., (2011) "Specially shaped spur gears: a step towards use in miniature mechatronic applications". 7th Int. Sci. Conf. Research and Development of Mechanical Elements and Systems – IRMES 2011, April, 2011, Zlatibor, Serbia, Miltenović, V. (Ed.), Proceedings, Niš, pp. 475-480.
- [13] Hlebanja, G., Hlebanja, J., (2013) "Contribution to the development of cylindrical gears". Dobre, G., Vladu, M.R. (Eds.), Power transmissions: Proc. 4th Int. Conf., Sinaia, Mechanisms and machine science, ISSN 2211-0984, Vol. 13. Dordrecht [etc.]: Springer, pp. 309-320
- [14] Hlebanja, G., Kulovec, S., Hlebanja, J., Duhovnik, J. (2014). "S-gears made of polymers". Ventil, ISSN 1318-7279. 10. 2014, Vol. 20, No. 5, p. 358-367.
- [15] Hlebanja, G., Kulovec, S. (2015) Development of a planocentric gear box based on S-gear geometry. In Lüth, T. (Edt.). 11. Kolloquium Getriebetechnik, Garching, 28.-30.9.2015. München: Technische Universität, p. 205-216.
- [16] AksIM 2 absolute rotary encoder, datasheet, <https://www.rls.si/en/aksim-2-off-axis-rotary-absolute-encoder>, accessed 24/2/2020.
- [17] KissSoft (2019). KISSsoft Release 2019 User Manual. KISSsoft AG – A Gleason Company, Bubikon.

## Razvoj inteligentnega planocentričnega prenosnika za robotsko industrijo

### Razširjeni povzetek:

Za planocentrične zobniške prenosnike sta značilna visoka redukcija vhodne rotacijske hitrosti in veliko povečanje izhodnega navora v najmanjšem mogočem volumnu, zato so zanimivi za visokotehnološko industrijo. Predstavljena rešitev je zasnovana na S-obliki bokov zob in posebej fokusirana na robotsko industrijo. Zahtevane mehanske karakteristike prenosnika pomenijo striktno omejitve za sestavljeni proizvod, npr. največjo zračnost pod 1 kotno minuto oz. blizu nične zračnosti. Dodatna kvaliteta predstavljenega prenosnika pa je sensorika, ki je vgrajena opsijsko, na modularen način, zgolj z dodatnimi elementi. Tako je lahko prenosnik zgolj mehanski, lahko pa vsebuje absolutni rotacijski enkoder AksIM 2 firme RLS, ki posreduje točno izhodno pozicijo. Dodatno pa se lahko prigradi senzor izhodnega navora, ki je zasnovan kot posebna prirobnica z dovolj veliko torzijsko deformacijo, ki omogoča korekten signal. V ta namen je uporabljen ustrezen sistem merilnih lističev. Poznavanje lege in navora pa je podlaga za uporabo prenosnikov v sklepih rok v t. i. sodelujočih robotih ali pri adaptivnem krmiljenju.

Prenosnik iz tega članka je bil v osnovi zasnovan pred skoraj 30 leti z drugačnim ozobjem, t. i. paličnim ozobjem s cilindričnimi vdolbinami in ustreznimi izdolbinami. V tem prispevku je predstavljeno kinematsko delovanje bistveno izboljšanega prenosnika z drugačnim S-ozobjem in strukturo. Za namene testiranja zračnosti, histereze, kinematske napake, vibracij in obremenitvenih testov različnih prenosnikov – od tistih v razvoju do raznih na tržišču, npr. Spinea, Harmonic drive itd. – je bilo zgrajeno sofisticirano preizkuševališče. Rezultati testiranja so pripomogli k hitri konvergenci v razvoju. Vse bistvene komponente prototipov so bile izmerjene na CMM pred uporabo in po končanih trajnostnih preizkusih. Komponente so bile pregledane tudi na mikroskopu, kjer so se ugotovljale morebitne poškodbe.

Nujna pa je simulacija obnašanja prenosnika na osnovi toleranc. Sistem KissSoft je bil uporabljen za analizo vplivov toleranc, za kontaktno analizo in za vpliv toleranc ležajev in nosilcev. Ta analiza je pokazala na potrebo po parjenju zobnikov, tj. venca in planetnikov iz diametralnih tolerančnih mej - zgornja/spodnja ali spodnja/zgornja, po debelejših zobeh in povečani medosni razdalji. Kontaktna analiza razkriva potrebo po toplotno obdelanih legiranih jeklih. Vpliv kontaktnega tlaka na možno interferenco pa je zanemarljiv. Vpliv toleranc ležajev in ležišč ekscentra na skrajne lege planetnikov ob predvideni nominalni obremenitvi prenosnika pokaže na možne interference, kar vodi do konstrukcije zob z ustreznimi zaokrožitvami.

V tem primeru se je za KissSoftovo analizo uporabljala modificirana geometrija bokov zob, ki je omogočala računske postopke na osnovi korekcije evolventnih bokov v S-geometrijo. Zaradi omejene višine vrhov in vznožij je bila ta analiza dovolj natančna.

#### Ključne besede:

planocentrični prenosnik, zračnost, analiza toleranc, S-ozobje, senzor navora, senzor zaznavanja lege, preizkuševališče



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND



REPUBLIC OF SLOVENIA  
MINISTRY OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND  
TECHNOLOGY

#### Acknowledgment

The investment is co-financed by the Republic of Slovenia and the European Union under the European Regional Development Fund, no. SME 2/17-3/2017 and C3330-18-952014

# Polimeri

Fluorirani polimeri in elastomeri



## ROTOLIV ROTACIJSKI NANOS OBLOG S FLUORIRANIMI POLIMERNIMI MATERIALI

### PREDNOSTI ROTOLIV POSTOPKA

- Možnost zaščite elementov kompleksnih, nestandardnih oblik
- Končna obloga brez varov, šivov in dodatnih spojnih mest
- Homogena debelina obloge od 2 – 8 mm
- Odpornost na vakuum
- Nižji stroški vzdrževanja
- Velika odpornost proti abraziji in mehanskim vplivom



# UPORABNOST VODOTOPNEGA PAPIRJA ZA ZAŠČITO KORENA ZVARA

Matej Pleterski, Domen Zorko, Damjan Klobčar

## Izveček:

Poleg ustreznih varilnih parametrov je pri varjenju nerjavnih cevovodov bistveno, da zagotovimo primerne varilne pogoje tudi znotraj cevovoda, kjer izdelamo koren zvara. Ta mora biti po mehanskih kakor tudi fizikalno-kemičnih lastnostih sprejemljiv. Koren zvara zaščitimo z vpihavanjem zaščitnega plina v cevovod, ki mu omejimo volumen z uporabo barier, med katere spada tudi vodotopni papir. Ta tip barier se uporablja v cevovodih, v katere po končanem varjenju ne moremo več posegati. Neugodne razmere, kot je denimo sprememba tlaka v cevovodu, močno vplivajo na pogoje vzpostavitve primerne atmosfere znotraj cevovoda. Z vodotopnim papirjem je mogoče zagotoviti primerno atmosfero le pri atmosferskem tlaku. Če temu ni tako, je uporaba vodotopnega papirja neprimerna in je potrebno poiskati drugo rešitev.

## Ključne besede:

varjenje cevi, nerjavno jeklo, zaščita korena, vodotopni papir

## 1 Uvod

Zaradi vse večjih zahtev po kakovosti zvarnih spojev moramo pri varjenju cevovodov iz avstenitnih nerjavnih jekel poleg primernih varilnih pogojev zagotoviti primerno zaščito tudi znotraj cevovoda. Saj le v tem primeru dobimo primerne mehanske in fizikalno-kemične lastnosti celotnega zvara. Primerno zaščito zagotavljamo tako, da v cevovod vpihujemo zaščitni plin. Običajno uporabljamo dva načina vpihavanja zaščitnega plina. Pri dimenzijsko manjših cevovodih npr. zapolnimo kar celoten sistem. Pri dimenzijsko večjih in kompleksnejših cevovodih pa uporabimo bariere za omejevanje volumna, saj na ta način zmanjšamo porabo zaščitnega plina ter izničimo vpliv nepredvidljivih pogojev znotraj cevovoda na zvarno mesto [1, 2].

Omejevalne bariere lahko v grobem delimo na dva tipa [3]. Prvi tip so tiste, ki jih po končanem varjenju izvlečemo iz sistema in so običajno narejene iz polimera (diski, komore ...) [4]. Drugi tip barier so tiste, ki jih po končanem varjenju ni potrebno od-

straniti in se z obtokanjem medija razgradijo. Med slednje denimo spada vodotopni papir, ki se zaradi svoje kemične sestave prične razkrajati ob kontaktu z vodo [5]. Na zanesljivost uporabe takih barier bistveno vplivajo nepredvidljivi pogoji, ki so lahko v cevovodu. Med najvplivnejšimi pogoji je sprememba tlaka (npr. dimniški efekt) [2].

V nadaljevanju je predstavljena raziskava, kako sprememba tlaka in hrapavost površine vplivata na zanesljivost zagotavljanja zaščitne atmosfere z uporabo vodotopne bariere.

## 2 Metodologija raziskave

### 2.1 Uporabljeni materiali

Za raziskavo smo uporabili dva tipa vodotopnih papirjev. Medsebojno se razlikujeta zgolj po obliki in posebnem nanosu na čelni strani papirja.

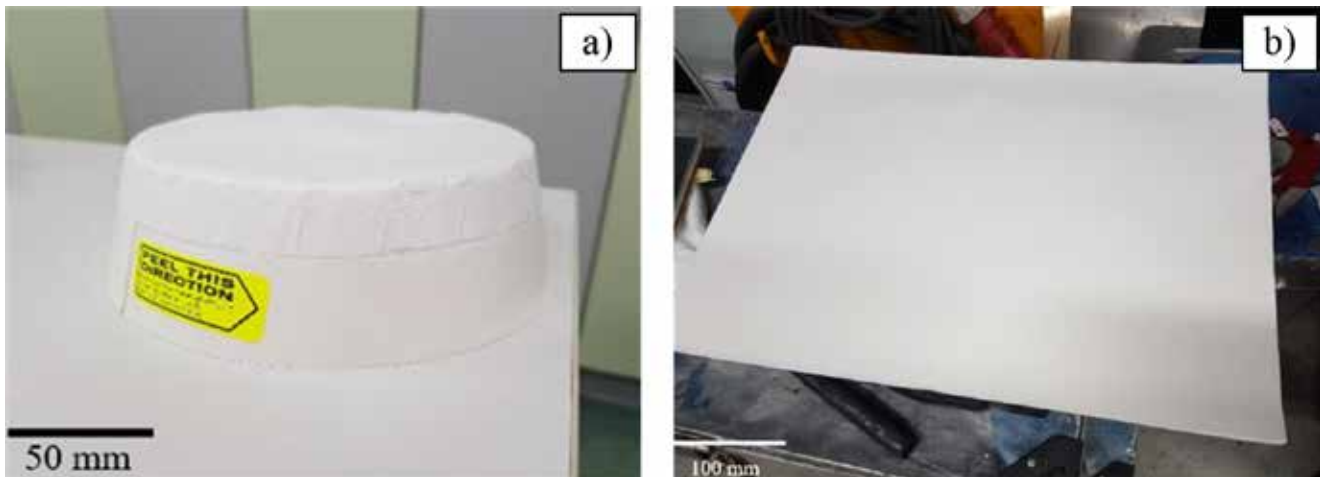
**Preglednica 1:** Lastnosti uporabljenih vodotopnih materialov [5, 6]

| Naziv                          | Krojena bariera                        | Nekrojena bariera             |
|--------------------------------|--|-------------------------------|
| Sestava                        | $C_8H_{15}NaO_8$ + lesna kaša + premaz | $C_8H_{15}NaO_8$ + lesna kaša |
| Dimenzije                      | Ø 305 mm                               | 395 mm × 560 mm × 0,195 mm    |
| Gostota ( $\rho$ )             | 60 kg/m <sup>3</sup>                   | 59,88 kg/m <sup>3</sup>       |
| Masa na en. površine ( $m$ )   | 0,120 kg/m <sup>2</sup>                | 0,116 kg/m <sup>2</sup>       |
| Permeabilnost zraka ( $\phi$ ) | < 0,005 l/min                          | 2,24 l/min                    |

Doc. dr. Matej Pleterski, univ. dipl. inž., Domen Zorko, dipl. inž., oba Numip, d. o. o., Ljubljana; Izr. prof. dr. Damjan Klobčar, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

a) **Krojena vodotopna bariera** je tovarniško krojena bariera [6], ki je namensko narejena glede na zahtevan premer cevi. Na čelni strani bariere je nanos, ki bistveno zniža prepustnost ter tako zmanjša prehod zraka skozi bariero oz. zaščitnega plina iz nje. La-





Slika 1 : a) Krojena vodotopna bariera; b) nekrojena vodotopna bariera 2

stnosti krojenega papirja so podane v preglednici 1.

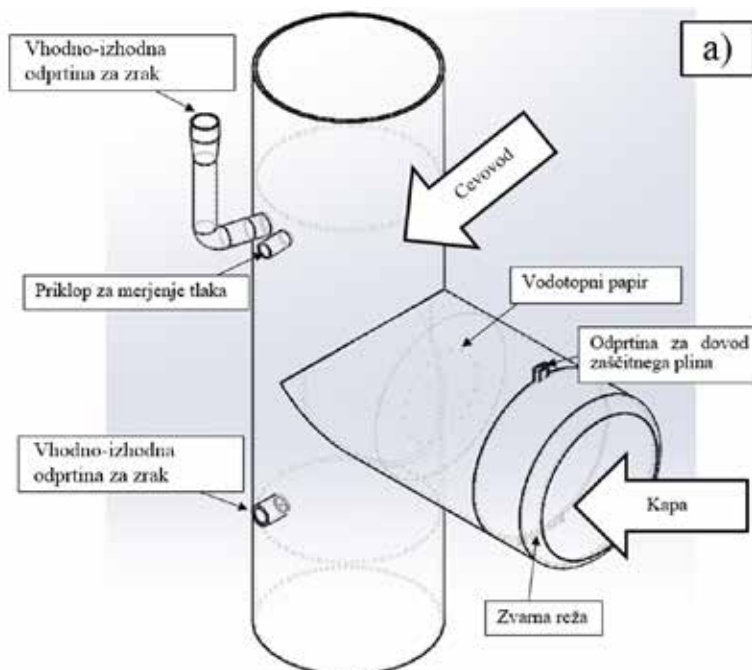
**b) Nekrojena vodotopna bariera** je nekrojena bariera, ki jo od proizvajalca dobimo v obliki lista velikosti 395 mm × 560 mm × 0,195 mm (D × Š × V). Kemična sestava je enaka kot pri krojeni vodotopni barieri. Bistvena razlika med njima je, da je to bariero potrebno krojiti glede na premer cevi, kar predstavlja izgubo časa. Poleg tega je tudi prepustnost materiala v primerjavi s krojeno bariero mnogo višja (≈450 %). Lastnosti nekrojenega papirja so podane v preglednici 1.

**c) Zaščitni/polnilni plin**, ki smo ga uporabljali, je žlahtni plin argon (Ar 4.6).

## 2.2 Zasnova preizkuševališča

Za potrebe raziskave smo izdelali maketo cevododa zunanjega premera 323 mm, s katero je mogoče ustvarjati nepredvidljive pogoje, ki se lahko potencialno pojavijo v realnosti. Maketa cevododa je zasnovana do te mere, da lahko kontrolirano zagotavljamo želeno tlačno razliko v njej glede na atmosferski tlak. Vgrajeni so bili priključki, preko katerih lahko dosegamo nadtlak/podtlak in izvajamo meritve.

Nadtlak/podtlak ustvarimo z dovajanjem komprimiranega zraka skozi priključke, direktno za nadtlak ali preko injektorja, če želimo ustvariti podtlak. Tlak oz. podtlak merimo z merilnikom tlaka TSI velocalc 9565-P, in sicer v prostoru za zaščitno barie-



Slika 2 : a) 3D model preizkuševališča; b) dejanski posnetek preizkuševališča

ro, medtem ko je predel z zvarom (pred bariero) pod atmosferskim tlakom. Vsebnost kisika znotraj komore merimo z merilnikom koncentracije kisika Pro2 plus. Za lažjo predstavbo je na *sliki 2a* prikazan 3D model cevododa in na *sliki 2b* dejanski model cevododa. Vodotopno bariero postavimo približno 250 mm od zvarne reže, s čimer preprečimo vpliv toplote na bariero, ki se ji lahko zaradi povišane temperature znižajo adhezijske sposobnosti. Krojena bariera ima tovarniški nanos lepila na straneh, zato jo je dokaj enostavno namestiti. V naslednjem koraku lepljeni spoj oblepimo z vodotopnim lepilnim trakom in s tem preprečimo prehod zraka skozi reže na robovih bariere.

Nekrojeno bariero moramo predhodno skrojiti, kar je izredno zamudno opravilo. Ko jo skrojimo, je postopek namestitve enak kot pri tovarniško krojeni barieri. Meritve so se opravljale na pripravljenem V-zvaru s širino zvarne reže 4 mm. V nadaljevanju preizkušanja smo znižali hrapavost površine na mestu postavitve bariere, in sicer s hrapavosti  $Ra=3,67 \mu\text{m}$  na  $Ra=1,17 \mu\text{m}$ .

Poleg omenjenih spremenljivk (material bariere in hrapavost površine) smo pri preizkusih variirali še dve bistveni spremenljivki, podani v *preglednici 2*. Poudariti je potrebno, da pri preizkušanju nismo dejansko varili, temveč smo zgolj opazovali in beležili pogoje, ki bi bili primerni za varjenje.

**Preglednica 2** : Spremenljivke

|                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Tlačna razlika $\Delta p$ [Pa] | -30, -20, -10, -5, 0, 5, 10, 20, 30 |
| Pretok $\dot{V}$ [l/min]       | 10, 20, 30                          |

Pri vseh preizkusih je uporabljen zaščitni/polnilni plin Ar 4.6.

### 2.3 Definicija primernih pogojev za varjenje

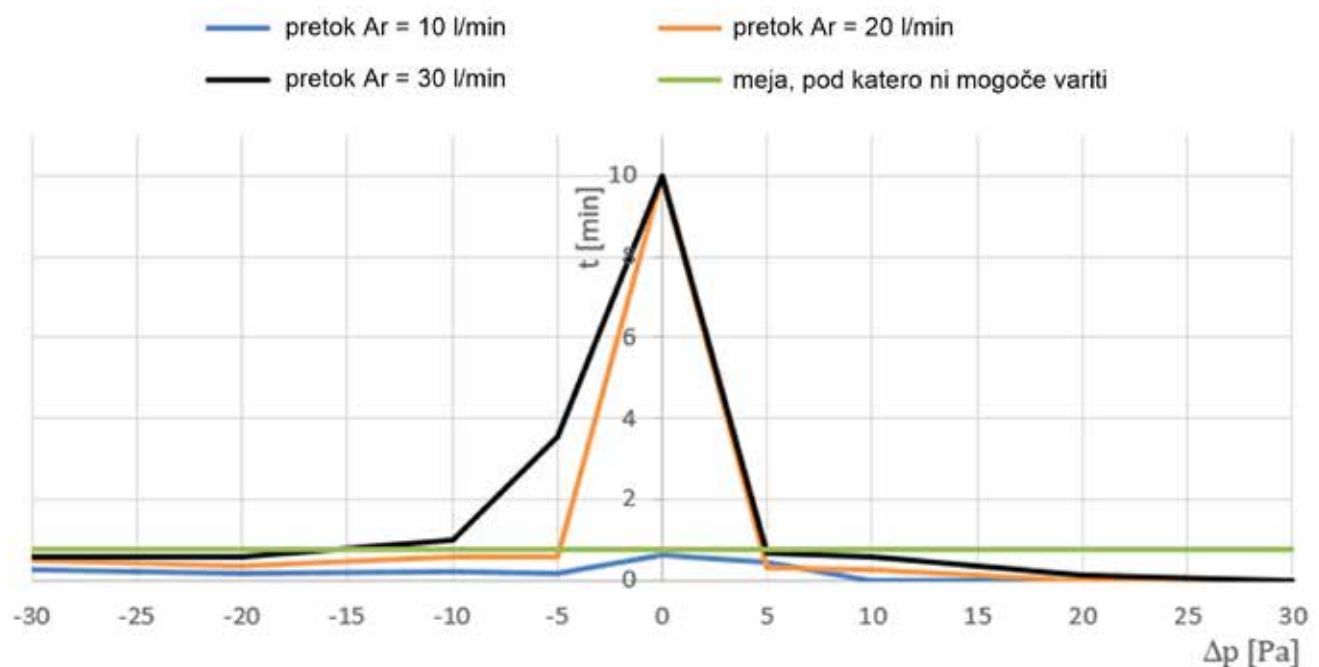
Primerne pogoje za varjenje smo določili glede na zahtevo o obarvanosti toplotno vplivanega območja, in sicer stopnja 9 po lestvici obarvanosti AWS D18.2 [7].

Kot zgornjo dopustno vrednost vsebnosti kisika izberemo 10 000 ppm, kar je ekvivalentno 1 % koncentracije kisika. Spodnjo mejno vrednost določimo 500 ppm, kar je ekvivalentno 0,05 % koncentracije kisika. Slednja vrednost nam opredeljuje mejo, pri kateri bi začeli variti.

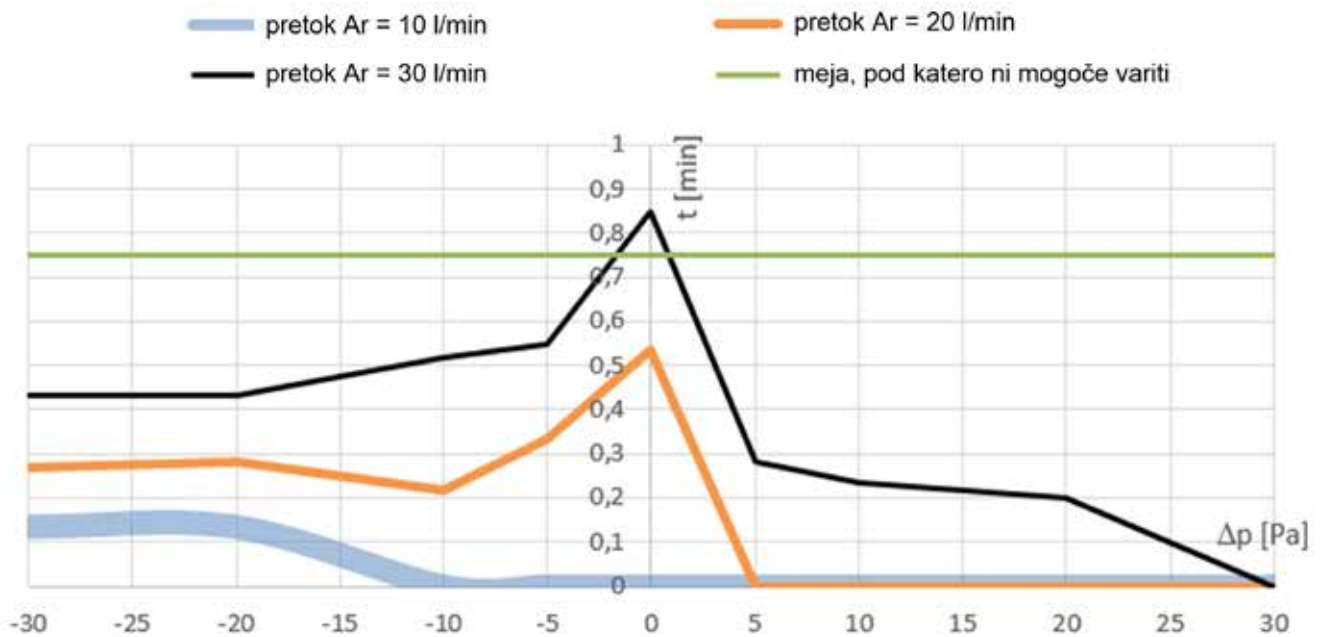
## 3 Rezultati in diskusija

Rezultati so v našem primeru zadovoljivi, kadar koncentracija kisika pade pod 500 ppm v času, krajšem od 20 min, čas, potreben za dvig koncentracije nad 10 000 ppm, pa je daljši od 40 s. Zadovoljivi rezultati so tudi tisti, kadar koncentracija kisika pade pod mejo 10 000 ppm v času, krajšem od 20 min, in ob hkratnem pogoju, da čas, potreben za dvig koncentracije nad mejo 10 000 ppm, presega 40 s.

Izvedenih je bilo več preizkusov pri različnih konfiguracijah spremenljivk. Izpostavimo lahko sledeče preizkuse:



**Slika 3** : Krivulje dviga koncentracije kisika pri krojeni barieri in nebrušeni cevi



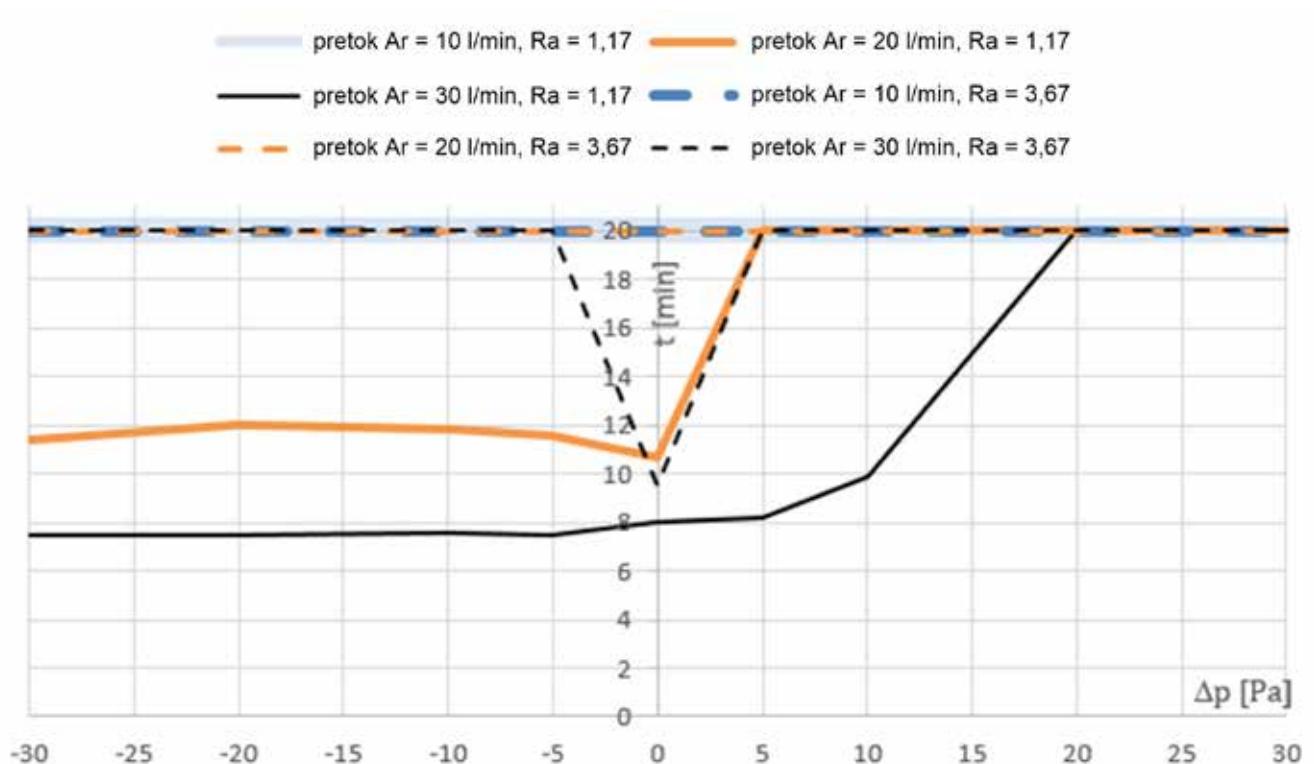
Slika 4 : Krivulje dviga koncentracije kisika pri nekrojjeni barieri in nebrušeni cevi

#### a) Krojena bariera, nebrušena cev

Z grafa na *sliki 3* lahko povzamemo, da je zanesljive pogoje za varjenje mogoče dobiti v tlačnem območju  $\Delta p = 0$  Pa ter pri pretoku plinov 20 in 30 l/min. V tem območju koncentracija po pretoku 10 min še vedno ne preseže zgornje mejne vrednosti. Pri vpihavanju Ar s 30 l/min pa eventualno še v podtlačnem območju do -10 Pa.

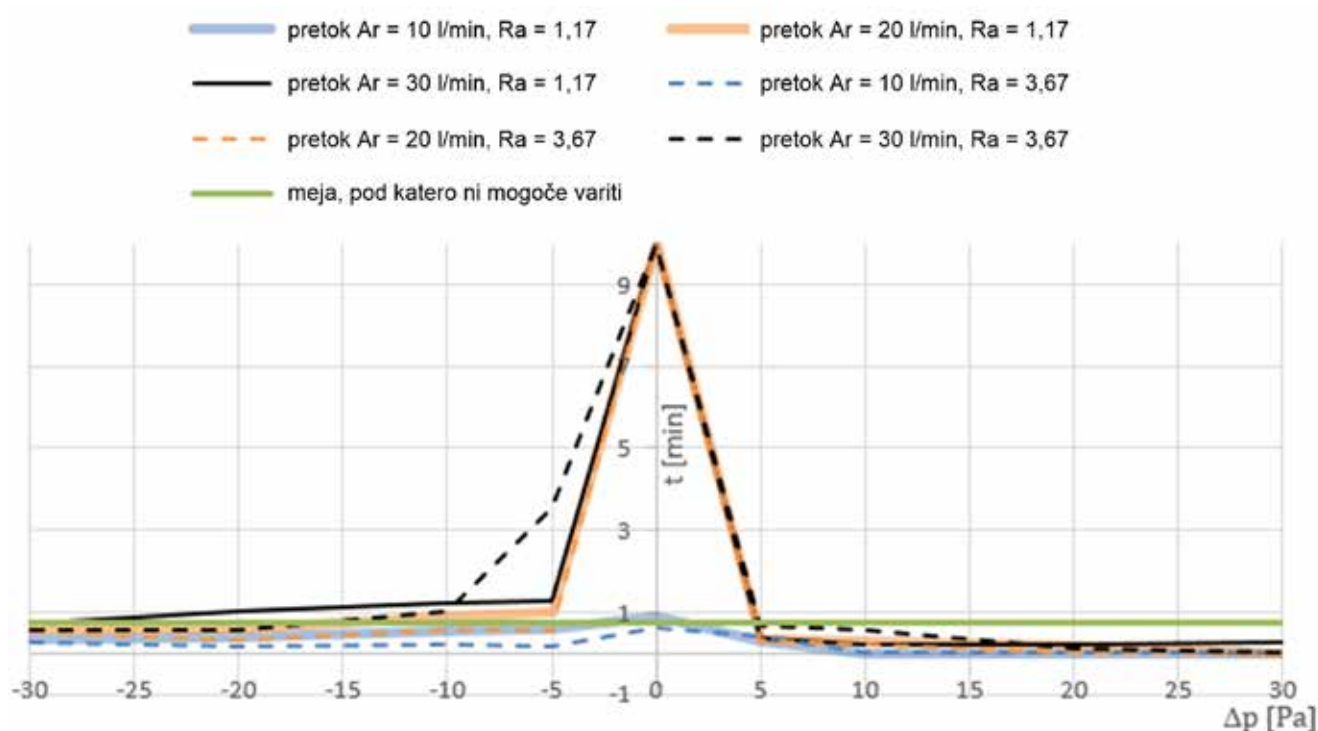
#### b) Nekrojena bariera (5 slojev), nebrušena cev

Če graf s *slike 4* primerjamo z grafom s *slike 3*, lahko vidimo, da so rezultati kljub uporabi petih slojev nekrojnih barier bistveno slabši kot pri enem sloju krojene bariere. V tem primeru uspemo sprejemljive pogoje vzpostaviti samo pri pretoku plina 30 l/min in tlačni razliki  $\Delta p = 0$  Pa.



Slika 5 : Krivulje padca koncentracije kisika pri primerjavi hrapavosti cevovoda





Slika 6 : Krivulje dviga koncentracije kisika pri primerjavi hrapavosti cevododa

### c) Krojena bariera, različne hrapavosti

Glede na zgornji graf (slika 5) lahko vidimo, da na padec koncentracije vpliva tudi nižja hrapavost cevododa. Pri pretoku plina 20 l/min smo z nižjo hrapavostjo cevododa uspeli zagotoviti sprejemljive pogoje na tlačnem intervalu  $-30 \text{ Pa} < \Delta p < 5 \text{ Pa}$ , pri pretoku 30 l/min pa na intervalu  $-30 \text{ Pa} < \Delta p < 15 \text{ Pa}$ .

V primerjavi s prejšnjim grafom padca koncentracije lahko na podlagi zgornjega grafa (slika 6) povzamemo, da bistvene razlike pri dvigu koncentracije ni, kar se tiče nižje hrapavosti cevododa. Na tlačnem intervalu  $-10 \text{ Pa} < \Delta p < 5 \text{ Pa}$  so rezultati pri višji hrapavosti celo boljši.

## 4 Zaključek

Zaključimo lahko, da so pogoji v podtlačnem območju ugodnejši kakor v nadtlračnem območju. Podtlak namreč omogoča »izsesavanje« zraza iz komore in s tem pospešuje polnjenje zaščitnega plina vanjo. Na zanesljivost barriere ima velik vpliv tudi prepustnost materiala, višja, kot je ta vrednost, tem težje je zagotavljati primerne pogoje za varjenje (potrebujemo višji pretok plina oz. vpihujemo dalj časa). Delni vpliv ima tudi hrapavost površine. Pri nižji hrapavosti je padec koncentracije hitrejši, medtem ko pri dvigu koncentracije ni bistvene razlike.

Kljub omenjenemu zgoraj je uporaba tovrstnih barrier nezanesljiva pri tlakih v notranjosti cevododa, ki

so različni od tlaka okolice. V primerih, kjer se pričakujejo podobni pogoji, ki jih ni mogoče nadzorovati, je tako primerneje uporabiti klasične barriere, ki izolirajo mesto varjenja. V tem primeru je potrebno predhodno preveriti geometrijsko zahtevnost cevododa in eventualno prilagoditi sekvence montaže predvsem z vidika lokacije zaključnih zvarov.

### Viri

- [1] J. Tušek, B. Zorc, M. Uran, A. Lešnjak, L. Kosec, D. Klobčar: Varjenje in sorodne tehnike spajanja materialov v neločljivo zvezo. Fakulteta za strojništvo, Ljubljana 2014.
- [2] L. Jeffus: Welding : Principles And Applications. Delmar, Cengage Learning, New York, 2012.
- [3] Pipe purging. Dostopno na: <http://www.alruqee.com/userfiles/file/RIM/pipe%20purge/Pipe%20Purging%20Booklet.pdf>.
- [4] Pipe purging. Dostopno na: <http://www.tag-pipe.com/Products/Pipe-Purging-Equipment/Double-Seal-System>.
- [5] Water soluble paper. Dostopno na: <https://www.aquasolwelding.com/aquasol-water-soluble-paper-tape>.
- [6] EZ Purge. Dostopno na: <https://www.aquasolwelding.com/ez-purge>.
- [7] K. Kimbrel: "Determining acceptable levels of weld discoloration on mechanically polished and electropolished stainless steel surfaces", pharmaceutical engineering, november/december 2011, Vol. 31, No. 6.

## Usability of water soluble paper dams for weld root purging

### Abstract:

When welding stainless steel pipes, it is crucial to assure adequate welding conditions inside the pipe where the root is formed. The weld root characteristics need to be mechanically as well as physiochemically acceptable. Weld root protection is achieved by purging the inside of the pipeline with protective gas. The volume of the purging area is often limited with various types of barriers of which one is water-soluble paper. This type of purging barriers is usually used when there is no possibility to access the inside of the pipeline after welding. Occasional circumstances, i.e. pressure variations inside the pipeline, present a major impact on the purging atmosphere establishment. The present paper shows that the water-soluble paper dams are effective only when there is an atmospheric pressure inside the pipe. Even small pressure differences make use of water-soluble paper dams inappropriate and another purging technique shall be utilized.

### Keywords:

pipe welding, stainless steel, root purging, water soluble paper



**numip**

**INŽENIRING — MONTAŽA — VZDRŽEVANJE**

Jedrska, farmacevtska, energetska & procesna industrija

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>Numip d. o. o.<br/>Cvetkova ulica 27, 1000 Ljubljana, Slovenija<br/>Podružnica Krško: CKŽ 135 e, 8270 Krško</p> | <p><a href="http://www.numip.si">www.numip.si</a><br/><a href="mailto:info@numip.si">info@numip.si</a></p> | <p>Jedrska: +386 (0)7 49 12 433<br/>Farmacevtska: +386 (0)7 49 12 451<br/>Energetska in procesna: +386 (0)7 49 12 420</p> |
|--|--|---|

# POSVET

# AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 - ASM '20

10. decembra 2020  
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

# SODELUJOČI ROBOTI – RAZVOJ IN UPORABA V MONTAŽI

Dragica Noe

## Izvleček:

Sodelujoči roboti postajajo stalnica v industrijski proizvodnji. Čeprav njihov razvoj še ni dokončen, že sedaj s svojimi dobrimi lastnostmi učinkovito podpirajo optimizacijo procesa montaže. Da bi bila odločitev za njihovo uvajanje v proizvodnjo lažja, je smiselno razjasniti njihove značilnice in kje je uporaba ustrezna. Uporaba sodelujočih robotov mora biti varna in učinkovita, zato morajo sami in njihova vgradnja v montažne sisteme ustrezati varnostnim standardom. Vsekakor pa je upravičeno vprašanje, kaj je treba upoštevati, da bo njihova uporaba učinkovita in upravičena.

## Ključne besede:

industrijski roboti, montaža, sodelujoči roboti, varnost pri delu z roboti, varnostni standardi, načini sodelovanja robot-človek

## 1 Uvod

Ideja o človeku podobnih strojih je vedno burila duhove. Lahko so bile to otroške igrače, vesoljski potniki, vojaki v Vojni zvezd, vedno so se jim pripisovale lastnosti človeka. Zapisali so celo pravila o nepoškodovanju lastnika robota, zaprli so jih za ograje, dovolili so jim gibanje med ljudmi, z razvojem umetne inteligence prevzemajo tudi odločitve namesto človeka in postajajo pravi timski sodelavci. Postavljeni smo tudi pred dejstvo, da bo treba sprejeti ustrezno zakonodajo za prevzemanje njihove krivde pri napačnih odločitvah. Razvoj je bil vsekakor zelo buren.

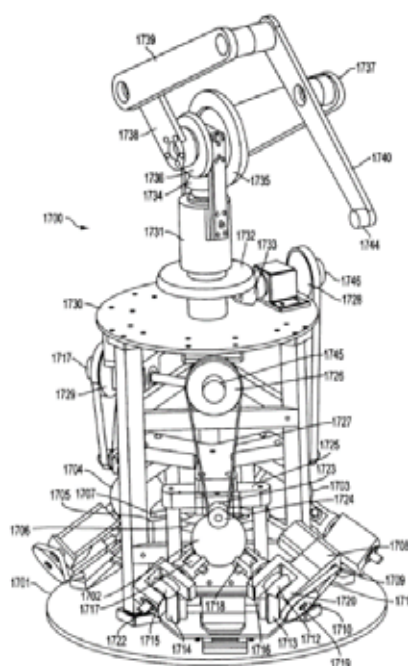
Dejstvo je, da je razvoj robotike in robotov šel v različne smeri. Še vedno pa so to avtomatično krmiljeni, programirljivi večnamenski manipulatorji s tremi ali več osmi oziroma prostostnimi stopnjami, ki so lahko pritrjeni na fiksni ali mobilni podstavek ter so zasnovani tako, da lahko izvajajo naloge v sodelovanju s človekom, kot to opredeljuje standard ISO [1, 2]. Ta definicija vključuje tako imenovane industrijske robote, avtomatsko krmiljeni vozički (AGV) so razvrščeni v skupino servisnih robotov.

Glede na podano opredelitev je poznanih več tipov sodelujočih robotov (SR) in tudi nivojev stikov med delavcem in robotom pri sodelujočem delu.

Eden od primerov sodelovanja je, ko deluje zaprt za ograjo v svojem delovnem prostoru in skrbniki robotov občasno vstopajo v njegov delovni prostor, ne da bi bilo delovanje robota izključeno, če to zah-

teva na primer vnaprejšnji poseg v delovanje celice pred nevarnostjo zastoja. Še posebno, ker so zastoji lahko dolgotrajni in zaustavitev robota pomeni velike stroške. V ta namen robot nosi senzorje, ki zaznajo gibanje človeka in upočasnijo gibanje robota ali ga ustavijo, po končanem posredovanju se proces nadaljuje brez zastoja.

Večje število industrijskih robotov pa je zasnovanih tako, da si s človekom delijo delo in delovni prostor. Ti so najpogosteje imenovani »coboti« oziroma sodelujoči roboti (v nadaljevanju SR) in imajo vgrajene tehnične lastnosti, ki zagotavljajo, da ne poškodujejo človeka, ko namensko ali po nesreči



Slika 1: Patentirani cobot avtorjev Colgata in Peshkina [3]

Izr. prof. dr. Dragica Noe, univ. dipl. n.ž., UL, FS – uredništvo revije Ventil





Slika 2 : Sodelujoči robot (A), razvit v DLR, in (B) KUKA cobot LBR iiwa



Slika 4 : Sodelujoči robot URx [6]

pridejo z njim v neposredni kontakt. Uporabljeni so lahki materiali, robovi so zaokroženi, so oblaženi z vgrajenimi senzorji v robotovi osnovi ali v členkih, ki merijo silo, momente in hitrost gibanja, kar mora vse zagotoviti, da ne delujejo izven določenega praga oziroma področja, ko nastane kontakt med človekom in SR.

## 2 Zgodovinski razvoj

Prvi zapis o sodelujočih strojih – robotih («collaborative robots – cobots») – je patent Colgata in Peshkina, ki je bil prijavljen v letu 1999 [3]. Patentirani sta bili naprava in metoda za neposredno vzajemno delovanje človeka in univerzalnega manipulatorja na kolesih, ki ga krmili računalnik ob sodelovanju človeka.

Še nekaj let, vse do leta 2008, so sodelujoče robote v industrijski proizvodnji sprejemali s skepticizmom, najbrž kot vse nove tehnologije. Leta 2004 je podjetje Kuka Roboter GmbH predstavilo na trgu enega prvih industrijskih SR – Cobot LBR 3. Ta lahek računalniško krmiljen robot je bil rezultat sodelovanja podjetja Kuka in Institute of Robotics and Mechatronics pri German Aerospace Centru (DLR). Kuka je izpopolnila tehnologijo in predstavila la-

hek robot LBR 4 v letu 2008 in LBR iiwa leta 2013 [4]. Podjetji KUKA in DLR sta v letu 2012 v okviru strateškega sodelovanja začeli z raziskavo možnosti sodelovanja delavcev in robotov KUKA LBR v montaži in v letu 2013 so bili roboti LBR prvič uporabljeni pri sodelujočem sestavljanju menjalnikov za zadnjo os v podjetju Mercedes-Benz [5].

Roboti LBR iiwa so bili prvi, ki so jih izdelovali serijsko z vgrajeno senzoriko in so bili tako primerni za sodelovanje s človekom. LBR pomeni Leichtbauroboter (nemško: lahki robot). Ti roboti so lahko postali inteligentni asistenti pri industrijskem delu (iiwa – intelligent industrial work assistant). To je pomenilo začetek novega obdobja v industrijski robotiki. Postavljeni so bili temelji za inovativne in trajnostne proizvodne procese. Ljudje in roboti lahko tako prvič tesno sodelujejo pri zelo občutljivih nalogah. To odpira možnost novih aplikacij in utira pot večji stroškovni učinkovitosti in največji prilagodljivosti. SR LBR iiwa je danes na voljo v dveh različicah: z nosilnostjo 7 in 14 kilogramov [8].

Sočasno je podjetje Universal Robots v letu 2008 prodalo svoj prvi SR UR5. Štiri leta kasneje je podjetje Universal Robots poslalo na trg robote UR10, UR3 in UR15. Podjetje danes velja za največjega dobavitelja sodelujočih robotov v svetu in je prodalo



Slika 3 : Drug poleg drugega delavka v montaži in KUKA cobot v tovarni BMW. Vir: [7].

čez 42 000 robotov. SR so za različne nosilnosti: 3, 5, 10 in 16 kg. S šestimi prostostnimi stopnjami so izjemno gibljivi in prilagodljivi, enostavni za integracijo v obstoječe okolje.

### 3 Sodelujoči roboti v montaži

SR so zaradi svojih posebnih značilnosti, kot so gibljivost, fleksibilnost, lahka konstrukcija, majhna nosilnost, omejen doseg, vgrajeni senzorji, enostavnost programiranja itd., primerni za integracijo v ročne montažne sisteme, še posebej, ko se povežejo gibljivost in prilagodljivost delavcev v montaži in odlične sposobnosti SR.

Sodelujoči roboti lahko izvajajo številne postopke v proizvodnji, kot so montažne operacije, pakiranje in paletiranje, vstavljanje, privijanje, ločevanje, preusmerjanje, dodajanje in odvzemanje ter nanašanje lepil, varjenje, kontrola in testiranje ter podobna opravila. Pri uporabi je smiselno upoštevati omejitve lahkih robotov, kot so na primer nosilnost – omejitev mase obdelovancev oziroma sestavov, prevelika gibljivost – manjša ponovljivost pri vstavljanju.

V splošnem pa velja, da sodelujoči roboti razbremenijo delavce v montaži ponavljajočih se gibov, ki so za delavce monotoni, dviganja težkih sestavnih delov oziroma sestavov. S prevzemom številnih opravil je mogoče skrajšanje takta montaže. Zaradi enostavnega programiranja so prehodi na montažo novih izdelkov enostavnejši. Vključitev SR v proces montaže po mnenju številnih avtorjev takoj poveča obseg proizvodnje in fleksibilnost [9].

Za integracijo SR v proces montaže se je uveljavila naslednja klasifikacija sodelovanja človeka in sodelujočega robota, ki jo je mogoče uporabiti tudi glede na delitev delovnega prostora in opravil, čeprav se v literaturi najdejo tudi druge oblike sodelovanja (slika 5) [9]:

- ▶ sožitje, kadar sta človek in robot v istem delovnem okolju, vendar dejansko ne delujeta vza-

jemno, med njima pa ni pregrade, delo najprej opravi prvi in ga nato nadaljuje drugi;

- ▶ zaporedno delo, ko človek in robot delata skupaj v istem delovnem prostoru na istem sestavu, vendar v različnih časih;
- ▶ sodelovanje, ko človek in robot delata v istem delovnem prostoru na istem sestavu hkrati in je vsak osredotočen na svoja ločena opravila, tako da si delita prostor in delovne operacije in se oba gibljeta;
- ▶ odzivno sodelovanje, kadar morata človek in SR opravilo izvajati skupaj, posledica aktivnosti enega je takoj delovanje drugega, največkrat robot podpira dejavnost človeka, kot na primer pri manipulaciji težkih sestavnih delov oziroma sestavov.

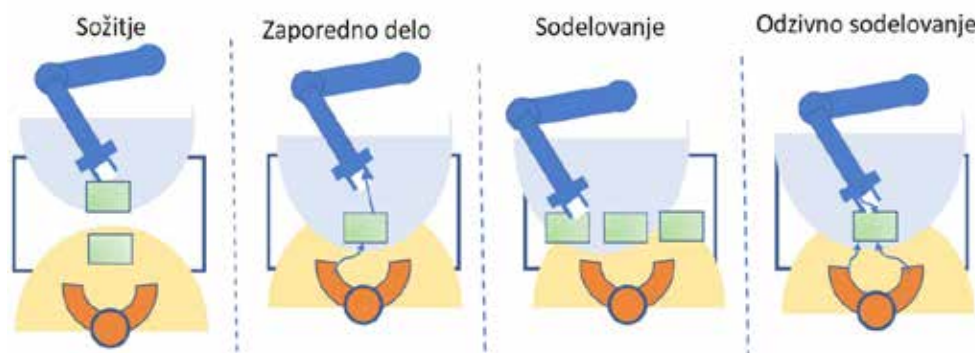
### 4 Značilnice sodelujočih robotov

Uvajanje SR v montažo so vseskozi vodile želje, kot so povečanje produktivnosti, razbremenitev človeka opravil, ki vodijo k poklicnim boleznim, na eni strani ter možnosti hitre integracije robotov v proces montaže, možnost hitrega prilagajanja montaže novih izdelkov kakor tudi učinkovitega vračanja vloženi sredstev.

Izčrpna analiza skupine avtorjev, ki je bila objavljena v reviji Robotics, obravnava raziskave ter primere uporabe SR v proizvodnji v zadnjih desetih letih [9]. Nesporno je potencial SR prav v fleksibilnosti enostavnega, hitrega in cenovno ugodnega spreminjanja tlora v proizvodnji. SR so zasnovani tako, da jih je lahko enostavno reprogramirati, da ne poškodujejo človeka, da se lahko enostavno integrirajo v obstoječi sistem, da se učijo, če je to mogoče.

Skoraj vsi znani proizvajalci industrijskih robotov so razvili enega ali več SR. Na osnovi nekaterih najpogostejše uporabljenih SR je mogoče predstaviti nekaj skupnih značilnic [6, 8 in 10-14]:

- ▶ V večini imajo sodelujoči členkasti roboti od štiri do sedem osi. Dodatno imajo še nekaj prostostnih stopenj v zapestju (spherical wrist).
- ▶ Nosilnost je v mejah med 0,5-16 kg, dva proi-



Slika 5 : Načini sodelovanja človeka s SR

zvajalca imata v svojem programu SR z nosilnostjo 20 oziroma 35 kg. Nekatere objave razdelijo SR v tako imenovane lahke SR in SR z večjo nosilnostjo.

- ▶ Proizvajalci podajajo skupni doseg oziroma doseg ene roke. Najmanjši doseg je okrog 400 mm in največji do 1500 mm.
- ▶ SR je mogoče razvrstiti v dve skupini, prva je s ponovljivostjo pozicije  $\pm 0,1$  mm in druga  $\pm 0,02$ – $\pm 0,04$  mm.
- ▶ Glede na to, ali imajo vgrajene senzorne in ustrezen krmilni sistem, so roboti lahko opremljeni z merilnikom pozicije oz. kota zasuka (z enkoderjem) in z merjenjem napetosti, z merilnikom sile, merilnikom momentov v vsaki osi in senzorni za dotik (občutljiva koža).
- ▶ Montažni sistemi z uporabo SR imajo v primerjavi z IR lahko še dodatno prigraden računalniški vid (kamere), laserski sistem, sistem za preprečevanje trkov, sistem za zaznavanje glasovnih ukazov in/ali sistem za koordinacijo SR s človeškim operaterjem, ko se premikata skupaj.

## 5 Varnost

Za zagotovitev varnosti človeka v sodelovanju s SR so poudarjene naslednje strategije [15]:

- ▶ Varnost pred trkom mora zagotoviti, da je trk SR s človekom ali prepreko varen in krmiljen. Glavni cilj je omejitev sile, s katero SR deluje na človeka ob trku.
- ▶ Za aktivno varnost s pravočasno detekcijo nezbežnega trka med napravo in človekom ter zaustavitev operacije v krmiljenem načinu se uporabljajo približevalni senzori, robotski vid, senzori sile/dotika.
- ▶ Prilagodljiva varnost za poseganje v delovanje strojne opreme naprave in izvajanje korektivnih ukrepov, ki omogočajo izogibanje trkom brez prekinjanja operacije oziroma zaustavitve naprave.

V ta namen so izdelani nacionalni in internacionalni standardi, direktive in zakoni, ki omogočajo graditeljem sistemov, kjer se uporabljajo SR, potrebno vgraditev varnosti.

Varni uporabi SR je posvečen mednarodni standard ISO/TS 15066:2016 (posodobljen 2019): Robots and Robotic Devices, Collaborative Robots [16]. Podane so zahteve sodelujočih metod, ki so bile že vključene v tehnični standard UNI EN ISO 10218-2:2011.

Na osnovi teh standardov so definirane štiri zahteve za SR:

- ▶ Varna zaustavitev (Safety-rated monitored stop – SMS) se uporabi takrat, ko se robot giblje v skupnem delovnem prostoru, preden vanj vstopi operater, da bi skupaj z robotom opravil ozi-

roma zaključil delo. Takšen način se značilno uporablja, kadar robot večino dela opravi sam, operater pa le občasno vstopi v njegov oziroma skupni delovni prostor.

- ▶ Ročno vodenje (hand-guiding – HG), pri katerem operater uporabi napravo za ročno vodenje, nameščeno blizu robota ali na koncu robotske roke, in tako prenese ukaze za gibanje v krmilni sistem robota.
- ▶ Nadzor hitrosti in ločevalne razdalje (Speed and separation monitoring – SSM) se uporabi tam, kjer se robotski sistem in operater lahko gibljeta sočasno v prostoru sodelovanja. Zmanjšanje tveganja se doseže s stalnim vzdrževanjem najkrajše varne razdalje med operaterjem in SR. Med gibanjem se robot nikoli ne približa operaterju bližje, kot je opredeljena varna razdalja. Robot se mora ob približevanju in krajšanju razdalje pod varno razdaljo ustaviti. Če se operater oddaljuje od robotskega sistema, robot to zazna in avtomatično nadaljuje svoje gibanje v smislu tega pravila. Če se hitrost gibanja SR zmanjša, se ustrezno skrajša varnostna razdalja.
- ▶ Omejitev moči in sil (Power and force limiting – PFL) – robotski sistem je zasnovan tako, da robot pri polstatičnih in prehodnih kontaktih ne preseže primernih mejnih vrednosti, ki so določene v oceni tveganj za operaterja oziroma delavca.

Seveda se pri tem mora upoštevati, da v montažni sistem niso vgrajeni samo SR, temveč tudi druge naprave, kot so na primer električni privijalniki, električni vpenjalniki in podobne naprave, ki vsaka zase predstavlja svoje tveganje.

Objave o raziskavah uporabe posameznih metod sodelovanja v letu 2018 podajajo, da so vse obravnavane metode uporabljane pri sodelovanju človek-robot dokaj enakomerno zastopane, rahlo več je objav o ročnem vodenju (HG) [5]. To nakazuje, da je raziskovalce najbolj zanimala pomoč robotov pri stregi in prenašanju težjih bremen.

## 6 Začetni koraki pri uvajanju SR v proces montaže

Čeprav SR še niso dolgo na trgu in primerov dobre prakse uporabe SR v montaži ni na pretek, je mogoče na osnovi objav pripraviti nekaj smernic za njihovo učinkovito uporabo. Prav gotovo ima na področju uporabe SR v montaži največ izkušenj podjetje Universal Robots kot pionir pri razvoju SR, ki je na svoji spletni strani opisalo deset korakov k uspešnemu začetku uvajanja SR [18].

Pozornost pri načrtovanju montažnih sistemov z vključevanjem montažnih mest, kjer sodelujeta delavec in SR, je namenjena predvsem:

- ▶ procesu oziroma operacijam, ki jih lahko SR prevzame samostojno ali v sodelovanju z delavcem,



- ▶ zahtevanim časom montažnih operacij in času montažnega cikla,
- ▶ zahtevani nosilnosti in dimenzijam delovnega prostora,
- ▶ obliki, dimenzijam in lastnostim sestavnih delov in sestavov ter njihovi urejenosti,
- ▶ orodju in prijemalom,
- ▶ varnosti delavcev,
- ▶ povezljivosti in vključevanju v montažni sistem, možnosti prilagajanja novim zahtevam,
- ▶ načinu in hitrosti programiranja,
- ▶ okolju, kjer bo SR deloval, in njegovi zaščiti,
- ▶ pogledu v prihodnost.

SR so v osnovi stroškovno učinkoviti, varni in prilagodljivi. Z njimi je avtomatizacija proizvodnje enostavna tako v velikih kot majhnih podjetjih.

Primernost avtomatizacije montažnih operacij s SR je različna. Idealni za avtomatizacijo so ponavljajoči se ročni procesi, ki ne zahtevajo delavčevih spretnosti, kritičnega razmišljanja in trenutnih odločitev. Med temi operacijami so: vodenje orodij, dodajanje obdelovancev, operacije primi-odloži, tudi operacije, ki lahko povzročajo poklicne bolezni zaradi prisiljenih in ergonomsko neugodnih gibov delavcev, ali operacije, ki zahtevajo stike z nevarnimi deli strojev.

Pri prvem projektu uvajanja SR je smiselno poiskati čim enostavnejše procese za avtomatizacijo. Zahtevni in obsežni procesi zahtevajo veliko znanja in izkušenj ter pogosto tudi zunanjo podporo, kar lahko hitro postane ekonomsko neopravičljivo.

SR opravljajo enostavne operacije približno z enakim tempom kot delavci, zato se pretočni časi z uvedbo robotov ne bodo bistveno spremenili. Povečana hitrost robota, kot jo dosegajo delavci, lahko zahteva dodatne ukrepe za zavarovanje delavcev. Povečanje produktivnosti bo doseženo predvsem zaradi neprekinjenega dela SR, ki v osnovi ne potrebuje odmorov, ter zaradi skrajšanja časov operacij, ki so v delovnem ciklu najdaljše. SR lahko prevzamejo operacije v delovnem ciklu, ki so vzrok za utrujenost delavcev, npr. zaradi ponavljajočih se gibov, ergonomsko neprimernih gibov. Delavci se lahko posvetijo opravilom, ki pomenijo večjo dodano vrednost, na primer sprotni kontroli.

SR so v splošnem različnih velikosti, vendar je njihov največji doseg do 1500 mm in lahko premikajo mase do 15 kg. V skupni nosilnosti je treba upoštevati tudi maso prijemal oziroma orodij. Za opravila, ki zahtevajo večje dosege, je mogoče uporabiti več SR ali pa spremeniti razporeditev znotraj montažnega mesta (tloris) tako, da bo proces lahko potekal znotraj dosega samo enega robota. Robote je treba naučiti razumnih poti in posvetiti pozornost obremenitvam.

Oblika in dimenzije sestavnih delov naj bodo enostavno opredeljene, da jih prijemala lahko prijemajo.

Za enostavno programiranje prijemanja je treba postaviti kose in sestave v isti položaj na mizi ali traku, tako da lahko robot gibe stalno ponavlja. Lahko se postavijo v urejeno matriko (na traku ali v zaboju) tako, da se robot postavi v začetni in končni položaj in doda število kosov v vrsti in stolpcu. Nekateri SR imajo celo programirane sposobnosti paletiranja. Če je le mogoče, se je treba izogibati vključevanju robotskega vida ali senzorjev za identifikacijo delov in položajev sestavnih delov za prijemanje. Strega delov z odstopanji v obliki in dimenziji ali neurejen položaj (neurejeno hranjenje v zaboju) je sicer mogoča, vendar je zelo kompleksna in stroškovno neugodna.

Prijemala in končni efektorji so na robotski roki za ustvarjanje stika s sestavnimi deli in stroji. To so lahko vakuumska prijemala, dvoprstna prijemala za prijemanje sestavnih delov, orodje za točkovno varjenje, razpršilnik barve ali karkoli, kar potrebuje zahtevana aplikacija. Na voljo so številna standardna prijemala in z uporabo aditivnih tehnologij oz. 3D tiskalnikov je mogoče izdelati namenska prijemala ali pa jih naročiti pri specializiranih dobaviteljih. Uporaba univerzalnega prijemala za več različnih prijemancev je privlačna, mogoče pa je več enostavnih prijemal cenovno ugodnejše.

SR so konstruirani in izdelani tako, da delujejo varno v sodelovanju z delavcem. Vendar je treba upoštevati vse ukrepe za varnost, ki so predvideni v ustreznih standardih in priporočilih. Ocenitve tveganja mora opredeliti ustrezno interakcijo človeka in SR za vsak posamezen primer. Varnostni ukrepi vključujejo gibanje, hitrosti, dele z ostrimi robovi in uporabo različnih orodij. Pri zahtevanih večjih hitrostih SR je potreben premislek o varnosti, mogoče je treba dodati lahke zaveske ali senzorski sistem za zmanjšanje hitrosti ali zaustavitev roke robota, kadar delavec stopi v delovni prostor. Delavci in SR morajo imeti natančno določen prostor in način medsebojnega sodelovanja. Orodja in prijemala zahtevajo dodatne varnostne ukrepe.

Razmisliti je treba, s katerimi stroji bo SR prišel v stik in kako bo ta stik izveden. Ali bo SR le nadomestil delavčeve posege na stroju, kot so odpiranje vrat stroja, pritisk na gumb, dodajanje in odvzemanje kosov, ali pa bo potreben tesnejši stik med strojem in robotom. Bolj tesno in kompleksno bo sodelovanje robota s strojem, bolj kompleksen bo proces avtomatizacije.

Tesnejše sodelovanje SR z montažnim sistemom bo enostavnejše z vgrajenim digitalnim I/O-krmilnikom ali ethernetnim komunikacijskim protokolom, kot je to EthernetIP. Za držanje kompleksnosti na minimumu naj bodo osnovni ukazi limitirani, kot so: start delovni cikel ali cikel zaključen.

Najenostavnejša je uporaba SR, kadar je ta pritrjen na določenem mestu, se ne premika po prostoru in



Slika 6 : Programiranje SR. Vir: [18].

opravlja vedno iste gibe in opravila. Lahki in enostavno programirani SR se lahko premikajo med montažnimi mesti – ali pa so nameščeni na mobilnih vozičkih, če je to priročno. Pri tem je treba vsakokrat, ko se SR premakne, lokalizirati njegov položaj glede na njegov delovni prostor, tako da bodo sestavni deli in stroji tam, kjer jih robot pričakuje. Krmilni program je lahko shranjen na konzoli in se lahko ponovno naloži s pritiskom na gumb.

Uvajanje SR v proces montaže postane kompleksnejše, če mora SR sodelovati z več stroji ali napravami. Enostavne operacije sestavnih delov »primi in odloži« s stalno obliko in v določenem položaju je mogoče programirati v nekaj minutah. Tudi prehod na druge operacije ali sestavne dele je lahko programiran hitro in enostavno. Po pravilu je enostavna avtomatizacija tistih procesov, ki jih robot opravi z enostavno in minimalno povratno informacijo zunanjih senzorjev ali krmilnikov. Proces programiranja je bolj kompleksen, če je treba vključiti robotski vid ali merilnike sile v robotski roki za razpoznavanje sestavnih delov ali naprave za povratne informacije pri nadzoru in krmiljenju robotskega delovanja in interakcij z drugimi stroji.

SR delajo v skoraj vseh okoljih, kjer lahko dela človek brez pritoževanja o temperaturi, hrupu ali umazaniji. Lahko delajo v različnih higienskih okoljih ali so celo certificirani za delo v čistih prostorih. Kot druge naprave tudi SR v ekstremnih okoljih potrebujejo dodatno zaščito, ki varuje robotsko roko pred zelo visokimi temperaturami, vlago, tekočinami, korozivno atmosfero, trdnimi delci, kot so umazanija, ostružki itd. Taka zaščita je na voljo v prosti prodaji, pri ekstremnih pogojih pa je avtomatizacija bolj zahtevna.

V začetku uvajanja SR v proces montaže ni dobra prevelika ambicioznost. Vendar to ne pomeni, da ni

treba misliti naprej. Po prvi uspešni aplikaciji in pri tem pridobljenih izkušnjah prične uporabnik ročne operacije gledati z drugimi očmi. Pri raziskavi razpoložljivih SR in oceni njihove ustreznosti trenutnim potrebam je smiselno imeti v mislih tudi prihodnje potrebe. Kmalu še tako daljnosežni projekti postanejo smiselni in rešljivi.

## 7 Sklep

Sodelovanje človeka in robotov v procesu montaže je dokaj novo področje industrijske robotike in si le korakoma utira pot v avtomatizacijo proizvodnje oziroma v avtomatizirane montažne sisteme. V primerjavi z industrijskimi roboti, za katere se zaznava rahel zastoj v prodaji, se pričakuje po podatkih VDMA večje povpraševanje po SR, še posebno, če so vgrajeni v montažne sisteme [19].

Montažni sistemi so prav gotovo na vrhu primerov uporabe sodelujočih robotov, predvsem zaradi visokega vračanja investicije, povečanja produktivnosti delavcev ter ustrezne fleksibilnosti. Tudi zelo spretni delavci ob sodelovanju robotov lahko povečajo svojo uspešnost pri delu.

Prispevek obravnava kratek zgodovinski pregled razvoja SR v svetu, zbrani so nujni standardi in predpisi za varno uporabo. Poudarek je tudi na možnosti uporabe SR v montažnih sistemih in kaj je mogoče pričakovati z njihovo implementacijo. Po številnih objavah raziskovalnih dosežkov so izpostavljene predvsem tiste raziskave, ki so najbolj zaposlovale raziskovalce in bodo prav gotovo v pomoč pri hitrejšem uvajanju SR v realno proizvodnjo. Pri tem bo prav gotovo v pomoč tudi povzetek smernic, ki jih je pripravil strokovni tim podjetja Univerzal Robotics (Danska).

## Viri

- [1] Standard ISO 8373:2012 <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en:term:2.6>.
- [2] Demystifying Collaborative Industrial robots, International Federation of Robotics, december 1918. [https://ifr.org/downloads/papers/IFR\\_Demystifying\\_Collaborative\\_Robots.pdf](https://ifr.org/downloads/papers/IFR_Demystifying_Collaborative_Robots.pdf).
- [3] Colgate, E. J. Michael Peshkin: COBOTS, United States Patent No. 5.952.796, 1999. <https://patents.google.com/patent/US5952796A/en>.
- [4] From robot to cobot, a look through history, WiredWorkers <https://wiredworkers.io/from-robot-to-cobot/>.
- [5] Collaborative robotics – history and recent trends, EU Automation01/08/20, 05:59 AM | Industrial Robotics, Mobile & Service Robots | cobots.
- [6] <https://www.universal-robots.com/case-stories/comprehensive-logistics/>.
- [7] <https://www.kuka.com/en-us/future-production/human-robot-collaboration>.

- [8] <https://www.kuka.com/en-de/products/robot-systems/industrial-robots/lbr-iiwa>.
- [9] E. Matheson, R. Minto, E. G. G. Zampieri, M. Faccio and G. Rosati: Human-Robot Collaboration in Manufacturing Applications: A Review. <https://www.researchgate.net/publication/337807619>.
- [10] <https://www.staubli.com/en/robotics/>.
- [11] <https://industrial.omron.eu/en/products/collaborative-robots>.
- [12] <https://www.motoman.com/en-us/products/robots/industrial/assembly-handling/hc-series/hc10>.
- [13] <https://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-14000-yumi>.
- [14] <https://www.fanuc.eu/si/sl/roboti/stran-s-fil-trom-robotov/kooperativni-roboti>.
- [15] G. Michalos in drugi: Design Consideration for Safe Human-Robot Collaborative Workplaces, Proceedings CIRP 37 (2015), 248–253.
- [16] ISO/TS 15066:2016 Robots and robotic devices — Collaborative robots <https://www.iso.org/standard/62996.html>
- [17] Maurtua and other: Human-robot collaboration in industrial applications: Safety, interaction and trust, I. J. of Advanced Robotic Systems, July 2017, P. 1–10.
- [18] Get started collaborative robots in 10 steps, Universal Robots, <https://info.universal-robots.com/en-us/get-started-with-cobots>.
- [19] VDMA: Nur Integrated Assembly Solutions wachsen, <https://automationspraxis.industrie.de/news/vdma-nur-integrated-assembly-solutions-wachsen/>.

### Collaborative robots – development and engagement in the assembly process

#### Abstract:

Collaborative robots or cobots are becoming a common sight in industrial production. Even though some development still needs to be done they already efficiently support assembly process optimisation. To ease their inclusion in production, it makes sense to clarify their features and where their use is appropriate. Collaborative robots use must be safe and efficient, therefore they and their installation in assembly systems must meet safety standards. In any case it is justified to investigate what points should be considered to make the use of cobots effective and justified.

#### Keywords:

industrial robots, assembly, collaborative robots or cobots, workplace safety with robots, safety standards, cooperation human – robot

POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN  
MONTAŽE 2020 - ASM `20

[www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)

10. decembra 2020  
na Gospodarski zbornici Slovenije  
v LJUBLJANI





# Dvignite produktivnost !

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

**Zanesljivost. Učinkovitost. Varnost. Stäubli.**

[www.quick-mould-change.com](http://www.quick-mould-change.com)

FAST MOVING TECHNOLOGY

# STÄUBLI

# NAPRAVA ZA TESTIRANJE CENTRALNIH POGONOV ZA ELEKTRIČNA KOLESA

Matija Oblak, Matej Zorko

## Izvelek:

V prispevku opisujemo izvedbo mehanskega in krmilnega dela naprave za testiranje centralnih pogonov za električna kolesa. Naprava se uporablja kot podpora pri razvoju centralnih pogonov. Pogon ima vgrajeno lastno krmilje, ki vseskozi preko senzorja momenta prilagaja navor glede na pritisk na pedala kolesa. Jedro krmilnega sistema teče na osebni računalnik in je zgrajeno na osnovi programske opreme LabVIEW podjetja National Instruments, od katerega se zahteva spreminjanje vhodnega navora po stopnjah, ki jih definira operater, spremljanje parametrov pogona, vhodnih električnih veličin in temperatur. Pogon je po reduktorju povezan na zavorni pogon Bosch Rexroth, krmiljen z Open Core Engineering. Načrtanih je bilo tudi nekaj elektronskih vezij za potrebe merjenj.

## Ključne besede:

centralni pogon za električno kolo, testiranje delovanja, življenjska doba delovanja, Open Core Engineering, LabVIEW

## 1 Uvod

V podjetju Domel je bil razvit centralni pogon za električna kolesa. Podjetje je specializirano za proizvodnjo elektromotorjev, od katerih je že vrsto let paradni konj sesalna enota. Kupcem želimo zagotavljati visokokakovostne izdelke, kar lahko dosežemo s trajnostnim testiranjem izdelkov.

V podjetju smo osredotočeni na naročnika, ki mu želimo dostaviti visokotehnoški izdelek z zagotovljeno funkcionalnostjo, ki zahtevnim specifikacijam ustreza vso svojo življenjsko dobo. Testiranje tako funkcionalnosti kot tudi življenjske dobe je ključno za hiter razvoj izdelka.

V nadaljevanju se posvečamo razvoju glavnega krmilnega sistema za nadzor testiranja funkcionalnosti, katerega jedro je osebni računalnik s programsko opremo v okolju LabVIEW [3], od katerega se zahteva nadzor nad testom, ki vključuje nastavljanje poljubnih vrednosti navora ali hitrosti (glede na režim delovanja) v eni točki delovanja kot tudi t. i. ciklanje, spremljanje parametrov pogonskega krmilnika in krmilnika zaviralnega pogona, merjenje električnih veličin preko električnega vezja, razvitega v podjetju, ter spremljanje temperatur, ki vključuje tudi alarme ter ustrezne reakcije – ustavitve.

Matija Oblak, mag., Matej Zorko, univ. dipl. inž. oba Domel, d. d., Železniki

## 2 Zahteve za izvedbo testirne naprave

Za pogon so zahtevani naslednji načini testiranja:

- ▶ hiter preizkus delovanja (odzivnost krmilnika pogona),
- ▶ testiranje delovanja v navornem režimu (s servomotorjem držimo konstantno kadenco),
- ▶ testiranje delovanja v kadenčnem režimu (s servomotorjem nastavljamo obremenitev pogona),
- ▶ test življenjske dobe 800 ur.

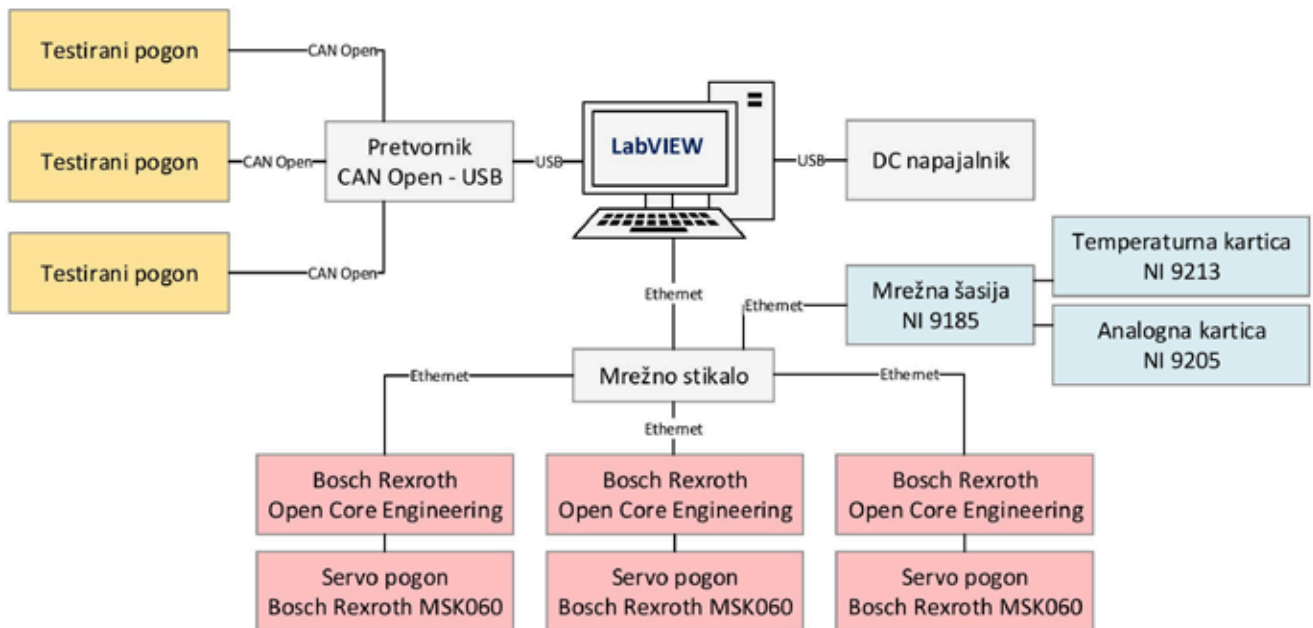
Rešitev za omenjene potrebe je avtomatizirana naprava, ki zajema mehanski in krmilni del.

Za testno napravo so specificirane naslednje zahteve:

- ▶ ciklično prehajanje med različnimi stanji obremenitve,
- ▶ merjenje napetosti in toka na vhodu posameznega pogona,
- ▶ merjenje temperatur na pogonu, reduktorju, zaviralnem motorju in zaviralnem uporu,
- ▶ hlajenje vsakega od pogonov z zrakom s hitrostjo 3,5 m/s in temperaturo 20 °C,
- ▶ ustavitev ustrezne testne proge ob neželenem dogodku,
- ▶ arhiviranje zgodovine testiranja.

## 3 Mehanski del testirne naprave

Mehanski del naprave je sestavljen iz vpenjala pogona, ki ga preko sklopke povežemo na reduktor s sklopko. Reduktor je naprej povezan z zaviralnim motorjem.



Slika 1: Komunikacijska shema testirne naprave

Velik načrtovalski izziv je predstavljala izbira zavornega sistema, saj ima pogon v osnovi nizke obrate (do 120 obratov na minuto) in visoke navore (do 125 Nm), kar pomeni, da bi potrebovali velik motor, ki bi zmožgal zavirati visok navor pri nizkih obratih. Odločili smo se, da uporabimo reduktor za prehod na višje obrate, saj je ekonomsko bolj smiselno uporabiti manjši motor z visokimi obrati in reduktorjem kot večji motor, ki bi zadostil pogojem glede navora.

Za simulacijo hlajenja pri vožnji električnega kolesa uporabljamo ventilator, narejen v podjetju, na katerega montiramo razvod za vsako testno progno.

## 4 Krmilni del testirne naprave

Krmilni del mora omogočati paralelno in med sabo neodvisno testiranje do treh pogonov istočasno. Vsaka testna progna mora imeti možnost vnosa lastnih parametrov testa, kot sta periodično spreminjanje parametrov vhodnih parametrov pogona in mejne temperature, na katere reagira krmilje.

Operater preko nadzornega programa v okolju LabVIEW požene posamezen test. Test je možno tudi naknadno spremeniti ali ga prekiniti. Osebni računalnik (slika 1) je povezan v mrežo Ethernet, preko katere bere podatke iz šasije National Instruments, kjer sta vstavljeni kartica NI 9205 z analognimi vhodi za merjenje napetosti in toka z električnega vezja in temperaturno kartico NI 9213. Preko mreže upravljamo tudi zaviralne servopogone Bosch Rexroth MSK060C. Preko USB-vodila imamo priklopljen enosmerni napajalnik, s katerega beremo vrednosti o napetosti, toku in moči, ter pretvornik USB-CAN Open, s katerim komuniciramo s pogonom. S pogo-

na beremo naslednje parametre:

- ▶ temperature motorja, ohišja in tranzistorjev MOSFET,
- ▶ napetost, tok in moč na DC-linku motorja,
- ▶ obrate,
- ▶ nastavljeno vrednost navora oz. obratov.

### 4.1 Krmiljenje servomotorjev z uporabo Open Core Engineering

Vmesnik Open Core Engineering [1] omogoča direkten dostop do vseh funkcij krmilnika servopogona. Programiranje poteka v višjenivojskih programskih jezikih, sam program pa lahko teče na krmilniku oz. ločeni napravi.



Slika 2: Krmilniki Bosch Rexroth, na katerih deluje Open Core Engineering



| Application                              | Smart Device                |                | IT Automation |                         |         |                                 |               |         |                           |          |               |                                    | Rapid Control Prototyping |                          |                           |                    |             |
|--|-----------------------------|----------------|---------------|-------------------------|---------|---------------------------------|---------------|---------|---------------------------|----------|---------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Device Platform                          | Smart Device                |                | PC            |                         |         |                                 |               |         |                           | PR/VR/DR | VR21 VEPx-5   | Single-board computer <sup>1</sup> | cRIO                      | PC                       |                           |                    |             |
| Operating System Target                  | Android, iOS, Windows Phone | Google Android | Windows       |                         |         |                                 | Linux         | Mac OS  | Windows 10 IoT Enterprise | Windows  | Linux         | Linux VxWorks                      | Windows, Linux            |                          |                           |                    |             |
| Operating System Development Environment | Windows                     | Android Studio | Windows       |                         |         |                                 | Linux         | Mac OS  | Windows                   | Windows  | Linux         | Linux VxWorks                      | Windows, Linux            |                          |                           |                    |             |
| Development Environment                  | Visual Studio with Xamarin  | Android Studio | Visual Studio | Excel, Word, PowerPoint | Eclipse | Delphi, RAD Studio, C++ Builder | Visual Studio | Eclipse | Eclipse                   | Xcode    | Visual Studio | Visual Studio                      | Eclipse                   | LabVIEW                  | LabVIEW                   | Simulink Real-Time | MATLAB      |
| High-level Programming Language          | C#                          | Java           | C/C++, C#, VB | VBA                     | Java    | C++, Object Pascal              | Python        | C/C++   | Java                      | C        | C#            | C#                                 | Java                      | G                        | G                         | MATLAB             | MATLAB      |
| Toolbox                                  | .NET                        | Android        | .NET          | .NET                    | Java    | .NET                            | .NET          | Linux   | Java                      | Mac      | .NET          | .NET                               | Java                      | CoE-LabVIEW <sup>1</sup> | S/IP-LabVIEW <sup>2</sup> | CoE-MATLAB         | S/IP-MATLAB |
| IndraDrive/EFC/ Hydraulic Support        | +                           | +              | +             | +                       | +       | +                               | +             | +       | +                         | +        | +             | +                                  | +                         | IndraDrive               | +                         | IndraDrive         | +           |

<sup>1</sup>CoE: CANopen over EtherCAT    <sup>2</sup>S/IP: Sercos Internet Protocol    <sup>3</sup>e. g.: Raspberry Pi, BeagleBone Black

Slika 3 : Širok nabor podprtih programski okolij

To pomeni, da je mogoče, da na krmilniku ni nobenega programa, celotna krmilna logika je premaknjena na ločeno napravo. V tem primeru moramo na začetku samo inicializirati krmilnik (nastaviti tip servomotorja, limite, ...), nato pa vse ostalo poteka v našem priljubljenem programskem okolju (slika 3).

Tak pristop ima naslednje prednosti:

- ▶ Poznavanje PLC-programiranja v IndraWorks Engineering ni več potrebno.
- ▶ V eni aplikaciji je združena krmilna logika, merjenje, obdelava podatkov, ...
- ▶ Program lahko teče v realnem času na krmilniku ali pa na ločeni napravi (PC, tablični računalnik, pametni telefon).

Slabosti so:

- ▶ Če krmilna logika ne teče na PLC, ampak na ločeni napravi, je stvar manj primerna za časovno kritično krmiljenje pogonov, kar pa je še vedno dovolj dobro za relativno počasne procese.

Za krmiljenje pogonov Rexroth v LabVIEW uporabljamo knjižnico EAL, ki vsebuje vse funkcije, potrebne pri upravljanju servopogonov. Na voljo je brezplačno preko VI Package Mangerja oz. s prenosom s spletne strani Rexroth.

## 4.2 Razvojno okolje LabVIEW

Nadzorna aplikacija je razvita v razvojnem okolju LabVIEW podjetja National Instruments [2].

Okolje je sestavljeno iz dveh delov. Prednja plošča predstavlja vidni del aplikacije (uporabniški vmesnik), kjer so kontrole (gumbi, vnosna polja, spustni sezname, tabele, ...) in indikatorji (grafi, izhodna polja, tabele, ...). Drugi del okolja predstavlja blokovni diagram, kjer je samo jedro programa (koda, algoritmi, ...).

Uporabniški vmesnik predstavlja do operaterja prijazno, razumljivo in kar se da intuitivno okolje, ki operaterju omogoča popoln nadzor nad izvajanjem testa. Operater ima na voljo tako numerične kot tudi grafične prikazovalnike parametrov, vnosna polja in gumbje, ki omogočajo krmiljenje naprave (slika 4).



Slika 4 : Operater pri uporabi testirne naprave.

## Rexroth Bosch Group

Zastopamo pogonske sisteme Indra Drive podjetja Bosch Rexroth, uporabne na področjih, kjer je zahtevan dinamičen pogon z veliko natančnostjo pozicioniranja: obdelovalni CNC – stroji, manipulatorji, razne namenske naprave in stroji.

### Kontakt:

brane.ozebek@domel.com

T: +386 4 51 17 358

M: +386 41 786 238

Več informacij: [www.domel.com](http://www.domel.com)



V ponudbi imamo tudi linearno tehniko Bosch Rexroth, ki obsega:

- okrogla vodila in kroglične puše,
- tirna vodila in vozički,
- kroglična vretena,
- modularni sistemi.

### Kontakt:

lojze.jemec@domel.com

T: +386 4 51 17 456

M: +386 51 489 005

Več informacij: [www.domel.com](http://www.domel.com)



Nadzorna programska oprema omogoča operaterju naslednje funkcije:

- ▶ nastavljanje bremena (obrati, navor) vsakemu od servopogonov,
- ▶ vklop in izklop, nastavljanje napetosti in limite toka DC-napajalnika,
- ▶ spremljanje napetosti in tokov posameznega testiranega pogona, kalkulacija moči,
- ▶ spremljanje temperatur, merjenih s termočleni,
- ▶ spremljanje parametrov in delna konfiguracija pogona,
- ▶ spremljanje obratovalne dobe pogona in opravljenih ciklov,
- ▶ ciklično spreminjanje parametrov pogona,
- ▶ beleženje zgodovine v tekstovno datoteko v poljubnih časovnih intervalih.

### 5 Zaključek

Nadzorni program za testiranje življenjske dobe pogona za električna kolesa je bil razvit v razvojnem okolju LabVIEW. Dodatno je bilo potrebno razviti

gonilnik Labview za komunikacijo s testnim pogonom električnega kolesa.

Razvito je bilo pomožno električno vezje z napestnim in tokovnim pretvornikom za prilagoditev signalov.

Testirno napravo v podjetju Domel uspešno uporabljamo že več kot pol leta in nam zelo koristi tako pri testiranju življenjske dobe kot tudi pri preizkušnji novih komponent izdelka.

### Viri

- [1] Open Core Engineering, (<https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/engineering/opencoreengineering/what-is-open-core-engineering/index>).
- [2] LabVIEW, Getting started with LabVIEW, (<http://www.ni.com/pdf/manuals/373427j.pdf>).

## Device for testing drives for electric bicycles

### Abstract:

The article presents the implementation of a control unit device for testing central drives for electric bicycles. The device is used for performing life time tests in development and early production stages. The core of the control system is the application developed in LabVIEW environment running on a PC. The software allows the operator to have full control of the test including tested drive parameters and load management, power supply management and temperature measurement. The drive for electric bicycles is connected to the brake drive Bosch Rexroth through the gear controlled via Open Core Engineering. A few PCB boards have been developed to support measurements.

### Keywords:

central drive for electric bicycles, functional and life time testing, Open Core Engineering, LabVIEW



**IRT 3000**  
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE

# SPLAČA SE BITI NAROČNIK



**ZA SAMO 50€ DOBITE:**

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

**UGODNOSTI ZA  
NAROČNIKE REVIJE**

Vsak novi naročnik prejme  
majico in ovratni trak

**NAROČITE SE!** ☎ 01 5800 884 ✉ [info@irt3000.si](mailto:info@irt3000.si) 🌐 [www.irt3000.si/narocam](http://www.irt3000.si/narocam)

Na voljo tudi digitalna različica revije

**WWW.IRT3000.COM**



# Standardni elementi v “Hygienic design” izvedbi

- Kjer se zahteva popolna čistoča
- Hygienic Design omogoča enostavno in hitro čiščenje
- Dovršen koncept tesnenja preprečuje nastajanje umazanije
- Certificirano v skladu z EHEDG normo



ELESA + GANTER je internacionalno skupno podjetje, ustanovljeno z namenom ponudbe najširše palete standardnih strojnih elementov za industrijo. Izredno zanesljivi izdelki, edinstvenega dizajna predstavljajo kodeks kakovosti ELESA + GANTER.

[elesa-ganter.at](http://elesa-ganter.at)



DESIGNED  
FOR ENGINEERING

# VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV – 8. DEL

Franc Majdič

V sedmem delu *Vzdrževanja hidravličnih naprav* smo predstavili, kako določiti mesta notranjega puščanja v hidravličnih sistemih. Kjer se pojavlja notranje puščanje, prihaja do tlačnih razlik in pretvarjanja tlačne energije v toploto. To pa se dobro vidi že z uporabo infrardeče termokamere. Vendar to ni vedno najboljša rešitev; včasih kamere nimamo na razpolago. Zato lahko uporabljamo tudi manometre, merilnike pretoka, hidravlične akumulatorje, štoparice, menzure, ... Na preprostem primeru hidravličnega sistema smo pokazali, kako učinkovito določiti mesto največjega notranjega puščanja.

## Povzetek

V tem prispevku bomo predstavili, kako uporabiti v predhodnih številkah predstavljene postopke odkrivanja okvar, in sicer postopke, ki so primerni za zaprte in odprte tokokroge. Vsekakor pa odkrivanje okvar znotraj zaprtih tokokrogov zahteva dodatna posebna znanja. Najprej si bomo ogledali princip delovanja zaprtih tokokrogov, nato bomo nadaljevali s preverjanjem tlaka polnilne črpalke. Sledil bo pregled vzrokov za pojav kavitacije in visoke temperature znotraj hidrostatičnih pogonov.

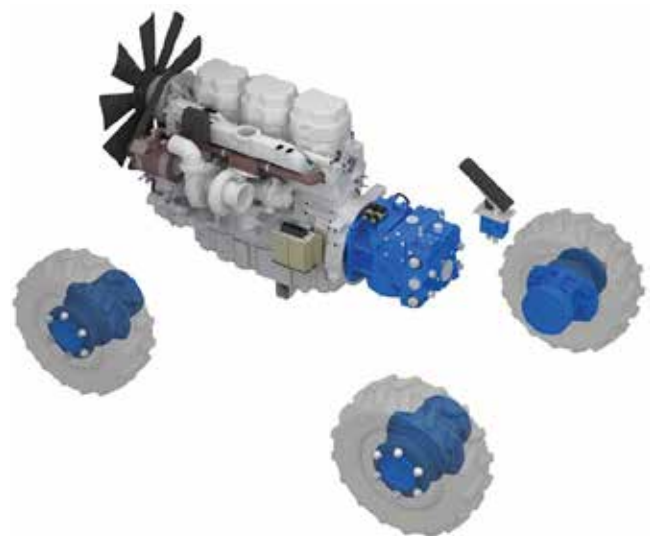
## Opis delovanja hidrostatičnih pogonov

Hidrostatični pogoni (*slika 1*) so zelo pogosti pri številnih mobilnih strojih. Glavni sestavni deli so obojestransko delujoča črpalka, običajno s spremenljivo iztisinino, eden ali več pogonskih hidravličnih motorjev, lahko s konstantno ali spremenljivo iztisinino, dva tlačna omejitelna ventila za varovanje visokotlačne veje, samodejno krmiljeni prelivni ventil, nizkotlačni omejitelni ventil, filter, manjši rezervoar, dva ali več protipovratnih ventilov in ostalo.

Na *sliki 2* je prikazana splošna shema zaprtotočnega hidrostatičnega pogona. Motor z notranjim zgoznavanjem (1) poganja dve črpalci, ki sta običajno v enem ohišju. Prva, glavna zaprtotočna črpalka s spremenljivo iztisinino (2), neposredno poganja hidravlični motor s spremenljivo iztisinino (14). Hidravlično olje se iz motorja (14) vrača k črpalci (2) in ne v rezervoar, kot je to pri odprtotočnih sistemih. Črpalka s spremenljivo iztisinino (2) omogoča brezstopenjsko spreminjanje hitrosti ter menjavo smeri

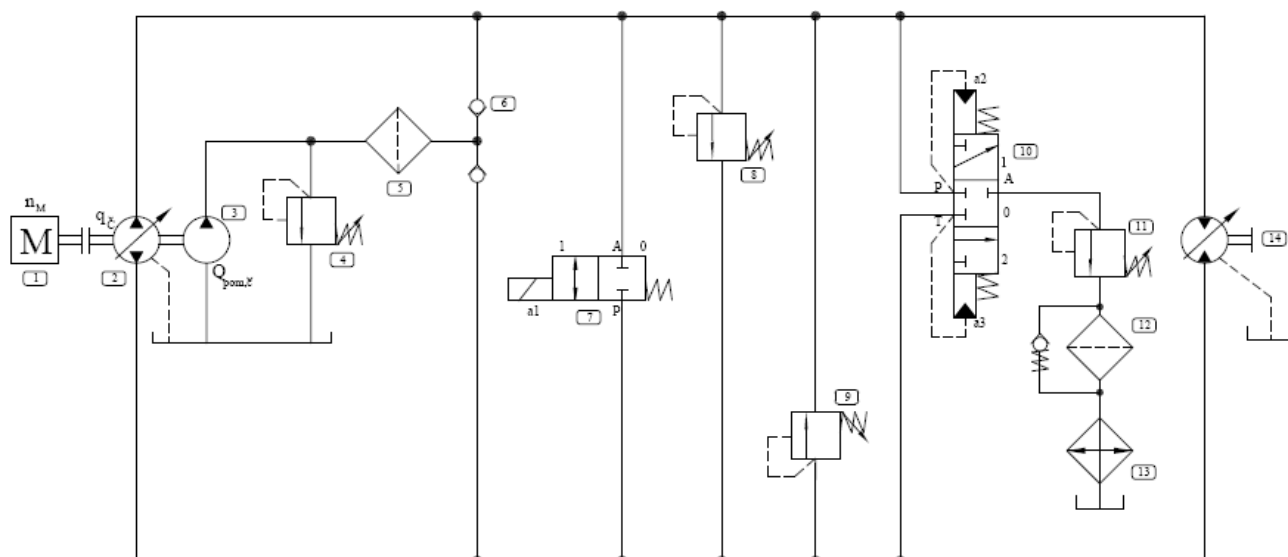
vrtenja gredi hidravličnega motorja (14). To omogoča, da v zaprtem tokokrogu ne potrebujemo dodatnega potnega in dodatnega tokovnega ventila. Hidravlični motor (14) in črpalka (2) sta lahko izvedena v skupnem ohišju, lahko pa sta ločena vsak v svojem ohišju in povezana med seboj s cevmi.

Običajno imajo hidravlični motorji (14) in črpalke (2) odvod (neizbežnega) notranjega puščanja po dodatni cevi (v shemi označeno s črtkano črto). Neizbežen odvod delne količine hidravličnega olja (brez njenega nadomeščanja) iz zaprtega tokokroga v rezervoar pa bi pomenil primanjkljaj, ki bi onemogočal brezhibno delovanje pogona. Zato je potrebna dodatna polnilna črpalka (3), ki skrbi za pokrivanje primanjkljaja v povratnem vodu med hidravličnim motorjem (14) in glavno črpalco (2). Polnilna črpalka je običajno v istem ohišju kot glavna ali pa je pritrjena na skožnjo gred glavne črpalke na



*Slika 1* : Primer hidrostatičnega pogona (vir: Poclain Hydraulics)

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



**Slika 2 :** Splošna shema zaprtotočnega hidrostatičnega pogona

koncu njenega ohišja. Pretok polnilne črpalke (3) s konstantno iztisnino naj bi bil v višini najmanj 20 % pretoka glavne črpalke. Dejansko pa polnilna črpalka ne zagotavlja le polnjenja povratnega voda, temveč vzdržuje v njem tudi tlak med 7 in 25 bar, odvisno od proizvajalca. Preprost modul s polnilno črpalko (3) vsebuje še tlačni omejitveni ventil (4), dva protipovratna ventila (6), pogosto tudi filter (5). Po protipovratnih ventilih (6) črpalka polni povratni vod, ki pa se menja s tlačnim, odvisno od smeri vožnje. Večino hidrostatičnih pogonov uporablja modul s prelivnim ventilom (10), tlačnim omejitvenim ventilom (11), filtrom (12) in hladilnikom (13). Modul s temi sestavinami vzdržuje tlak, temperaturo in ustrezno čistočo hidravličnega olja v povratnem vodu. Ko je dosežen tlak v povratnem vodu, se odpre tlačni omejitveni ventil (11), ki je nastavljen na nižji tlak kot omejitveni ventil (4) pri polnilni črpalci (3). Prelivni ventil (10) je hidravlično krmiljen 3/3-potni ventil, katerega funkcija, ko je v levem ali desnem

položaju, je omejitev tlaka v povratnem vodu (ventil 11), filtracija (12) in hlajenje (13) hidravličnega olja.

Visokotlačna omejitvena ventila (8 in 9) varujeta visokotlačni del zaprtega tokokroga pred preobremenitvijo. Ko pride do preobremenitve, se posamezni visokotlačni ventil (8 ali 9) odpre in spusti olje iz veje z visokim tlakom v nizkotlačno povratno vejo. V primeru prisilne vleke mobilnega hidravličnega stroja pri okvari hidrostatičnega pogona je treba prekrmiti obtočni 2/2-potni ventil (7) in tako povezati nizko- in visokotlačni veje. Zelo pomembno je, da je obtočni 2/2-potni ventil (7) med normalnim delovanjem pogona popolnoma zaprt. Puščanje skozenj lahko povzroča intenzivno pregrevanje hidravličnega olja. Protipovratna ventila (6) in tlačni omejitveni ventil (4) so običajno vgrajeni v ohišje glavne pogonske črpalke s spremenljivo iztisnino (2), visokotlačna omejitvena ventila (8 in 9) pa sta pogosto vgrajena v hidravlični motor (14).



**Slika 3 :** Primer prekomerne obrabe aksialne batne črpalke hidrostatičnega pogona:

a) poškodovana drsna površina bata,

b) poškodovana drsna izvrtina v bobnu



## Kontrola nastavitve polnilnega tlaka v povratnem vodu

Polnilni tlak v povratnem vodu je pomemben kazalnik stanja hidrostatičnega pogona in je hkrati prvi parameter, ki ga je treba preveriti v primeru okvare pogona. Za kontrolo polnilnega tlaka običajno uporabimo manometer z merilnim področjem 0–50 bar, ki ga priklopimo na merilni priključek sesalnega voda glavne črpalke. Položaj merilnega priključka polnilne veje na glavni pogonski črpalki s spremenljivo iztisnino je odvisen od izvedbe črpalke – od posameznega tipa in proizvajalca. Priporočamo namestitev merilnega priključka na črpalko, kjer lahko kadarkoli preverimo polnilni tlak. Pri hidrostatičnem pogonu, ki je v dobrem delovnem stanju, polnilni tlak ne bo nihal več kot za 10 % med primerom, ko stroj miruje, in primerom, ko se stroj giblje naprej ali nazaj. Če je polnilni tlak nizek v ničelnem – mirujočem – položaju in znatno pade pri vožnji naprej/nazaj, to lahko kaže na okvaro polnilne črpalke ali pa na prekomerno povečanje notranjega puščanja celotnega zaprtotočnega sistema hidrostatičnega pogona. V tem drugem primeru je pretok polnilne črpalke nižji, kot je skupno notranje puščanje hidravličnega sistema pogona, kar je verjetno posledica slabe filtracije in prekomerne obrabe ali poškodb drsnih tesnilnih površin znotraj glavne črpalke, hidravličnega motorja ali katerega koli hidravličnega ventila v sistemu (slika 3).

## Kavitacija in vzroki zanjo pri hidrostatičnih pogonih

Prenizek polnilni tlak črpalke v zaprtem tokokrogu lahko vpliva na pojav kavitacije. Ta nastopi, ko je tok olja v povratnem vodu iz hidravličnega motorja manjši, kot potrebuje črpalka na sesalnem delu, skupaj s tokom olja, ki ga dodaja manjša polnilna črpalka. To pomanjkanje toka olja na sesalnem delu glavne črpalke povzroča uparjanje olja in posledično kavitacijo. Ti mehurčki v tlačnem delu implodirajo, ko se komprimirajo na tlačnem delu glavne črpalke.

Skupni vzroki za pojav kavitacije pri hidrostatičnih pogonih so:

- ▶ zamašen sesalni filter polnilne črpalke,
- ▶ zmanjšan presek sesalnega voda polnilne črpalke,
- ▶ obrabljena ali poškodovana polnilna črpalka,
- ▶ povečano notranje puščanje – prekomerno obrabljena ali poškodovana glavna črpalka ali pogonski hidravlični motor,
- ▶ povečano zunanje puščanje – počena hidravlična cev.

Za kavitacijo znotraj hidrostatičnih pogonov je naslednji možni vzrok, ki se pogosto spregleda: kombinacija vpliva stisljivosti hidravličnega olja in akumulacijskega efekta razteznosti hidravličnih tokovodnikov zaradi porasta tlaka.

Ko se obremenitev hidrostatičnega pogona nenadno poveča, se hidravlični motor nenadno ustavi, sistemski tlak naraste, dokler se obremenitev ne zniža ali pa se odpre visokotlačni omejitveni ventil. Ob nenadni zaustavitvi hidravličnega motorja v trenutku ni več pretoka v smeri s hidravličnega motorja proti sesalnemu delu črpalke. To pomeni, da bo glavna pogonska črpalka kavitala toliko časa, dokler se tlačne razmere ne normalizirajo. To pomeni, da mora čim prej pasti obremenitev pogona ali pa se mora v najkrajšem možnem času odpreti visokotlačni varnostni ventil in omogočiti dotok olja do sesalne odprtine glavne črpalke. Koliko časa kavira glavna črpalka, je odvisno od izstopnega pretoka polnilne črpalke, velikosti porasta tlaka in njegovega vpliva na volumen raztezka cevovoda in volumna stisljivosti olja. To bomo predstavili v naslednjem primeru.

Hidrostatični pogon vrtalne glave na vrtalnem stroju deluje pri pretoku 130 l/min pri tlaku 70 bar. Nenaden porast obremenitve vrtalne glave zaradi nehomogenih tal (mehke/trde plasti) povzroči zaustavitev hidravličnega motorja, dokler tlak ne naraste dovolj, da premaga nastalo obremenitev – to je v našem primeru na 210 bar. Da tlak naraste s 70 na 210 bar, mora glavna pogonska črpalka v čim krajšem času nadomestiti manjkajoči volumen, ki je nastal zaradi stisljivosti olja in razteznosti hidravličnega cevovoda pri porastu tlaka za 140 bar (tlačna razlika) med hidravličnim motorjem in črpalko. Imamo torej situacijo, ko gred hidravličnega motorja trenutno miruje. Takrat ni povratnega toka olja – torej črpalka na sesalnem priključku momentalno ne dobi olja iz zaprtega tokokroga. Edina količina olja, ki jo dobi glavna pogonska hidravlična črpalka, je od polnilne črpalke, ki pa je običajno dimenzionirana le na 20 % toka glavne črpalke. V našem primeru ima polnilna črpalka pretok 28 l/min. V tem primeru so za povezavo med glavno črpalko in hidravličnim motorjem uporabili 10 m dolgo gibko cev z oznako SAE 100R9AT-16. Volumetrično se omenjena gibka cev raztegne za 0,16 L, v cevi pa se olje stisne za 0,046 L. Tako je skupni primanjkljaj olja v tlačni cevi zaradi tlačne razlike 140 bar in blokirane gredi hidravličnega motorja 0,206 L. Sedaj lahko izračunamo čas, ko pri glavni črpalki tlak naraste s 70 na 210 bar, kar je ekvivalent času, ko se dogaja kavitacija. Čas primanjkljaja hidravličnega olja oz. čas kavitacije izračunamo tako, da manjkajoči volumen olja (0,206 L) delimo s pretokom polnilne črpalke na sekundo ( $= 28 \text{ l/min} / 60 \text{ s} = 0,467 \text{ L/s}$ ) in dobimo čas kavitiranja glavne črpalke 0,44 s. Ta problem se pojavlja v aplikacijah, kjer imamo nezadovoljiv pretok polnilne črpalke in pogosta nenadna nihanja obremenitve stroja. Omenjena kavitacija zaradi preobremenitev se tipično pojavlja pri vrtalnih strojih, rezalnih strojih, bagrih itd. V omenjenih primerih, kjer se pogosto pojavljajo nenadne zaustavitve hidravličnih motorjev v zaprtih tokokrogih, je priporočena vgradnja večje polnilne črpalke.

Kavitacija posledično povečuje temperaturne obremenitve in pojav kovinske erozije, kar povzroča po-

škodbo črpalke in onesnaženje hidravličnega olja. V ekstremnih primerih omenjena kavitacija lahko povzroči mehansko poškodbo hidrostatičnega pogona. Iz tega razloga **nikoli** ne uporabljajte zaprtotočnega hidrostatičnega pogona pri (pre)nizkem polnilnem tlaku.

## Visoka temperatura

Ko se pojavi okvara hidrostatičnega pogona, začnemo z izločanjem najočitnejših vzrokov kot pri ostalih hidravličnih sistemih. Najprej preverimo nivo olja v rezervoarju in ga dolijemo na predpisano višino, če je prenizek. Preverite, da okoli rezervoarja ni ovir za kroženje zraka, kot je npr. naložena umazanija. Preverite površino oljno-zračnega hladilnika in jo očistite, če je zamašena z nečistočami. Preverite delovanje vseh sestavin hladilnega sistema in jih po potrebi zamenjajte.

Vnos zraka (aeracija) in kavitacija povečata temperaturo hidravličnega olja. Preverite sesalni del polnilne črpalke (slika 2, poz. 3), če obstaja možnost za nezaželen vstop zraka in posledično kavitacijo. To je treba še posebej preveriti, če je hidrostatični pogon postal glasnejši.

Preverite, če obtočni ventil popolnoma tesni. Puščanje skozi obtočni ventil povzroča dodatni tlačni padec, kar povečuje segrevanje olja.

Preverite polnilni tlak. Če ta ni v predpisanem območju, je to lahko znak za preobremenjen hidrostatični sistem. Preobremenitev hidrostatičnega pogona pa pomeni preseganje nastavitve tlačnega omejitelnega ventila in puščanje skozenj. To pomeni tlačno razliko, ki vpliva na porast temperature hidravličnega olja. Če se vam pogosto pojavlja preobremenitev, jo je treba zmanjšati. Če pa to ne gre, pa dvigniti nastavitev varnostnega ventila. Opozorilo: ne dvigujte tlaka nastavitve varnostnega ventila brez odobritve proizvajalca stroja.

Če je polnilni tlak prenizek, je to lahko znak, da je previsoka temperatura hidravličnega olja pogona. Takšna temperatura povzroča posledično nižjo viskoznost olja in višje notranje puščanje črpalke, motorja in ventilov. Omenjeno se lahko potrdi z meritvijo olja v hidrostatičnem pogonu. Ločeno je treba preveriti efektivni pretok oz. puščanje pri črpalki in hidravličnem motorju. Po potrebi ju je treba odstraniti, popraviti ali zamenjati. Povsem razumljiva je razlaga, da se pri odpovedi oz. vidnem poslabšanju volumetričnega izkoristka črpalke podobno poslabša tudi hidravličnemu motorju, ker delujeta oba pri istih pogojih v zaprtem tokokrogu. Običajno zato popravljamo oba, da imamo zagotovljeno daljše delovanje hidrostatičnega pogona.

Če odstranimo črpalko za popravilo, hidravlični motor pa ne, potem lahko pričakujemo, da bo motor počasni odpovedal in ponovno poškodoval obnovljeno črpalko. Pomembno je dejstvo, da v zapr-

tem tokokrogu olje teče direktno iz hidravličnega motorja na sesalno odprtino črpalke brez filtracije. To pomeni, da se pri povečanju obrabe hidravličnega motorja nastali delci neposredno s tokom hidravličnega olja prenašajo v črpalko in jo poškodujejo. Seveda velja tudi obratno – če se najprej začne obraba pri črpalki, njeni obrabni delci neposredno potujejo v hidravlični motor in ga poškodujejo. Zato je treba pri hidravličnih zaprtotočnih sistemih hkrati obnavljati ali menjati oba, črpalko in hidravlični motor.

## Počasno delovanje

Tako kot pri vseh hidravličnih sistemih tudi pri hidrostatičnem sistemu pomeni zmanjšanje hitrosti delovanja pogona zmanjšanje delovnega toka hidravličnega olja oziroma povečano notranje puščanje. V takem primeru najprej preverimo obtočni ventil (slika 2, poz. 7), če je popolnoma zaprt. Nato preverimo polnilni tlak – to je tlak v povratnem vodu – na sesalnem delu glavne črpalke. Kot smo že omenili, nizek polnilni tlak pomeni, da se je notranje puščanje hidrostatičnega sistema zelo povečalo in da polnilna črpalke ne uspe več dovajati dovolj olja. To se lahko potrdi z meritvijo pretokov v sistemu. Nizek polnilni tlak prav tako preprečuje glavni črpalki, da dela pri polni iztisnini. Pri večini zaprtotočnih hidrostatičnih sistemov je krmilni vod črpalke napajen iz polnilnega (povratnosesalnega) voda. Če se torej tlak v polnilnem (povratnem) vodu črpalke pri višji obremenitvi zniža, pade tlak krmilnega voda črpalke, tako se posledično zmanjšata njen pretok in vrtilna hitrost gredi pogonskega hidravličnega motorja. Taka situacija je jasno vidna v primeru črpalk, ki imajo zunanji vizualni prikazovalnik kota nagibne plošče.

Segrevanje olja zaradi tlačnega padca pri pretakanju ni neposredno povezano z opisanim vzrokom za zmanjšanje hitrosti delovanja obravnavanega hidrostatičnega pogona. To pomeni, da je v primeru zmanjšane hitrosti pogona zaradi nižjega krmilnega tlaka delovna temperatura hidravličnega olja v predpisanih mejah. V tem primeru je nizek krmilni tlak posledica težav v polnilni veji.

Preverite, če je sesalni filter polnilne črpalke nameščen in ni zamašen ter da sesalni dovod polnilne črpalke ni omejen (stisnjen, zalomljen, ...). Če ste vse omenjeno preverili in je polnilni tlak še vedno nizek, potem je verjetno polnilna črpalka prekomerno obrabljena. Tako črpalko je treba zamenjati z novo.

## Viri

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

# ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI IN VARNOSTI HRANE Z UPORABO PRAVEGA MAZIVA

Še posebej danes je veliko afer in velikih odpoklicev zaradi onesnažene hrane. Delno jih je mogoče pripisati onesnaženju z mineralnimi olji ali rakotvornimi aromati, ki lahko izvirajo tudi iz maziv. Ti odpoklici večinoma povzročijo škodo ugledu vpletenih podjetij zaradi negativnih sporočil za javnost, vendar se jim je mogoče izogniti – vsaj kar zadeva mazivo.

Že dolgo so na voljo posebna maziva, ki ob pravilnem nanosu ne vplivajo na živila in tako pomembno prispevajo k varnosti izdelka. To ne zadeva samo proizvajalcev hrane ali pijač, temveč predvsem industrijo, ki dobavlja potrebne sestavine, npr. proizvajalci embalaže ali dobavitelji surovin.

## Ni mednarodnih standardov

Na področju maziv je mednarodno uveljavljen standard H1. Ta standard je prvotno opredelilo USDA (ameriško ministrstvo za kmetijstvo) zaradi številnih afer s hrano v šestdesetih letih prejšnjega stoletja v ZDA. Institucije, kot je NSF, registrirajo maziva v skladu s tem standardom. Takšna maziva je priporočljivo uporabljati na CPP-jih (kritične kontrolne točke). Običajno HACCP (analiza nevarnosti in kritične kontrolne točke) šteje vsaj vsa mesta mazanja, ki so nad ali bočno glede na dotok hrane ali če so pod njimi, vendar pod pritiskom, kot CCP (kritična kontrolna točka). Nekateri proizvajalci v prehranski industriji vse točke mazanja definirajo kot CCP, da se prepreči onesnaženje maziv H1 z mazivi, ki niso registrirana kot H1. Standarde maziv za prehransko industrijo prikazuje *preglednica 1*.

Za uporabnike maziv so možni takšni scenariji: me-

šanje v skladišču maziv, med ponovnim mazanjem ali onesnaženje z zamaščenimi oblačili.

## Lastnosti sodobnih maziv H1

Še vedno številni mislijo, da maziva H1 ne dosegajo lastnosti običajnih maziv. Dandanes, še posebej na področju posebnih maziv, to ne drži več. Sodobno formulirana maziva H1 lahko ohranijo enako raven kakovosti kot običajna maziva, nekatera jih celo presežejo.

## Ločena proizvodna mesta za proizvodnjo maziv H1

Podjetje *Setral* s svojo kompetentnostjo in zanesljivostjo že več kot 50 let zadovoljuje potrebe svojih kupcev posebnih maziv. Za živilsko industrijo obstaja celotna paleta maziv H1. Ta maziva so izdelana na posebej prirejenem, ločenem območju proizvodnje. Poleg tega je v zadnjem času na voljo nekaj mazalnih masti H1 v posebni tako imenovani kartuši Lube-Shuttle. Te vijajčne kartuše omogočajo posebno preprosto uporabo med vstavljanjem v ročno mazalno napravo. Trdna navojna povezava s široko odprtino preprečuje čezmerno mazanje. Poleg tega kartuše omogočajo idealno praznjenje, prazne kartuše pa je mogoče ponovno napolniti. Z malo truda

**Preglednica 1** : Standardi maziv za prehransko industrijo

| Standard | Kategorija  | Opis uporabe   |
|----------|---|--|
| H1       | Mazivo za minimalni, naključni in tehnično neizbežen stik s hrano | Vsa mesta mazanja, kjer stika maziva s hrano ni možno popolnoma preprečiti.  |
| H2       | Mazivo, kjer je stik s hrano popolnoma preprečen                  | Uporaba samo na mestih, kjer je stik s hrano popolnoma preprečen.  |
| 3H       | Ločilno sredstvo  | Kot ločilno sredstvo za pekarske modele, kuhalne rešetke itd. z neposrednim in namernim stikom s hrano   |
| K1       | Čistilo na osnovi topila  | Uporaba samo izven prostorov za proizvodnjo hrane. Če kateri koli del, ki smo ga očistili s čistilom K1, pride v proizvodnjo, je potrebno vmesno čiščenje. |
| K3       | Odstranjevalec veziv in lepil                                     | Uporaba samo izven prostorov za proizvodnjo hrane. Če kateri koli del, ki smo ga očistili s čistilom K3, pride v proizvodnjo, je potrebno vmesno čiščenje. |





Slika 1 : Primer uporabe posebnih maziv v prehrabni industriji

je mogoče doseči delovni tlak več kot 400 barov.

### Dodatna ponudba

Večina Setralovih maziv, ki so registrirana kot H1, imajo tudi Halal in Kosher certifikat. Poleg maziv H1 podjetje *Setral* ponuja izdelke za vzdrževanje, kot so protikorozijska sredstva ali čistila in sredstva za razmaščevanje – tudi z registracijo H1. Od nedavna so na voljo tudi izbrana olja 3H (preglednica 1). Ta posebni standard pomeni sredstva za ločevanje hrane, ki so sprejemljiva za uporabo v stiku z živili. Možni primeri zelenega neposrednega stika so npr. rešetke ali pekači za kruh ali piškote.

V Setralu poudarjajo pomen obsežnega posvetovanja pred uporabo posebnih maziv. Pravo mazivo H1, uporabljeno v pravi količini, zmanjša porabo energije, zmanjša količino odpadka in čas trajanja zastojev, podaljša uporabno dobo orodij in intervale mazanja, ne nazadnje pa pomembno prispeva k varnosti izdelka.

Zastopnik in prodajalec izdelkov podjetja Setral v Sloveniji ter Bosni in Hercegovini je podjetje **Olma, d. o. o.**



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

# PRODUCT SAFETY WITH THE RIGHT LUBRICANT

Especially today there are many scandals and big recall actions due to contaminated food. Partly they can be attributed to contamination with mineral oils or carcinogenic aromatics, which may also come from lubricants. Mostly, these recall actions result in a reputational damage by negative press releases, but they can be avoided – at least regarding the lubricant.

For a long time, special lubricants have been available that do not have a negative effect on the food if applied properly and thus make a significant contribution to product safety. This does not only concern the food or beverage manufacturers themselves but most of all the supplying industries, e.g. packaging producers or raw material suppliers.

## No international standards

There are no uniform international standards. Therefore, H1 has become the international established standard in the field of lubricants. The H1 standard was originally defined by the USDA (US Department of Agriculture) because of numerous food scandals in the USA in the 1960s. Institutions like the NSF register lubricants according to this standard. It is recommended to use such lubricants on CPPs. Normally the HACCP (hazard analysis and critical control points) considers at least all lubrication points that are above or sideways to the food flow or if positioned underneath but pressurized, as CCP (critical control point). Some manufacturers in the food industry define all lubrication points as CCP to avoid contamination of H1 lubricants with non-H1 lubricants. Standards for lubricants in food industry are shown in *Table 1*.

Possible scenarios for users of lubricants are mixing at the lubricant stock or during re-lubrication or contamination by soiled clothing.

## Performance of modern H1 lubricants

Still many people think that H1 lubricants do not achieve the performance of conventional lubricants. Nowadays, especially in the field of special lubricants, this is no longer true. Modern formulated H1 lubricants can keep up to the same level of performance as conventional lubricants, some may even exceed them.

## Separate production area for the production of H1 lubricants

*Setral* has satisfied its worldwide customers of special lubricants for more than 50 years by competence and reliability. There is a complete range of H1 lubricants for the food industry. These H1 lubricants are manufactured in an especially designed separated area of the production. Furthermore, some H1 greases are available now in the Lube-Shuttle cartridge. These screw cartridges enable an especially easy and dean application during placing it in the grease gun. The robust

**Table 1** : Standards for lubricants in food industry

| Standard | Category   | Usage  |
|----------|--|--|
| H1       | Lubricant for minimal, incidental technical unavoidable food contact | All lubrication points where food contact cannot be completely excluded.   |
| H2       | Lubricant for which food contact is completely prohibited            | Only at lubricating points where food contact is completely excluded   |
| 3H       | Release and separating agent   | As release agent for backing moulds, cooking grids etc. with direct and intended food contact  |
| K1       | Solvent cleaner  | Only outside the food production site. If any K1 cleaned part is passed to the food production area, an intermediate cleaning is necessary |
| K3       | Adhesive and glue remover  | Only outside the food production site. If any K1 cleaned part is passed to the food production area, an intermediate cleaning is necessary |





Picture 1 : An example of application of special lubricants in food

threaded connection with a wide opening avoids overdriving. Besides the cartridges offer an ideal depletion, and empty cartridges can be refilled. With little effort a working pressure of more than 400 bar can be achieved.

### Additional offer

Most Setral lubricants registered as H1 are also Halal and Kosher certified. In addition to H1 lubricants *Setral* offers maintenance products like corrosion preventives or cleaners and degreasers – also with H1 registration. Recently, selected 3H oils have become available. This special standard stands for release agents that are acceptable for use in con-

tact with food. Possible applications of such oils are e.g. grills or baking pans for bread or cookies.

Comprehensive consultation before using a special lubricant is the focus at Setral. The right H1 lubricant applied in the right amount minimizes energy consumption, reduces waste and down-time and extends tool life and re-lubrication intervals and, last but not least, is an important contribution to the product safety.

The representative and seller of Setral products in Slovenia and Bosnia and Herzegovina is **Olma d.o.o., Ljubljana, Slovenia**



AGRA

REPUBLIKA SRBIJA  
DRŽAVA PARTNER



**58. MEDNARODNI  
KMETIJSKO-  
ŽIVILSKI SEJEM**

**22. - 27. 8. 2020**  
**Gornja Radgona**

SEJEM NOVE GENERACIJE!





POMURSKI SEJEM  
[www.sejem-agra.si](http://www.sejem-agra.si)



## CILINDRI DFLC/DFLG Z DRŽALNO ZAVORO DACS

Krmiljen postopek zaviranja, zanesljivo zaustavljanje kakor tudi mirovanje v natančno določenem položaju pnevmatičnih cilindrov so ključni kriteriji za varen sistem delovanja v vedno hitrejših procesih ob povečani dinamični odzivnosti.



Slika 1 : Držalna zavora DACS

Za učinkovito izpolnjevanje opisanih zahtev so pri proizvajalcu FESTO zasnovali in izdelali držalno zavoro DACS (slika 1). Držalni mehanizem vključuje tlačno krmiljeno torno zavoro z vzmetno objemko. Vsaka posamična zavora je testirana in dokumentirana skladno s strojno direktivo 2006/42/E.

Zasnovana je tako, da jo je mogoče povezati z ISO-cilindri DFLC in DFLG (slika 2). Varno povezavo zagotavljajo številni dodatni pritrditveni in povezovalni elementi.

Držalne zavoro so primerne tako za statično držanje z bremenom ali brez njega, za zaustavitev v sili oziroma v izrednih razmerah kakor tudi za zmanjšanje hitrosti (dinamično delovanje). Opcijsko je prigraven senzor za prikaz stanja zavore. Izbrati je mogoče tudi variante z antikorozijsko zaščito oziroma izvedbo ATEX.

Enota DACS, ki ne zahteva vzdrževanja, je primerna tudi za aplikacije, ki zahtevajo varovanje v skladu z B10d oziroma za varnostna krmilja, kot so zaščita pred padcem vertikalnih osi. Enote so certificirane po TÜV.

Držalno zavoro DACS odlikujejo:

- ▶ zanesljiv in učinkovit držalni mehanizem,
- ▶ velike sile pri majhni masi,
- ▶ certificirana oblika,

DFLC



DFLG



Slika 2 : Standardna cilindra DFLC in DFLG s prigrajeno držalno zavoro DACS (po ISO 15552)

Tabela 1 : Velikosti in držalne sile

| Velikosti | Statična držalna sila |
|-----------|-----------------------|
| 20        | 1 350 N               |
| 25        | 5 000 N               |
| 32        | 10 000 N              |
| 40        | 17 000 N              |

- ▶ skladnost z varnostnimi direktivami,
- ▶ primernost za varno uporabo,
- ▶ lahko je montirana na cilindre po standardu ISO,
- ▶ ne zahteva vzdrževanja.

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

## ELEKTRIČNI LINEARNI AKTUATOR **ELECTRAK® MD**

Električni linearni aktuator *Electrak® MD* je sodoben in zasnovan podobno kot njegova večja različica *Electrak HD*. Odlikujejo ga vrhunska zmogljivost, kompaktna izvedba in delovanje tudi v grobih okoljih, ne potrebuje servisiranja ali vzdrževanja.



**Slika 1:** Aktuator *Electrak® MD* (Vir: [www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com))

V aktuatorju so vgrajeni najsodobnejši krmilni elementi.

Modularni koncept krmiljenja ponuja široko paleto možnosti, vključno s preprosto alternativo stikala za vklop/izklop, stikala za nizki nivo s povratno informacijo o položaju ali brez te informacije ali pa z možnostjo CAN podatkovnega vodila, kar vse zagotavlja popoln nadzor delovanja aktuatorja.

Poleg tega še:

- ▶ Ne glede na uporabljeno možnost nadzora ak-

tuatorja ostajata ohišje in delovanje aktuatorja enaka.

- ▶ Uporaba osnovnih možnosti krmiljenja omogoča nadzor hitrosti PWM (Pulse Width Modulation).
- ▶ Za zagotovitev varnega delovanja je preizkušen na elektromagnetno združljivost (EMC).
- ▶ Uporabljena je ista preizkušena in zanesljiva krmilna zasnova, kot je v večjem aktuatorju – Electrak HD.

### Narejeni za dolgotrajno delo v najtežjih pogojih:

- ▶ širok razpon delovne temperature (-40–85 °C),
- ▶ 500 ur, testirano z brizganjem slane raztopine,
- ▶ zaščita pred vdorom IP69K/IP66,
- ▶ visoka odpornost na udarce in vibracije.

### Izstopajoča izjemna gostota moči:

- ▶ zelo močan v primerjavi s svojo velikostjo,
- ▶ obremenitve do 2 kN,
- ▶ hitrost do 45 mm/s.

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

### Vir:

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


PCB parcele

## Najcenejša izdelava vašega prototipnega vezja v Sloveniji!







AX elektronika d.o.o  
Špruha 33  
1236 Trzin  
[www.svet-el.si](http://www.svet-el.si)  
telefon: 01 549 14 00  
e-pošta: [bojan@svet-el.si](mailto:bojan@svet-el.si)

**časopis**  
**industrija**

**Vaša sigurna pot  
do tržišča v Srbiji**



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

**www.industrija.rs**  
[www.facebook.com/casopis.industrija](http://www.facebook.com/casopis.industrija)

---

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

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

## TLAČNA STIKALA IN MERILNIKI TLAKA **SUCO** V ZDRAVSTVU

Mehanska in elektronska tlačna ter vakuumška stikala kakor tudi merilniki tlaka v medicinskih sistemih morajo biti natančni, varni in zanesljivi. Proizvajalec SUCO ima v svojem proizvodnem programu ustrezna stikala in izdelke za meritve tlaka za različne medije, kot so npr. kisik, CO<sub>2</sub>, voda, topila in hidravlične tekočine.



Široka paleta izdelkov za uporabo v medicini, ki zagotavljajo natančno in varno uporabo, je izdelana iz materialov, ki so dovoljeni v skladu s standardi FDA, DVGW-W270 ali BAM.

Izdelke za nadzor tlaka proizvajalca SUCO odlikuje zanesljivost v celotni življenjski dobi. Za doseg odličnih lastnosti proizvajalec SUCO preskuša vsa svoja stikala in senzorje na preko milijon ciklov. Vsi izdelki so 100-odstotno testirani, preden zapustijo tovarno proizvajalca. Uporaba izdelkov SUCO zagotavlja zanesljivost celotnega uporabnikovega sistema.

Izdelki za nadzor tlaka proizvajalca SUCO v medicini se uporabljajo za:

- ▶ nadzor dobave plina v anestezijskih sistemih,
- ▶ merjenje tlaka v visokotlačnih parnikih,
- ▶ kontrolo medijev v sterilizatorjih in čistilnih enotah,
- ▶ kontrolo hidravlične oskrbe pri operacijskih mizah,
- ▶ nadzor oskrbe s plini (npr. nitrogen, kisik, helij itd.) v plinskih omrežjih bolnic.

Natančnost, zanesljivost in varnost so v medicini pomembne. Več informacij o produktih SUCO dobite pri podjetju INOTEH.

**Vir:**

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

## OPTIMIZACIJA SKUPNE UČINKOVITOSTI OPREME V INDUSTRIJI PLASTIKE

### Majhne proizvodne serije in visoka tveganja

Trenutno je eden izmed glavnih izzivov v industriji plastike, kako obvladati izdelavo vse večjega števila izdelkov v manjših serijah. Vse bolj se veča povpraševanje po izdelkih, kot so na primer različni pametni telefoni, tekaški čevlji različnih modelov kakor tudi modeli po željah kupcev.



Slika 1: Robotizirana menjava orodij

Nazoren primer tega je tudi trend v avtomobilski industriji, ki se je začel z modelom Mini in mu je sledil tudi Fiat s svojim modelom Fiat 500 iz leta 2007. Podjetje Fiat je ponudilo 500.000 različnih kombinacij opcij za vozilo, medtem ko je prvotna izbira zajemala 14 barv karoserije in 20 pokrovov za zunanja ogledala. To je sedaj preraslo v več kot milijon različic, ki jih lahko izberejo kupci. Za ohranjanje konkurenčnosti morajo tako proizvodni obrati izdelati velik nabor posameznih izdelkov.

Vsaka sprememba pa zahteva menjavo orodij, kar pomeni prekinitev toka proizvodnje in izgubo časa. Optimizacija proizvodnje tako zahteva skrajšanje časov zaustavitve, ki so povezani s prehodom na nov izdelek.

Vsi tehnološki dejavniki na področju izdelkov in procesov ter netehnološki dejavniki na področju organizacije in dizajna morajo biti zasnovani tako, da omogočajo raznolikost končnih izdelkov. Vsa področja morajo uporabiti pristop »Just-In-Time« ali principe vitke proizvodnje. Medtem, ko se osredotočajo na stroške, vodilne čase in kakovost, se ne sme zanemariti varnosti na delovnem mestu.

Znotraj tega zahtevnega proizvodnega okolja ima industrija plastike pomembno vlogo, saj plastični izdelki predstavljajo velik delež v končnih izdelkih. Na podlagi obsežne analize svojih procesov je industrija plastike preusmerila investicije in posodabljanje opreme, da se je lahko soočila z izzivi, ki jih predstavljajo majhne proizvodne serije.

Šest načinov, kako prihraniti čas pri menjavi orodij v industriji plastike:

**1. Predgretje orodij** – Postaje za predgretje orodij omogočajo, da orodja, ki gredo na stroj, dosežejo delovno temperaturo, medtem ko je trenutno orodje še vedno v uporabi. S tem se zmanjša čas ustavitve pri menjavi orodij.

**2. Energijske povezave** – Med vsako menjavo orodij je treba obvladovati priklop tekočine za nadzor temperature, hidravlične tokokroge za zaporedno brizganje, izvlečna jedra in povezave električnih tokokrogov, kar je lahko zelo zahtevno in časovno poratno. Centralizirane povezave, bodisi ročne ali avtomatizirane, omogočajo bistvene prihranke časa z minimalnimi investicijami ter istočasno preprečujejo napake pri povezovanju.

**3. Premiki in nameščanje orodja** – Vsaka menjava orodij zajema obvladovanje premika orodja med skladiščem in proizvodnjo. V tej fazi procesa se lahko ustvarijo bistveni časovni prihranki s fiksnimi ali premičnimi rešitvami, ki so lahko ročne ali avtomatizirane.

**4. Vpetje orodja** – Dobro vpeto orodje zagotavlja varnost operaterja in opreme. Pri tem je treba upoštevati dobičkonosnost proizvodnje, ne da bi bila ogrožena varnost. Magnetna tehnologija omogoča varno vpenjanje orodja s pritiskom na tipko. Izbira med različnimi tehnologijami vpetja orodja ne temelji le na uporabljeni opremi, temveč tudi na vračanju investicije ter avtomatizaciji procesa.

**5. Prediktivno vzdrževanje in pregled orodij** – Za vrednotenje kakovosti orodij in za zagotavljanje, da ne pride do težav med proizvodnjo, je treba vsako orodje za brizganje plastike pregledati in testirati delovanje, preden se namesti na stroj. Z zbiranjem podatkov med testiranjem in proizvodnjo se sedaj lahko izvede prediktivno vzdrževanje, kar odpravlja potencialne težave v prihodnosti.

**6. Robotizirana menjava orodij** – Z vse večjimi potrebami po pogostih menjavah orodij je fleksibilnost ključnega pomena, da podjetja ostanejo konkurenčna. Za robotizirane industrijske procese modularne rešitve omogočajo, da robot zamenja orodja na stroju za brizganje plastike v kratkem času na popolnoma avtomatiziran način (slika 1).

Vir:

www.staubli.com in www.combitac.com, www.staubli.com, d.kikelj@staubli.com



## SERIJA KONEKTORJEV CEVNIH VPENJAL SE STALNO ŠIRI

Serija konektorjev cevni vpenjal (Tube Clamp Connector) proizvajalca Elesa+Ganter v različnih izvedbah ter linearnih enot in dodatkov pokriva širok spekter uporabe. Elesa+Ganter predstavlja tudi številne nove izdelke, ki bodo še dodatno zaokrožili izbor.

Novi nosilci zaslonov GN 197, vključno z adapter-skimi ploščami VESA in blokirnimi drsnimi enotami GN 134.7 in GN 147.7, odpirajo nove možnosti uporabe in ponujajo pravo rešitev za raznolike potrebe strank.

### Nosilci zaslonov s povezovalnim vmesnikom

Uporaba zaslonov na dotik, panelov, zaslonov in monitorjev na proizvodnih strojih je postala že običajna praksa in je opredeljena z VESA standardom za vgradnjo monitorjev. Podjetje Elesa+Ganter ta standard že upošteva in je razvilo praktičen vme-

snik v obliki monitorja, ki je usklajen z obstoječim portfeljem. Montaža monitorja je osredotočena na funkcionalno pritrditveno ploščo, povezovalni vmesnik (čep) pa omogoča izredno preprosto pritrditve vpenjalnega dela na konektorje cevni vpenjal glede na namestitve. V kombinaciji z vrtljivimi ali prirobnimi spoji je mogoče realizirati poljubno število prostostnih stopenj in možnosti prilagajanja.

### Zaklepanje drsnih enot za ponavljajoče se položaje

Z zaklepnimi drsnimi enotami, ki temeljijo na univerzalnih ali prirobnih cevni vpenjalnih konektorjih, Elesa+Ganter vzpostavlja novo kategorijo možnosti za možnosti prilagajanja znotraj svoje palete izdelkov. Ti elementi omogočajo hitro in enostavno premikanje do ponavljajočih se položajev na kvadratni konstrukcijski cevi s pomočjo premičnega drsnika. Drсна enota za zaklepanje se ustavi na želenih mestih z indeksirnim, zaklepnim ali vzmetnim zatičem, ki se zaskoči v izdelane izvrtine.

Spremenljivi povezovalni element omogoča hitro in natančno nastavitev, zato je primeren za uporabo na vseh strojih, ki potrebujejo individualno določene položaje. Ustrezne vzorce izvrtin na pripadajočih ceveh lahko dobite neposredno pri Elesa+Ganter v skladu s standardom storitve.

Več informacij o predstavljenih rešitvah najdete na [elesa-ganter.at](http://elesa-ganter.at).

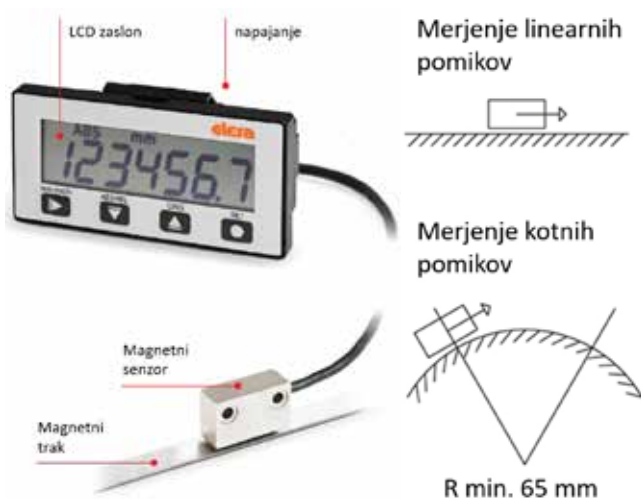
### Vir:

ELESA+GANter Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 23, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: [aho@elesa-ganter.at](mailto:aho@elesa-ganter.at), internet: [www.elesa-ganter.at](http://www.elesa-ganter.at)



## MAGNETNI SISTEM ZA MERJENJE LINEARNEGA IN KOTNEGA POMIKA

Nov magnetni sistem MPI-R10 je sestavljen iz večnamenskega zaslona LCD, ki je povezan s posebnim magnetnim senzorjem FC-MPI in magnetnim trakom M-BAND-10. Namenjen je za merjenje linearnih in kotnih premikov. Sistem omogoča natančno merjenje in pozicioniranje ter skrajšuje čas nastavitvev na strojih na minimum.



*Mikrokirurški robot MUSA je prva robotska platforma za supermikrokirurgijo na svetu (foto: Eindhoven University of Technology).*

Večnamenski LCD-zaslon je izdelan iz poliamida, ojačenega s steklenimi vlakni, ima prenovljen dizajn in je kompaktnější (72 x 37 mm). Montaža s pomočjo sistema pritrdilnih nosilcev je hitra in enostavna. Vgrajena litijeva baterija ima dolgo življenjsko dobo (4 leta), interni pomnilnik pa zagotavlja ohranitev nastavitvev po zamenjavi baterije.

Zaslon, visok 12 mm, omogoča sedemmestni prikaz števil in posebnih znakov. Ima štiri večnamens-

ke tipke za nastavitvev vrednosti in programov. Vrednosti so lahko prikazane v milimetrih, inčih ali kotnih stopinjah. Poleg tega je mogoče prikazovati absolutni ali inkrementalni način merjenja, nastaviti do 10 offset vrednosti (odmik), shraniti in prikazati 32 ciljnih položajev ter izdelati samo diagnostiko. Magnetni merilni sistem je na voljo v tesnostnih razredih IP54 in IP67.

Druga komponenta sistema je magnetni senzor s kablom FC-MPI, ki je tlačno ulit iz cinka. Kabel je povezan z zaslonom z zaskočnim konektorjem, ki olajša vstavljanje in zagotavlja pravilno povezavo tudi pri vibracijah in drugih motnjah. Kabel magnetnega sensorja je na voljo v različnih dolžinah (do največ 5 m).

Zadnja komponenta je magnetni trak M-BAND-10, ki je sestavljen iz dveh delov: magnetnega pasu in pokrivnega traka. Magnetni pas je izdelan iz magnetnega, nosilnega in lepilnega traka. Največja dolžina je do 25 m.

Tehnični podatki o izdelku so skupaj z risbami in tabelami s kodami in dimenzijami na voljo na spletni strani podjetja [elesa-ganter.com](http://elesa-ganter.com).

### Vir:

ELESA+GANTER Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 23, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: [aho@elesa-ganter.a](mailto:aho@elesa-ganter.a), internet: [www.elesa-ganter.at](http://www.elesa-ganter.at)

6.-8.10.2020  
GR, Ljubljana

**CLEAN ME**  
Strokovni sejem za industrijsko & komercialno čiščenje

[www.icm.si](http://www.icm.si)

## VARNOSTNE ZAVESE GUARDSHIELD 450L

FBS elektronik, d. o. o., predstavlja serijo varnostnih svetlobnih zaves 450L proizvajalca Allena Bradleyja za zaščito človeka na nevarnih mestih pri obdelovalnih strojih in stiskalnicah.



Videz varnostnih zaves

Lastnosti varnostnih zaves 450L-E:

- ▶ patentirana tehnologija omogoča uporabo posameznih enot kot oddajnik ali sprejemnik z uporabo inovativnega vtičnega modula,
- ▶ napredne funkcije v primerjavi s serijo 450L-B), kot so kaskadna vezava in integrirani funkciji muting in blanking,
- ▶ integrirane funkcije lahko enostavno in hitro konfiguriramo z DIP-stikali ali programsko opremo, kar bistveno skrajša čas zagona; omogočena je tudi funkcija za nadzor zunanjih naprav (EDM),
- ▶ izboljšana integrirana tehnologija laserske poravnave zagotavlja hitro namestitev in zanesljivo delovanje,
- ▶ zagotavljajo aktivno zaščitno polje vzdolž celotne dolžine zaves,

- ▶ kompaktno ohišje 30 x 30 mm,
- ▶ širok razpon varnostnega območja od 150 do 1950 mm v korakih po 150 mm,
- ▶ zaznavanje prsta (rezolucija 14 mm) na oddaljenosti 0,5– 9 m,
- ▶ zaznavanje roke (rezolucija 30 mm) na oddaljenosti 0,9–16,2 m,
- ▶ kaskadna vezava omogoča vezavo večjega števila varnostnih zaves v serijo,
- ▶ diagnostika in odpravljanje težav z brezplačno programsko opremo,
- ▶ stopnja zaščite IP65,
- ▶ TUV-certifikat type 4 v skladu z IEC 61496-1/2, do PLe (kategorija 4) v skladu z ISO 13849-1, SIL3 PLe v skladu z IEC 61508, SILcl 3 v skladu z IEC 62061.

Z izmenljivim elektronskim modulom plug-in se definira funkcija oddajnik oziroma sprejemnik. V skledišču je tako samo ena letev za dve možni funkciji s plug-in moduli z izvedbo basic in expert. Tako je zmanjšana zaloga rezervnih delov, saj je ena letev uporabna za dve funkciji, kar zagotavlja prihranke.

### Vir:

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

## MOBILNE ZLOŽLJIVE PREGRADE ZA PROSTORE



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

za zaščito in preprečevanje okužb

- vsestranska uporaba v pisarnah, frizerskih in masažnih salonih ...
- dimenzije izvlečene pregrade: 2.000 x 1.900 mm
- teža: 8,9 kg



**HENNLICH**

Pokličite nas:  
**041 386 056**



[www.hennlich.si](http://www.hennlich.si)

# INDUSTRIJSKI BLAŽILNIKI SUNKOV V NOVIH DIMENZIJAH **POWERSTOP 2.0**

Družina industrijskih blažilnikov sunkov PowerStop, ki je na tržišču že dobro znana po visoki absorpciji energije v najmanjših namestitvenih dimenzijah, se močno širi in je bila znatno optimizirana. Novi modeli bodo od zdaj na voljo v štirih osnovnih različicah. Začne se z modelom Mini Energy, ki zajema majhne namestitvene velikosti M4-M6. Sledi osnovni model Standard Energy. Ta odraža stroškovno učinkovito možnost na uveljavljeni kakovostni ravni in za privlačno ceno. Tretja glavna varianta model High Energy trenutno predstavlja zlati standard, ki ga odlikuje največja absorpcija energije (v smislu namestitvenih dimenzij) na trgu. Sledi model Adjustable Energy z nastavljivim blažilnikom, ki pokriva celotno območje hitrosti od 0,1 do 5 m/s. Tu se lahko različne hitrosti udarca spreminjajo tako, da optimalno dušijo različne mase in/ali energije.

#### Modeli Powerstop 2.0:

- ▶ Mini Energy - kompaktna izvedba,
- ▶ Standard Energy - ekonomična izvedba,
- ▶ High Energy - močna izvedba,
- ▶ Adjustable Energy - nastavljiva izvedba.

Industrijske blažilnike sunkov proizvajalca ZIMMER GROUP ima v svojem prodajnem programu pod-



Slika 1 : Blažilnik sunkov PowerStop

jetje INOTEH, pri katerem kupci lahko dobijo več informacij tako o blažilnikih sunkov kot o drugih izdelkih proizvajalca ZIMMER GROUP.

#### Vir:

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



## Vitka proizvodnja.

item. Your ideas are worth it.®

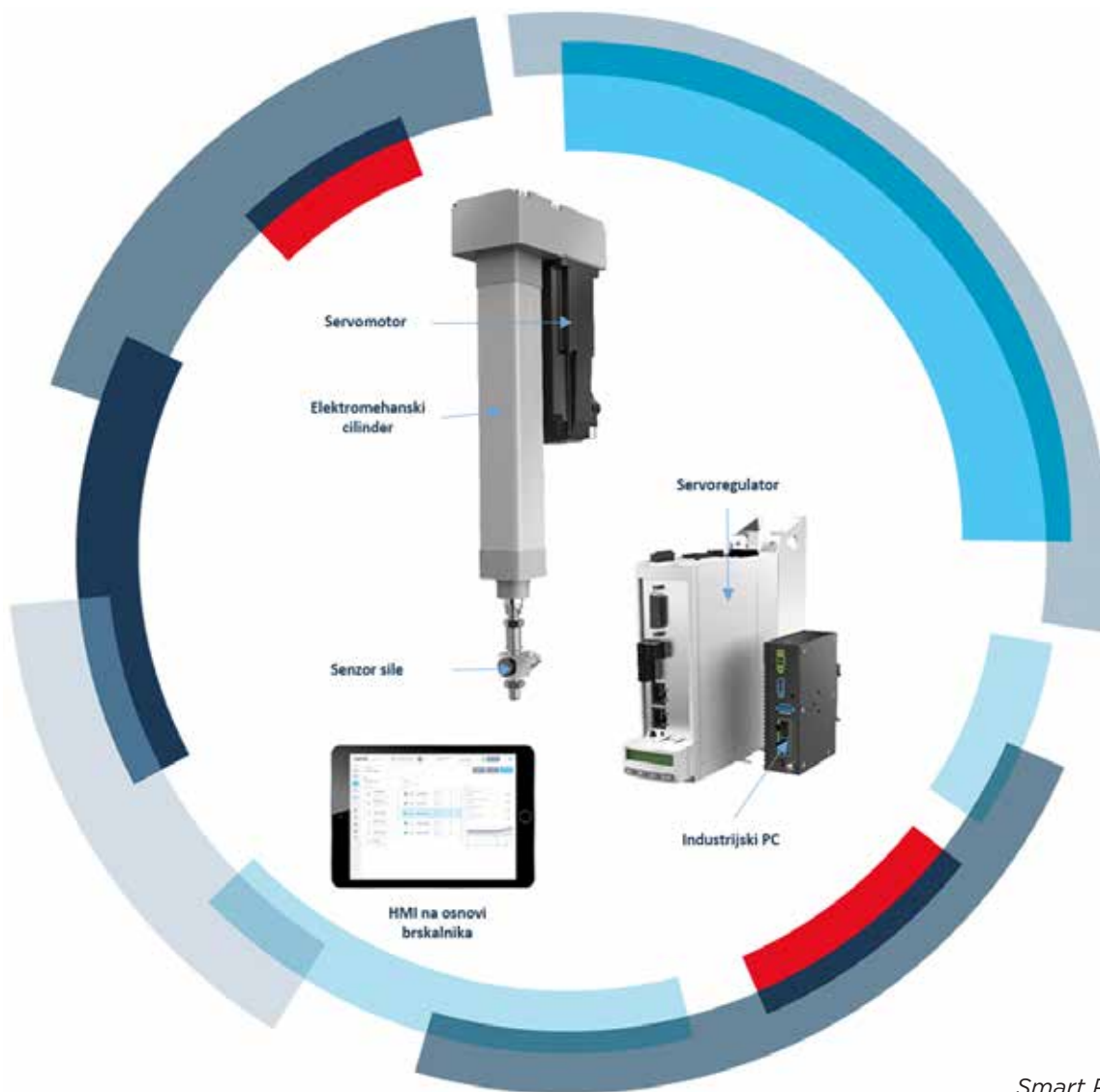
Sistem item Lean Production združuje preprosto rokovanje in visoko stabilnost konstrukcije. S profilnim sistemom D30 nastajajo rešitve, ki jih lahko preprosto prilagajamo na licu mesta.

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



## SERVOPOGONSKI SISTEM V KIT IZVEDBI

Podjetje Bosch Rexroth predstavlja nov inovativen elektromehanski pogonski sistem Smart Funktion Kit (SFM), ki sledi zahtevam v industriji prihodnosti, omogoča hitro in enostavno vgradnjo v različne naprave za uporabo v montaži ter različnih preoblikovalnih procesih (sestavljanje, lepljenje, kovičenje, varjenje, upogibanje, vtiskovanje itd.).



Pogonski sistem sestavljajo elektromehanski cilindar, servomotor, servoregulator, senzor sile, industrijski računalnik z ustrežno programsko opremo HMI za brskalnik, ki temelji na HTML 5 (slika).

Servopogonski sistem je mogoče uporabljati samostojno ali pa vgraditi v različne avtomatizirane sisteme in jih povezati preko odprtih vmesnikov v informacijski sistem. To omogoča nadzor procesov, preglednost, izogibanje zastojem in povečuje produktivnost proizvodnje.

Razpoložljive sile so v območju 2-30 kN.

Izbira in vgradnja modularnega sistema SFK v predvidene naprave je enostavna in ne zahteva posebnega znanja.

### Vir:

La & Co., d. o. o., Limbuška cesta 2, 2341 Limbuš, mobi: +386 (0) 41 795 447, tel: +386 (0) 2 42 92 679, internet: [www.la-co.si](http://www.la-co.si), e-mail: [info@la-co.si](mailto:info@la-co.si), [kristijan.pipan@la-co.si](mailto:kristijan.pipan@la-co.si)

## ZEBRA ZD220

Pri namiznih tiskalnikih nalepk, še posebej pri vstopnih modelih, je cena velikokrat pomemben faktor. V primeru Zebrinega modela ZD220 ta ne gre na račun funkcionalnosti in kvalitete. Izdelujejo ga po enakih principih in standardih, v istih tovarnah kot njegove zmogljivejše kolege.



ZD220 je dimenzijsko manjši kot predhodnik GC420. Drugače sta postavljena gumba za vklop in

večfunkcijski gumb. Večja razlika je pod pokrovom, kjer najdemo za razliko od predhodnika premični senzor za medij. To olajša tiskanje za vse, ki uporabljate nestandardne ali neobičajne nalepke. GC420 je imel nosilec nalepk in vodila ločena, kar pomeni, da je bilo potrebno nastavljanje tako širino nosilca kot vodil. V novem ZD220 je ta modul skupen. Ko nastavimo širino nosilca kolota nalepk, s tem nastavimo tudi širino vodil.

Tehnične specifikacije in opcije si lahko ogledate na produktni strani, pokličete na tel.: 01 530 90 37 ali pišete na: [gasper@leoss.si](mailto:gasper@leoss.si).

### Vir:

LEOSS, d. o. o., Dunajska cesta 106, 1000 Ljubljana, T: +386 (0) 1 530 90 37, F: +386 (0) 1 530 90 40, GSM: +386 (0) 40 480 006 E: [gasper@leoss.si](mailto:gasper@leoss.si), internet: [www.leoss.si](http://www.leoss.si), [www.leossb2b.eu](http://www.leossb2b.eu)

# LA&CO

Sinergija premikanja. Hidravlika. Pnevmatika. Linearna tehnika.



LA & CO d.o.o.  
Limbuška cesta 2  
2341 LIMBUŠ

[www.la-co.si](http://www.la-co.si)  
[info@la-co.si](mailto:info@la-co.si)  
02 / 42 92 660



**Že 25 let vam ponujamo vrhunsko tehniko in prave strokovnjake, za vaše zahteve na področju hidravlike, pnevmatike in linearne tehnike.**

## POPOLNA PRENOVA SERIJE KOMPAKTNIH KRMILNIKOV SYSMAC

Podjetje OMRON je poleg novega mikro PLK-ja (programirljivi logični krmilnik) serije CP2E izdelalo še dva nova modela kompaktnih krmilnikov Sysmac družine NX1P: NX1P2-9B40DT in NX1P2-9B24DT (slika 1 in 2). Kljub kompaktnim dimenzijam so novi modeli zmogljivi in hkrati vključujejo brezvijačno tehnologijo ožičenja Push In Plus.



Slika 1 : NX1P2-9B24DT



Slika 2 : NX1P2-9B40DT

Proizvajalci tehnološke opreme in ostali morajo danes upravljati skupne stroške in dobiček skozi celoten življenjski cikel strojev. Zato zahtevajo povezane rešitve za izpolnjevanje pogojev industrije 4.0 z enostavno programsko opremo za zmanjšanje razvojnega časa, razširljivost in združljivost za nazaj zaradi vzdrževanja kot tudi sposobnost podpiranja prilagodljive proizvodnje s hitro spreminjajočimi se trendi.

Osnovne značilnice:

- ▶ najhitrejši ciklični čas: 2 ms,
- ▶ funkcije: logično zaporedje in kontrola gibanja,
- ▶ krmiljenje do 8 servoos (4 sinhronizirane osi),
- ▶ vgrajeni I/O: 24 ali 40,
- ▶ do 8 lokalnih enot NX I/O,
- ▶ vgrajena EtherCAT in ethernet/IP vrata,
- ▶ do 16 EtherCAT podrejenih naprav,
- ▶ možnost razširitve do dveh opsijskih plošč za dodajanje serijske komunikacije ali analognih I/O-funkcionalnosti,
- ▶ obročna topologija EtherCAT je podprta za vzdrževanje komunikacije in nadzor v primeru okvare kabla ali naprave.

Družina NX1P2 z vgrajenim Ethernet IP in vmesnikom EtherCAT ponuja t. i. condition monitoring za predvidevanje vzdrževanja, ki je primeren za upo-

rabo pri termooblikovalnih strojih, KPI (Key Performance Indicator) metoda merjenja učinkovitosti proizvodnje in tudi podporo avtomatizacije z mobilnimi roboti.

Ključne prednosti in lastnosti:

### 1. zagotovitev kakovosti s sledljivostjo:

- ▶ Ethernet IP, EtherCAT (8 vozlišč) in IO-Link za neposredno povezavo z naprednimi sistemi strojnega vida za natančno identifikacijo, ocenjevanje in preverjanje,
- ▶ sinhroni podatki omogočajo spremljanje vseh parametrov hkrati,
- ▶ serijska komunikacija omogoča zbiranje podatkov iz serijskih naprav,
- ▶ protokola FTP in MQTT omogočata povezljivost v oblaku.

### 2. Operativna odličnost s predvidevanjem vzdrževanja:

- ▶ namenske knjižnice Sysmac za spremljanje in predvidevanje stanj, t. i. Condition Monitoring, in nadzor ključnih naprav,
- ▶ hitri analogni vhod za spremljanje okolij,
- ▶ metoda stalnega preverjanja ključnih naprav, t. i. Continuous Edge Monitoring, omogoča mer-



jenje učinkovitosti stroja kot tudi preventivno in predvidljivo vzdrževanje.

3. Prilagodljiva proizvodnja in hitra menjava:

- ▶ fleksibilne inštrukcije za interpolacijo med servoosmi in povezljivost IO-Link,
- ▶ sinhroni nadzor gibanja in Point-to-Point preko EtherCAT,
- ▶ IO-Link povezljivost senzorjev za dinamično konfiguriranje,
- ▶ FTP-dostop za daljinsko konfiguracijo proizvodnih receptov.

4. Zmanjšanje časa razvoja:

- ▶ zmanjšanje časa in stroškov ožičenja, namesti-

tve ter programiranja,

- ▶ inovativne Sysmac knjižnice za podporo različnih aplikacij, kot so varjenje embalaž; tehtanje, merjenje in navijanje/odvijanje,
- ▶ programska modularnost in razširljivost,
- ▶ omrežna povezljivost več naprav s samo enim Ethernet kablom,
- ▶ integrirana programska oprema s simulacijo,
- ▶ prihranjeni čas s tehnologijo ožičenja Push-In Plus,
- ▶ varnostno kopiranje, obnovitev in preverba podatkov v krmilniku s kartico SD.

Vir:

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

**ECOWAVE**

6.-8.10.2020  
Ljubljana, Slovenija  
ecowave@icm.si

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJO

**SLOTTRIB 2020**

POSVETOVANJE o TRIBOLOGIJ, MAZIVIH in TEHNIČNI DIAGNOSTIKI,

ki je bilo načrtovano za 9. junij 2020 v Portorožu v sklopu 12. foruma IRT

je zaradi izbruha bolezni Covid-19 prestavljeno na kasnejši čas.

Hvala za razumevanje !

16.-18.2.2021  
GR, Ljubljana, Slovenija

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



## MERILNIK SERVICE MASTER CONNECT

Vsestranski merilnik Service Master CONNECT je zadnja novost iz linije izdelkov za diagnostiko Parker SensoControl. Omogoča varno in natančno beleženje meritev tlaka, temperature, pretoka in hitrosti vrtenja in je namenjen za vse vrste hidravličnih sistemov.



Robustna zasnova in zaščitna stopnja IP65 omogočata celovito zaščito pred vlago in umazanijo ter odpornost na udarce. Service Master CONNECT je tako primeren za uporabo v težkih obratovalnih pogojih.

Sedempalčni osvetljeni barvni zaslon na dotik omogoča nemoteno in intuitivno upravljanje. Udobje naprave izboljšuje jasno strukturiran uporabniški vmesnik, ki omogoča hitro in varno izvedbo želenih merilnih nastavitvev.

Modularno zgrajena strojna in programska oprema omogočata prilagojeno nastavitvev glede na potrebe posameznih meritev in analiz. Naprava izmeri in prikaže do 100 kanalov, zato je primerna tudi za zelo zapletene diagnostične naloge.

Parker ServiceMaster CONNECT je najsodobnejša naprava, ki je opremljena z različnimi vmesniki, kot so Parker CAN, CANopen, SAEJ-1939, analogni, digitalni, frekvenčni, Wi-Fi in Bluetooth LE.

### Vir:

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

# VZMETI d.o.o.

www.vzmetibabosek.si

Tel.: 02/741-66-20

vzmet@siol.net



Tlačne vzmeti od 0,1 - 15 mm premera žice  
 Natezne vzmeti 0,2 - 15 mm  
 Torzijske vzmeti 0,4 - 6mm  
 Izdelki iz žice 2D in 3D 0,2-6mm

## HITRE SPOJKE **ULTRA**FLOW

Podjetje s3c predstavlja hitro spojko ultraFLOW iz nerjavnega jekla švedskega proizvajalca CEJN.



Hitre spojke UltraFLOW so trenutno najboljša izbira za hlajenje elektronike. Pri preklopu ima spojka izjemno majhen padec tlaka, tako da je zagotovljena visoka energetska učinkovitost.

UltraFLOW ima vse lastnosti, ki so pomembne za tekoče hlajenje elektronike: kompaktne zunanje dimenzije, oblikovanje FLAT-FACE DESIGN z garancijo brez razlitja pri priklopu ali odklopu, velike pretoke in majhen padec tlaka.

Spojke so iz trdo anodiziranega aluminija in sedaj tudi iz nerjavnega jekla.

Različica iz nerjavnega jekla ima enako dobre lastnosti kot spojka iz aluminija, vendar je bolj primerna za deionizirano vodo in druge agresivne tekočine. Nerjavno jeklo je tudi bolj primerno za uporabo v jedkih okoljih.

**Vir:**

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



4. mednarodna konferenca o tribologiji polimerov, PolyTrib 2020, ki je bila načrtovana za 28. in 29. september 2020 na Bledu, je zaradi izbruha bolezni Covid-19 **prestavljena na kasnejši datum.**

Čeprav je bila konferenca načrtovana šele čez nekaj mesecev, menimo, da bo epidemija koronavirusa takrat še vedno močno vplivala na razmere po svetu. Posledično bi bila lahko potovanje in udeležba na konferenci otežena za mnoge tuje in domače obiskovalce.

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

Vse informacije bodo objavljene na: [www.tint-polytrib.com](http://www.tint-polytrib.com), glede morebitnih vprašanj pa smo vam na voljo na [polytrib@tint.fs.uni-lj.si](mailto:polytrib@tint.fs.uni-lj.si).

Zahvaljujemo se za razumevanje in podporo.

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

# KOMPAKTNI FREKVENČNI PRETVORNIK – OMRON Q2V

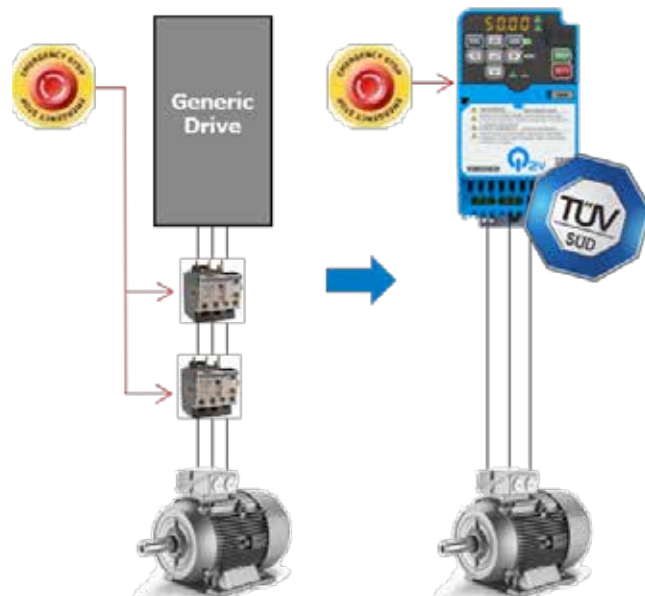
Novi kompaktni frekvenčni pretvornik Q2V združuje enostavno upravljanje z visoko učinkovitim nadzorom za skoraj vse vrste izmeničnih motorjev, zmanjšuje potrebo po vzdrževanju in hkrati varčuje z energijo. Omogoča fleksibilno in energijsko učinkovito vodenje različnih tipov motorjev, kot so indukcijski (IM), sinhronski (PM) in sinhronski reluktančni (SynRM). Pretvornik z vodenjem napajalne frekvence izmeničnega motorja nadzoruje hitrost vrtenja in pospeška črpalk, ventilatorjev in ostalih industrijskih strojev.

Ključne lastnosti:

- ▶ znižanje stroškov strojne opreme: vgrajen EMC-filter razreda C1/C2/C3,
- ▶ vgrajena funkcionalna varnost (STO SIL3/PLe),
- ▶ vodenje različnih vrst motorjev: IM, PM in SynRM,
- ▶ parametriranje in programiranje brez napajalne napetosti,
- ▶ komunikacija Memobus/Modbus RTU,
- ▶ delovanje v V/F in vektorskem načinu (tok/napetost),
- ▶ enostavno parametriranje z uporabo mobilne aplikacije Q2app ali preko računalnika z uporabo programskega orodja Q2edit,
- ▶ možnost programiranja z logičnimi in matematičnimi operacijami s programskim orodjem Q2dev,
- ▶ dodatna možnost komunikacije Bluetooth z LCD-prikazovalnikom,
- ▶ opcijski grafični prikazovalnik z SD-kartico za beleženje zgodovine,
- ▶ visoka stopnja zaščite pred prahom in vlago.



Slika 1 : Frekvenčni pretvornik Q2V



Slika 2 : Primer vgrajene strojne opreme EMC in STO

## Enostavna namestitev in nastavitvev

Q2V je zasnovan za priročno uporabo. Vsi vhodi in izhodi so opremljeni z brezvijačnimi sponkami, ki učinkovito znižajo stroške pri ožičenju. Kot je prikazano na *sliki 2*, je strojna oprema poenostavljena, zahvaljujoč vgrajenemu filtru EMC (Electromagnetic Compatibility), funkciji STO (Safety Torque Off) in zavornemu tranzistorju. Inteligentne nastavitve aplikacij pa vodijo uporabnike po nastavitvah parametrov.

## Vsestranskost uporabe

Q2V poleg upravljanja z različnimi tipi izmeničnih motorjev vsebuje t. i. Dual Rating, ki vključuje možnosti HD (Heavy Duty) in ND (Normal Duty). S tem pripomore k fleksibilnosti uporabe, saj omogoča, da isti model pretvornika poganja motorje z različnimi močmi v odvisnosti od njihove obremenitve. Možnosti vodenja motorjev so z načinom V/f in v vektorskem načinu (tok/napetost) kot tudi v odprtozančnem načinu regulacije po hitrosti in regulacije po navoru.

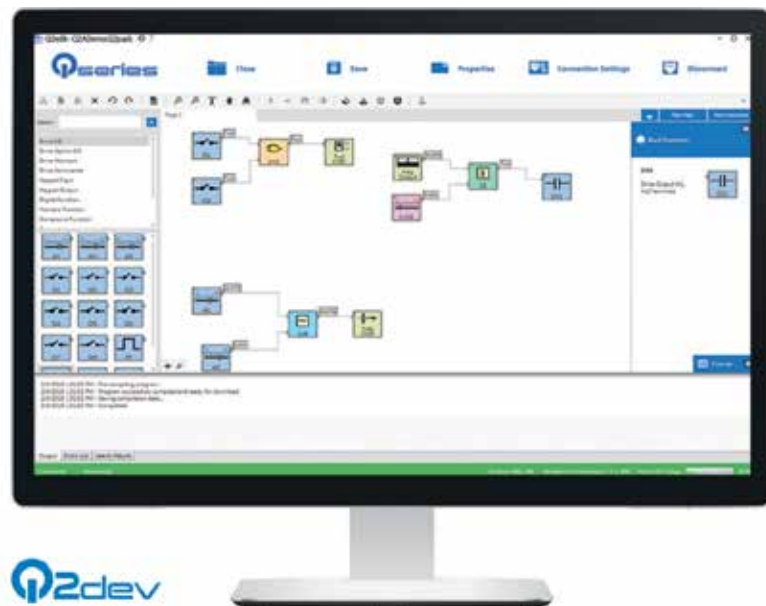
Z uporabo čarovnika v aplikaciji za parametriranje lahko uporabnik enostavno prilagodi pretvornik svojim zahtevam. Ta je namenjen za nastavljanje splošnih aplikacij, kot so transporterji, ventilatorji, črpalke, kompresorji itd. Uporabnikom omogoča izbiro načina krmiljenja, izbiro referenčne hitrosti,





Slika 3 : Q2app

Slika 4 : Q2app - prikaz statusov



Slika 5 : Programsko orodje - Q2dev

načina start/stop, časa pospeška/pojemka, načina ustavljanja itd.

### Enostavno upravljanje in parametranje z aplikacijami Q2app, Q2edit in Q2dev

Poleg osnovnega parametiranja na zaslonskem terminalu je s *slike 3* razvidno, da se lahko na pretvornik povežemo z mobilno napravo s pomočjo aplikacije Q2app. Ta omogoča hiter in enostaven dostop za opazovanje statusov, meritev, grafikonov in upravljanja parametrov, kot je prikazano na *sliki 4*. Na voljo je direktna USB-povezava, pripravljena za android naprave, dodatna povezava pa je mogoča z opsijskim Bluetooth LCD-prikazovalnikom, ki je hkrati kompatibilen z napravami iOS.

#### Q2edit

Za vzpostavlanje komunikacije z računalnikom (preko mini USB-povezave) pretvornik ne potrebuje napetostnega vira; tako lahko s programsko opremo Q2edit že v naprej nastavimo parametre, ne da bi bili povezani na napajanje ali na motor. Program omogoča enostavno parametranje, izvajanje meritev, beleženje zgodovine in napak, izvoz in pošiljanje poročil, direktno vodenje motorja in avtomatsko nastavljanje motorja v načinu Auto-Tuning.

#### Q2dev

Grafično razvojno okolje omogoča blokovno programiranje s sistemom Drag & Drop do 200 povezav. Na voljo je več kot 480 funkcijskih blokov z matematičnimi in logičnimi operacijami, kot je prikazano v primeru na *sliki 5*. Prav tako so na voljo

časovniki in števci, hkrati pa omogoča t. i. Online debugging in ciklični čas izvajanja 500 us/1 ms/2 ms. V Q2dev lahko dostopamo do vseh parametrov pretvornika kot tudi do digitalnih/analognih vhodov in izhodov in tako skupaj z ostalimi funkcijami omogoča kreiranje lastnega programa.

### Robustnost za zmanjšanje izpadov stroja

Robusten Q2V je odporen na prah in vlago in je zasnovan za 10 let delovanja pri temperaturah do 50 °C brez vzdrževanja. Zahvaljujoč zbiranju podatkov lahko uporabniki preprečijo morebitne okvare naprave in se izognejo nenačrtovanemu izpadu. Q2V lahko sledi in zapisuje podatke na lokalno SD-kartico ali jih posreduje v IT-sisteme preko krmilnikov Omron serije NX/NJ.

### Izboljšanje energetske učinkovitosti

Q2V izboljšuje energetske učinkovitost vseh komponent v zanki. Zahvaljujoč inovativnim načinom vodenja motorja, kot je EZ Vector Control, lahko poganjamo visoko zmogljive motorje na najučinkovitejši način. V primerjavi s klasičnimi pogoni se zaradi naprednih algoritmov poveča učinkovitost asinhronskih motorjev do 6 %, motorjev s trajnimi magneti pa do 2 %. Q2V ima dodatne namenske funkcije za varčevanje z energijo v aplikacijah, kjer se pojavijo spremenljive obremenitve ali zmanjšane navorne lastnosti. Te bodo samodejno optimizirane in bodo skupaj prihranile do 50 % energije.

#### Vir:

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

# ENERGETSKA ANALIZA IN KAKO IZBOLJŠATI SISTEM KOMPRESORSKIH POSTAJ – 1. DEL

## 1 Uvod

Stisnjeni zrak je eden izmed najbolj pogosto uporabljenih energentov v industriji. Za njegovo pridobivanje se porabi 10 % celotne industrijske porabe električne energije. V Evropski uniji je to okoli 80 TWh letno. Ker je stisnjeni zrak eden izmed najdražjih energentov, je potrebno sisteme njegovega pridobivanja, distribucije in uporabe načrtovati tako, da so učinkoviti in energetsko racionalni.

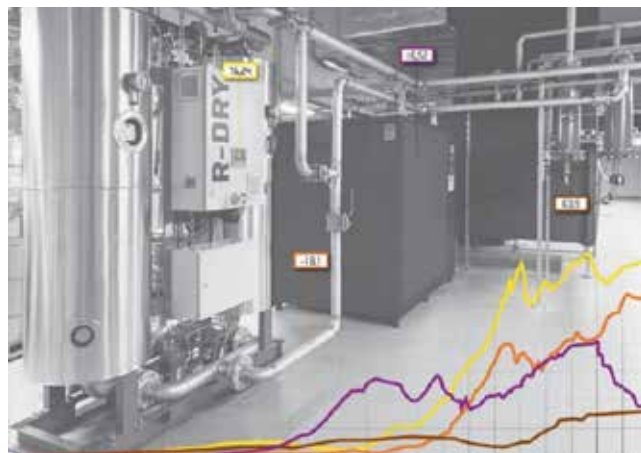
Kakovosten in energetsko učinkovit kompresor z nizko specifično porabo energije (kW/m<sup>3</sup>/min) je osnova za doseganje majhne porabe energije. Pre pogosto pa se učinkovitost in vzdrževanje naprav za pripravo kakovostnega stisnjenega zraka zanemarjata, čeprav predstavljajo do 30-odstotni potencial pri racionalni rabi energije.

$$P_{\text{spec}} = \frac{\text{poraba električne energije}}{\text{dobava stisnjenega zraka}} \quad (\text{kW/m}^3/\text{min})$$

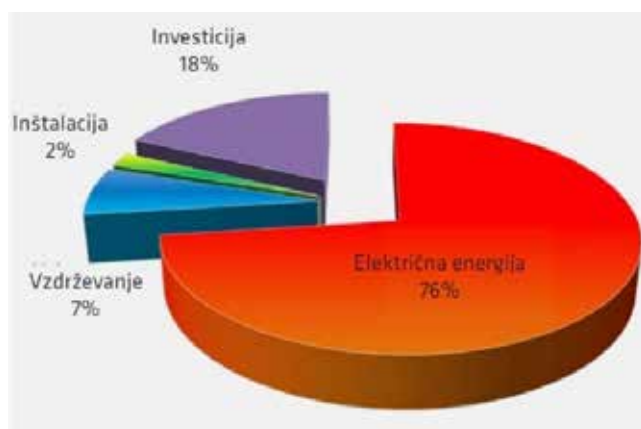
*Oddelek analitike sistemov stisnjenega zraka v podjetju OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana, na podlagi meritev poda energetsko analizo sistema in oceno trenutnega stanja, ki sta osnova za korektivne ukrepe.*

## 2 Sistematično načrtovanje stroškov

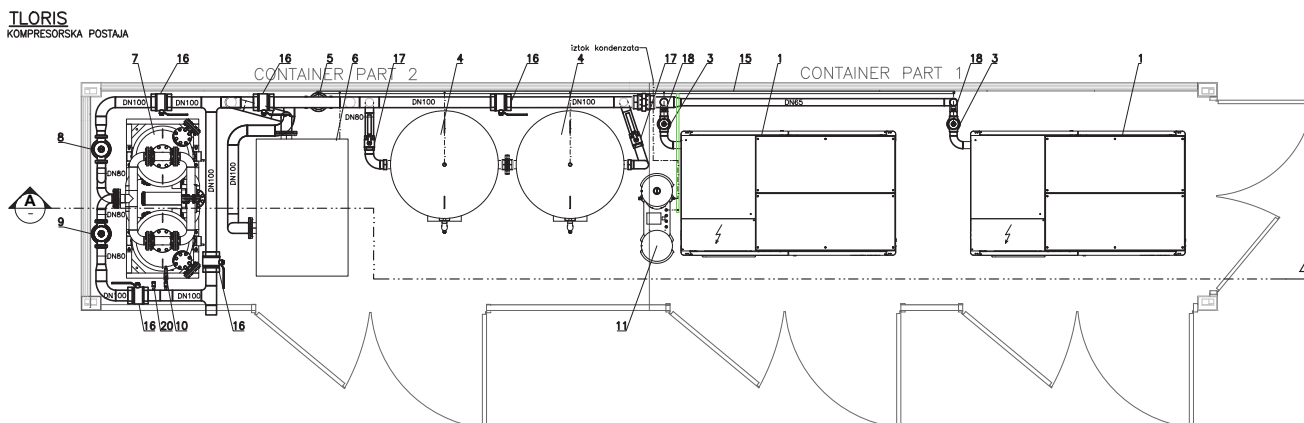
Vsak sistem s stisnjenim zrakom je individualni projekt z unikatnimi zahtevami in obratovalnimi pogoji. Ker je proizvodnja stisnjenega zraka draga, lahko



Slika 1 : Kompresorska postaja in merilna mesta



Slika 2 : Razdelitev stroškov sistema stisnjenega zraka



Slika 3 : Tloris kompresorske postaje

pomanjkanje izkušenj pri projektiranju sistema povzroči znatno povišanje obratovalnih stroškov. Vsaka najmanjša napaka, kot na primer že višji padec tlaka v sistemu, lahko povzroči dodatne stroške in s tem manjšo učinkovitost sistema. Z ustreznim načrtovanjem, uporabo in vzdrževanjem je mogoče prihraniti tudi do 25 % energije (slika 1).

Zasnova nove kompresorske postaje zahteva natančne informacije o potrebni količini stisnjenega zraka, ki bodo služile kot osnova za določitev posameznih komponent sistema s stisnjnim zrakom.

### 3 Načrtovanje kompresorske postaje

Pravilno in optimalno načrtovanje je potrebno razdeliti v štiri korake:

#### 1. Določitev dejanskih potreb sistema

Sistem je potrebno pričeti z analizo zahtev končnih uporabnikov, ki določajo vse ključne parametre stisnjenega zraka:

- ▶ pretok,
- ▶ obratovalni tlak,
- ▶ obratovalna temperatura,
- ▶ vsebnost olja v zraku,
- ▶ vsebnost trdnih delcev v zraku,
- ▶ vsebnost vode v zraku,
- ▶ vsebnost bakterij v zraku,
- ▶ faktor istočasnosti obratovanja.

#### 2. Meritve obstoječih parametrov stisnjenega zraka

Natančno izmerjeni podatki izkazujejo obstoječe stanje in so osnova za izboljšave:

- ▶ poraba stisnjenega zraka,
- ▶ poraba električne energije,
- ▶ točka rosišča,
- ▶ kakovost zraka skladno z ISO 8573-1,
- ▶ generiran tlačni padec skozi naprave.

#### 3. Simulacija z novimi napravami z nizko specifično porabo energije in nizkimi tlačnimi padci

Simulacijo in analizo izvedejo za to usposobljeni strokovnjaki, ki opredelijo realno napoved prihranka energije z novimi energetsko učinkovitimi napravami.

#### 4. CAD-načrtovanje in projektiranje

Podjetje OMEGA AIR in njegov oddelek za industrijski Inženiring izvedeta za naročnika načrt rekonstrukcije od idejne zasnove do projekta za izvedbo in projekta izvedenih del strojnih instalacij tako kompresorske postaje kot celotne distribucije stisnjenega zraka v tovarni.

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana, ima široko znanje o teh procesih ter različna orodja, s katerimi analizira in posledično racionalizira vaše stroške.

V naslednji reviji v avgustu vam bomo predstavili 2. del energetske analize kompresorskih sistemov, v kateri bodo podrobneje predstavljeni korektivni ukrepi za izboljšanje sistemov s stisnjnim zrakom.

[www.omega-air.si](http://www.omega-air.si)



**Vijačni kompresorji**  
**Hladilniški in adsorpcijski sušilniki**  
**Generatorji dušika in kisika**  
**Hladilniki vode**



**OMEGA**

**AIR**

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

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

[info@omega-air.si](mailto:info@omega-air.si)

Cesta Dolomitskega odreda 10  
SI-1000 Ljubljana, Slovenija  
[www.omega-air.si](http://www.omega-air.si)



# PRIPRAVLJENOST NA PRIHODNOST IN INDUSTRIJO 4.0

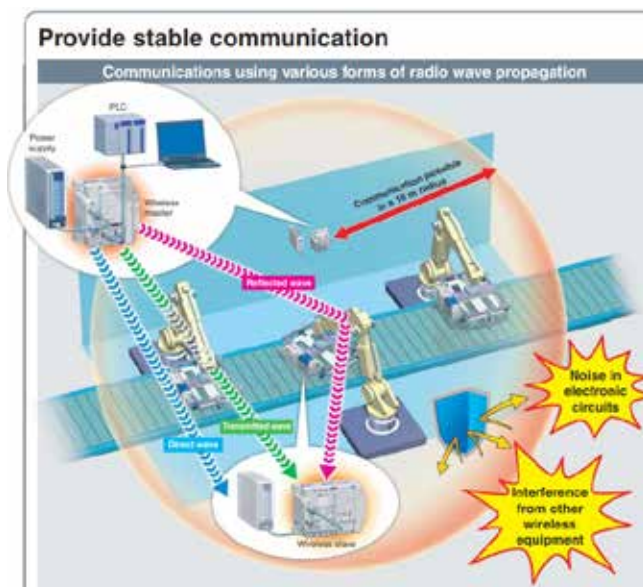
## 1 Uvod

V industriji se je uveljavila nova filozofija z mnogo imeni, kot so: tovarna prihodnosti, digitalizacij in nenazadnje industrija 4.0. Vsem naštetim konceptom sta skupni povezljivost in sledljivost.

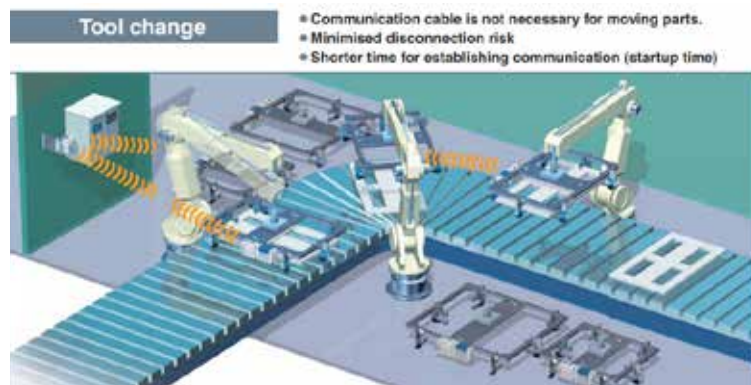
S kibernetiko-fizičnim proizvodnim sistemom pridobimo predvsem mobilnost podatkov, če parafraziramo: naročilo potuje neposredno od kupca do stroja. Tu se izognemo človeškemu faktorju in morebitnim napakam. Hkrati imamo sledljivost tako na komercialni kakor tudi na tehnični strani. Seveda mora stroj na drugi strani omogočati visoko prilagodljivost mehanike in senzorike. Vse skupaj pa mora biti povezano v smiselno celoto, podprto z informatiko. Le tako na koncu dobimo stroj oz. tovarno, grajeno po načelu industrije 4.0.

## 2 EX600 - Wireless

Podjetje SMC si kot dobavitelj komponent za avtomatizacijo ne samo prizadeva slediti željam strank, temveč tudi razvijati nove zanesljive komponente, ki so smerokaz in rešitev pri najtežjih nalogah industrijske avtomatike. Tako lahko z veseljem predstavimo inovativen izdelek, ki olajša in omogoča komunikacijo, kjer do sedaj ni bila mogoča oz. je bila izvedba ekstremno težavna. To je vozlišče EX600 v brezžični izvedbi. Vsi, ki se ukvarjajo z varilnimi



Slika 1 : Uporaba različnih načinov komunikacij



Slika 2 : Brezžična komunikacija EX600-W

aplikacijami, pozicionirnimi postajami, izmenljivimi orodji na robotskih rokah itd. in imajo težave s prenosom digitalnih/analognih ali komunikacijskih signalov, lahko sedaj enostavno, hitro in varno vzpostavijo komunikacijo ob menjavi orodja na robotskih rokah z različnimi konfiguracijami ventilskih otokov ter brezžično in varno komunicirajo z različnimi postajami.

Tako se zmanjšata število kabljskih povezav in vpliv industrijskega okolja nanje. Komunikacija je popolnoma varna in stabilna. Sistem EX600-W deluje v frekvenčnem pasu 2,4 GHz, večina industrijskih naprav, kot so varilni aparati in motorski servosistemi s frekvenčnimi regulatorji, pa deluje pri bistveno nižjih frekvencah. Industrijski protokoli PROFINET in EtherNet/IP™ omogočajo povezljivost v različnih avtomatiziranih sistemih, krmiljenje in nadzor do 1280 vhodov in izhodov. V vidnem polju do 10 m od »master« enote lahko brezžično komunicirajo z do 127 »slave« brezžičnimi enotami. Integrirana funkcija Web server pa nudi oddaljen nadzor nad celotnim brezžičnim omrežjem EX600-W. Primer brezžične komunikacije je prikazan na sliki 1.

## 3 IO-Link

Tudi elementi najnižjega nivoja postrojenja so bili deležni prenove oz. so bili razviti na novo. Elementi, kot so tlačni senzorji, pretočni senzorji, senzorji položaja, ventilski otoki, ... so klasični elementi I/O, kar pomeni, da za komunikacijo z elementi višjega reda (PLC) uporabljajo enostavne signale, imenovane tudi I/O. Tu v preteklosti ni bilo potrebe po komunikaciji, saj so informacije na takšni senzorski načeloma omejene na JE in NI, npr. tlačno stikalo

pove, ali tlak je ali ga ni. Čez čas se je pokazalo, da pri normalnem delovanju ni potrebe po sofisticirani izmenjavi podatkov, popolnoma drugače je pri vzdrževanju in menjavi takšnega elementa, kajti oseba, ki menja, npr. tlačno stikalo, mora biti usposobljena nastaviti novo stikalo, da bo delovalo identično kot staro. Tu se že zarišejo morebitne napake in težave. Zaradi tega je bil razvit protokol nižjega reda, prilagojen predvsem elementom, ki so do sedaj delovali izključno v načinu I/O. Imenujemo ga IO-Link.

S senzori z IO-Link je upravljalcu omogočen dostop do najnižjega nivoja postrojenja. Diagnoze, parametriranje in informacije o senzoru so sedaj dostopne z minimalnimi napori, kar omogoča konstantno spremljanje stanja naprave. Visokozmogljiva točkovna komunikacija IO-Link temelji na preverjenem trivodnem priklopu senzorjev brez dodatnih zahtev po novih vodnikih. IO-Link tako ni Field-bus, temveč zadnja razvojna stopnja preverjene komunikacije. Torej gre za serijsko, dvo-smerno, točka-točka povezavo za prenos signala in energije.

Težavno parametriranje senzorjev v preteklosti postane z IO-Linkom popolnoma enostavno, kajti parametri sensorja so že naloženi v nadrejenem sistemu in se ob menjavi prenesejo na senzor. Ravno tako za parametriranje ni več potreben fizični stik s senzorjem, to se lahko uredi na daljavo preko krmilnika (PLC-ja) z višje rangiranim komunikacijskim sistemom.

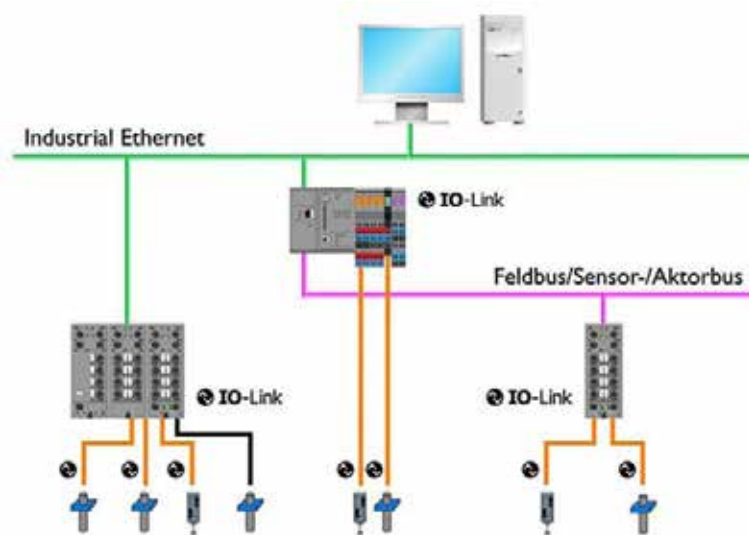
Te lastnosti senzorjev z IO-Linkom omogočajo:

- ▶ optimizacijo proizvodnega procesa s pomočjo komunikacije v najnižji nivo postrojenja,
- ▶ krajši čas montaže in zagona,
- ▶ dvig učinkovitosti naprave,
- ▶ znižanje stroškov vzdrževanja,
- ▶ prediktivno vzdrževanje.

Lep primer takšnega sensorja je senzor D-MP, naj-novejši senzor položaja batnice pnevmatskega valja (slika 4). Položaj batnice aktuatorja se pretvori v analogni izhodni signal, in sicer napetostni 0-10 V in tokovni 4-20 mA. Merilno območje je od 0 mm



Slika 4 : Uporaba senzora D-MP pri pnevmatičnem valju



Slika 3 : Dostopanje do senzorjev preko povezav IO-Link

do 200 mm. Funkcionalnost D-MP je tudi v tem, da se lahko z enim senzorjem nadomesti več običajnih senzorjev, s čimer se zmanjša število potrebnih komponent. Ker je združljiv z IO-Link, D-MP omogoča operaterjem dostop do podrobnih podatkov in zaznavanje morebitnih težav z internimi opozorili o napakah. Njegova zasnova plug & play z manj zahtevane strojne opreme je stroškovno in delovno učinkovita in zmanjšuje tveganje za napake pri programiranju.

Preklopna točka ponuja izhoda NO in NC ter štiri merilne načine – enojno nastavljivo stikalo, stikalo (reed), okenski način in dvojno nastavljivo stikalo.

S tem nivojem funkcionalnosti in nadzora je D-MP primeren za široko paleto aplikacij, kot so meritve različnih parametrov, vključno z razlikovanjem po dolžini in širini ali globino vdelenih lukenj.

Certifikat IP67 mu zagotavlja robustnost in odpornost na agresivna okolja.

## 4 Zaključek

Podjetje SMC se je pripravilo na digitalno prihodnost oz. v njej že »živi«. Z razvojem novih izdelkov želi utrditi primat na področju novih tehnologij v avtomatizaciji ter hkrati ponuditi uporabniku opremo, ki jo potrebuje oz. jo bo potreboval pri izdelavi strojev in tovarn po načelu industrije 4.0.

### Vir:

SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7 T, 8210 Trebnje, tel.: +386 7 3885 421 M.: +386 40 471 006, faks: +386 7 3885 415, e-pošta: prodaja@smc.si, internet: www.smc.si, www.smc.eu, g. Marko Omerzu

# JEAN BATTEN – GRETA GARBO

## SINJEGA NEBA

Aleksander Čičerov

Večkrat smo z našimi prispevki o znamenitih pilotkah in pilotih segli tudi v zgodovino letalstva. Tokrat bi radi predstavili Greto Garbo sinjega neba, kot so imenovali Jean Batten, Novozelanko, lepega videza in odlično pilotko.



*Jean Gardner Batten*

Jean Gardner Batten se je rodila 15. septembra 1909 v Rotorui na Novi Zelandiji. Čeprav je bila slavna, je njena smrt zavita v tančico skrivnosti. Umrla naj bi 22. novembra 1982 na Palma de Majorci.

Jean je sprva hotela postati pianistka. Toda polet, ki sta ga opravila Ross in Keith Smith (Velika Britanija-Avstralija, 1919), in solo polet Charlesa Kingsforda Smitha, ki ji je ponudil prvi polet z letalom, sta jo prepričala, da opusti idejo o pianistični karieri in postane pilotka. Oče je nasprotoval njeni želji. Mati pa je odšla z njo v Veliko Britanijo, kjer je Jean pridobila pilotsko licenco in v londonskem letalskem klubu začela načrtovati polet iz Anglije v Avstralijo.

**Mag. Aleksander Čičerov**, uredništvo revije VENTIL, UL FS

Prva dva poizkusa sta bila neuspešna, leta 1934 pa je končno uspela. Postala je prava senzacija v letalskih krogih. Leta 1936 je uresničila svojo veliko željo leteti sama iz Anglije do Nove Zelandije. Ogromno razdaljo je premagala v 11 dneh ter za to prejela že drugo Harmon Trophy<sup>1</sup>. Prvo si je delila z Amelio Earhart, ki smo jo že predstavili v VENTIL-u.

Med drugo svetovno vojno ni uspela dobiti službe, odpovedala se je letenju in sčasoma postala samotarka. Z materjo sta živeli na Majorki in le občasno se je pojavljala v javnosti. Leta 1937 je izdala knjigo *My Life* (Moje življenje).

Jean Batten je polet, dolg 14.224 milj, opravila v 11 dneh in 45 minutah. 44 let je trajalo, da je bil ta čas premagan! Letela je z letalom Percival Vega Gull G-ADPR. To majhno enosedežno letalo jo je naredilo slavno, eno največjih žensk letalk vseh časov. Njeni poleti so bili navigacijsko natančni, doseženi brez radijske zveze, uporabljala je le zemljevid, uro in preprost magnetni kompas.

Po materini smrti je Jean ostala na Majorki sama in 22. novembra 1982 tam tudi umrla. Pokopali so jo na pokopališču, kjer so pokopavali občinske reveže, čeprav je njeno premoženje znašalo v trenutku smr-



*Njeno letalo Percival Vega Gull G-ADPR*

<sup>1</sup> To nagrado so prejeli mnogi odlični piloti, pilotke in astronauti; podrobnosti glej v [https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Harmon\\_Trophy\\_winners](https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Harmon_Trophy_winners) <19. 5. 2020>, [https://en.wikipedia.org/wiki/Harmon\\_Trophy](https://en.wikipedia.org/wiki/Harmon_Trophy) <19. 5. 2020>.



ti 100 000 funtov. Njeno ime kot tudi imena preostalih 150 umrlih niso zapisana na grobu. Svet še nadaljnjih pet let ni vedel za njeno usodo.

Njena želja je bila, da bi njene posmrtno ostanke prepeljali v London na kremiranje, pepel pa odpe-

ljali v Auckland in ga zakopali na tamkajšnjem mednarodnem letališču. To ni bilo mogoče, toda spomin na Jean Batten – Greto Garbo sinjega neba, še živi na aucklanskem mednarodnem letališču, kjer je pod stropom mednarodnega terminala Jean Batten obešen njen Percival Vega Gull G-ADPR.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Za podrobno seznanitev z življenjem Jean Batten ter njenimi letalskimi dosežki priporočam njeno knjigo My Life, veliko podatkov pa je tudi na spletu.

## OGLAŠEVALCI

- |   |  |
|---|--|
| ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana.....209, 229        | ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana..... 205                         |
| ▶ CINKARNA, d. d., Celje .....179                         | ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... 153, 225               |
| ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....161                     | ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin ...153, 234            |
| ▶ DOMEL, d. d., Železniki.....197                         | ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.)<br>Novo mesto.....153 |
| ▶ Eles+GANter GmbH, Brunn am<br>Gebirge, Austria..... 199 | ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri.....153, 154            |
| ▶ FESTO, d. o. o., Trzin..... 153, 236                    | ▶ POMURSKI SEJEM, d. o. o., Gornja Radgona .....207          |
| ▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart .....214                    | ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana .....153, 156            |
| ▶ ICM, d. o. o., Vojnik ..... 213, 219, 235               | ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....165, 198                 |
| ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija ..... 210           | ▶ SLOVENSKO DRUŠTVO ZA<br>TRIBOLOGIJO, Ljubljana.....219     |
| ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi.....215             | ▶ STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ .....193            |
| ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana .....167                     | ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana .....232                        |
| ▶ La & Co., d. o. o., Limbuš ..... 153, 217               | ▶ UL, Fakulteta za strojništvo ..... 185, 192, 221           |
| ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje .....153            | ▶ VZMETI, d. o. o., Gorišnica ..... 220                      |
| ▶ NUMIP, d. o. o., Ljubljana .....185                     |  |

### 3. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

<https://iktem.si> ■ 18. junij 2020

Zaradi Covid-19 pandemije konferenca **IKTEM 2020** ne bo izvedena, bomo pa izdali Zbornik predavanj **IKTEM 2020**, ki ga bodo **brezplačno** prejeli vsi prijavljeni udeleženci, reviji **Svet elektronike in Svet mehatronika** pa bosta Zbornik predavanj **IKTEM 2020** poslali vsaka po svoji bazi kontaktov.

konferenca **IKT  
EM**



#### Teme IKTEM konference so:

- Premagovanje izzivov v načrtovanju TIV za prihajajoče zahtevne aplikacije (5G, hitri SDRAMi, hitri video signali)
- IoT CAT M predavanje in Hands-on delavnica
- Meritve s sodobnimi merilnimi instrumenti za 5G frekvence, predavanje in delavnica
- Programiranje Android naprav predavanje in Hands-on delavnica
- Predstavitev zmožnosti FreeCad programske opreme
- Programiranje Jetson razvojne plošče, zajem in obdelava podatkov z učenjem nevronske mreže in pa machine learninga
- Primeri dobre prakse iz področij IKT, elektronike in mehatronike

# BENJAMYN I. SCOTT: AVIATION CYBERSECURITY: REGULATORY APPROACH IN THE EUROPEAN UNION

Čeprav je civilno letalstvo sorazmerno varen način prevoza ljudi, tovora in pošte, ne moremo mimo ugotovitve, da je bilo že zelo zgodaj tarča ogrožanja. Začelo se je z ugrabitvami, nastavljanjem eksplozivnih sredstev v letala, napadi na letala z orožjem, uporabo letal kot orožjem, danes pa imamo opravka s kibernetскими napadi nanje. Kibernetška varnost v civilnem letalstvu je poleg drugega postala glavna skrb vseh, ki se poklicno ukvarjajo z letalstvom. Kibernetška varnost ne pozna mej in ne loči med članicami in tistimi, ki so zunaj ICAO.

Avtor te knjige je strokovnjak na področju kibernetške varnosti v letalstvu. O tem je veliko pisal in tudi doktoriral je na to temo na Univerzi v Kölnu. Njegovo delo Kibernetška letalska varnost: Zakonsko urejanje v Evropski uniji temelji predvsem na zakonodaji EU, upošteva pa tudi napore ICAO za preprečevanje kibernetških napadov na civilno letalstvo.

Knjiga je razdeljena na tri poglavja s sklepnim delom, predstavitevijo avtorja, nekaj tabelami in številkami in zelo koristnim indeksom.

V prvem poglavju, ki obsega 41 strani, se bralec seznanja s primerom Roberts (Chris Roberts, kibernetški svetovalec), ki se je javno hvalil, da je bil sposoben nadzorovati delovanje letalskih motorjev na poletu United Airlines v New York (2015), ter zaključi s trditvijo, da Čikaška konvencija in njenih 19 aneksov ni dovolj za urejanje kibernetške obrambe.

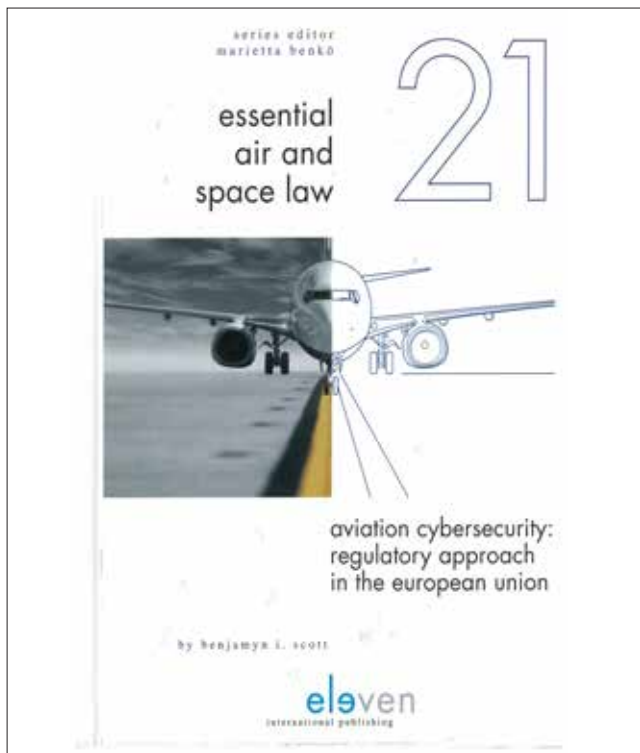
Avtor v nadaljevanju definira **kibernetško varnost kot vrsto ukrepov za odstranitev ali zaščito ranljivosti za kibernetške napade oziroma ublažitev škode, ko se zgodi kibernetški napad**. Pojasni tudi, kaj pomeni **kibernetški napad**, ki je uspešen ali neuspešen poizkus napadalca, da dobi dostop do sistemskih storitev, virov, podatkov ali informacij ali poizkus ogrožanja sistemske integritete. To pa pomeni tako elektronsko kot tudi fizično ogrožanje kot enkratno ali večkratno dejanje.

Prvi kibernetški napad se je zgodil 10. marca 1997 v ZDA. To je bil napad na telefonsko družbo, ki je servisirala, med ostalim tudi letališče Worcester v Massachusettsu. EASA poroča, da so letalski sistemi od leta 2016 povprečno 1000-krat vsak mesec žrtve kibernetških napadov! (Glej tabelo na straneh 7–9.) Seveda pa bi bilo nestrokovno trditi, da je povečanje kibernetških napadov le rezultat razvoja kibernetške tehnologije. Tudi samo letalstvo ima nekaj šibkih točk mehanične narave, električne in elektronske tehnologije. V letalstvu je bilo spočetka v pilotski ka-

bini zelo malo instrumentov. Z razvojem letalstva pa so mehanični instrumenti nadomeščeni z elektroniko (avtopilot, naprave za samodejno nastavitve moči motorja, usmerjevalnik leta, vremenski radar, navigacijski instrumenti, sistemi za opozarjanje in podobno). Po letu 1980 v pilotski kabini prevladuje elektronika (uvajanje računalnikov). Prav to pa omogoča kibernetške napade. Računalniki na krovu letala, zemeljska infrastruktura na letališčih, prodaja kart online in vodenje pisarn, pa še ATC in ANS. To pa še ni dovolj, upoštevati velja še povezavo z internetom (z avtomobili, cestnimi lučmi, hladilniki, urami in letali). Vse to pa povečuje ranljivost letalstva in letalskih sistemov (avtopilot, avtomatsko pristajanje, sistem za izogibanje trčenj, sistem za opozarjanje pred trčenji na zemlji, letališki prtljažni sistemi in brezpilotna letala). Avtor opozarja, da je vedno več motivov, ki ženejo storilce h kibernetским napadom. Avtor nadaljuje z navajanjem metod, ki jih uporabljajo kibernetški napadalci, opredeli kibernetške žrtve, kibernetške napadalce – osebe ali skupine oseb, ki namerno direktno ali indirektno izvajajo kibernetški napad.

V drugem poglavju nas avtor seznanja z zakonsko ureditvijo v EU na področju kibernetške varnosti v letalstvu. Pred letom 2013 so bili napor držav članic EU in same EU fragmentarni. 7. februarja 2013 pa je EU sprejela Kibernetško strukturo EU za odprt, varen in zaščiten kibernetški prostor. Kibernetška struktura je bila dopolnjena septembra 2017, a se neposredno ne nanaša na letalsko industrijo. Omenja jo le posredno kot del prometa. V Talinu je bilo 29. septembra 2017 organizirano srečanje Tallinn Digital Summit, ki je v okviru EU vneslo enoten digitalni trg. Pristojnosti EU na letalskem področju so zapisane v 4. členu TFEU (Pogodba o delovanju EU). Ker je letalski transport področje deljenih pristojnosti, imajo države članice pristojnost razvijati nacionalna pravila za letalsko varnost povsod tam, kjer o tem pravo EU molči. V EU urejajo letalsko varnost EASA (Evropska agencija za letalsko varnost) in JAA (Skupne letalske oblasti). EASA s predpisi, kot je na primer

<sup>1</sup> Konvencija o mednarodnem civilnem letalstvu (ICAO).



R 216/2008. Sredi leta 2016 je EASA začela z neposrednim urejanjem kibernetске varnosti, ki je dobila konkretne oblike na 1. sestanku držav članic v Belgiji (26. maj 2016), delavnico v Kölnu julija 2016 in Rule making Task RMT.0648. Delo je dobilo nadaljevanje v Bukareštanski deklaraciji (november 2016), ki je v prvi vrsti poudarjala koordinacijo (splošno v Evropi, EASA koordinira evropske akcije, da ne bo podvajanja in napak). Sledi Krakowska deklaracija, ki natančno opredeli vlogo EASE. Pojavi se ENISA (Evropska agencija za kibernetско varnost). Avtor v nadaljevanju opozori na razlikovanje med varnostjo (angl. safety) in varovanjem (angl. security). Pojmovna zmeda otežuje poenotenje naporov v korist enotnega boja za kibernetско varnost/varovanje. EU temelji letalsko varnost na dokumentu ECAC 30, ki je leta 1985 vzpostavil prve poenotene standarde za varovanje v letalstvu v Evropi. V bistvu Dokument ECAC 30 odseva Aneks 17 ICAO. Ker pa ECAC nima zakonodajne moči, ta dokument nima zavezujoče pravne veljave in mu zatorej primanjkuje mehanizma za pravno uveljavitev. Marca 2008 dokument R300/2008 polno uveljavi letalsko varovanje v Evropi. Sledi predstavitev Civilne evropske letalske konference ECAC, ki je imela velik vpliv na letalsko varovanje.

Tretje poglavje nas seznanja z mednarodno zakonsko ureditvijo kibernetске varnosti. ICAO aprila 2017 v Dubaju predstavi Deklaracijo o kibernetskem varovanju v civilnem letalstvu. Dokument ne zavezuje držav članic, vendar jasno izraža zavezanost in enotnost transportnega sektorja za doseg učinkovitega zavračanja kibernetike. Sledi avtorjev prikaz uporabnosti Čikaške konvencije v odnosu do kibernetских napadov. Avtor zastopa stališče, da je Čikaška konvencija, ki je nastala pred 75 leti, še vedno vir navdih in podlaga za ureditev tudi nove nevarnosti

v obliki kibernetских napadov na civilno letalstvo. Čeprav imamo ob branju Čikaške konvencije težave s posameznimi inštituti, je vendarle mogoče trditi, da je pojem kibernetskega napada na letalo vgrajen vanjo. Čikaška konvencija in njeni aneksi določajo pojme 'letalo', 'letališče', 'licenciranje letalskega osebja', 'storitve zračnega prometa' in podobno. Avtor se opredeli tudi do razlikovanja med civilnimi in državnimi letali ter odnosi v času vojne in sile. Čeprav pojma 'kibernetски napad' v Čikaški konvenciji ne najdemo, velja analizirati nekatere njene člene in anekse h konvenciji. Ko avtor omenja 'orožje', predstavi obširno razpravo v zvezi s sprejemom dopolnitve Čikaške konvencije s 3. bis členom, ki določa, da se mora vsaka država vzdržati uporabe orožja proti civilnemu letalu med letom. Pri tem opozori, da (ne)definicija 'orožja' v Čikaški konvenciji (3. bis člen) nikakor ne pomeni, da take definicije ni. Nasprotno, poiskati jo je treba v drugih mednarodnih aktih (Ustanovna listina Združenih narodov, mednarodne letalske konvencije in podobno). Po predstavitvi relevantnih členov Čikaške konvencije, ki bi jih lahko razumeli kot napotilo na kibernetске napade, avtor opredeli še anekse k Čikaški konvenciji, ki bi se lahko nanašali na te napade. Vprašanje je, ali je ICAO razvila v 19 aneksih take standarde in priporočeno prakso, ki se nanašajo na kibernetске napade in njihovo preprečevanje. Težava je v tem, ali kibernetски napad ali poizkus takega napada lahko štejemo za 'nezakonito vmešavanje'. Avtor nadaljuje prikaz z opredelitvijo organov ICAO (cilji in načela, resolucije Generalne skupščine ICAO). Zaradi naraščajočega trenda kibernetских napadov je bil ustanovljen Evropski inštitut za izobraževanje o letalski varnosti (EASTI), v sekretariatu ICAO pa Študijska skupina Sekretariata za kibernetско varovanje. Ustanovljene so bile tudi posebne skupine v okviru letalske industrije, letališč, organizacij za vodenje letal, znotraj EUROCONTROL-a, IATE itd. Posebej velja opozoriti na mednarodne konvencije, ki so nastale v okviru ICAO: Tokijska konvencija (1969), Haaška konvencija (1970), Montrealska konvencija (1971), Montrealski protokol (1988), Pekinška konvencija (2010) in Pekinški protokol (2010), Montrealski protokol (2014), konvencije o odgovornosti, Kibernetška konvencija Sveta Evrope (2001).

V zaključkih se avtor sprašuje, ali je trenutni zakonski pristop EU ustrezen ali ne. Prva ugotovitev je, da Čikaška konvencija ni bila napisana tako, da bi že preprečevala kibernetске napade na civilno letalstvo. Kljub temu pa lahko rečemo, da so členi 3. bis, 4., 5. in 6. Čikaške konvencije relevantni za boj proti kibernet-skim napadom. Upoštevati pa je potrebno tudi vseh 19 aneksov! Bolj ali manj je tudi jasno, da ICAO ne bo podpirala nastanka neke nove mednarodne konvencije, ker primanjkuje volje držav članic za sprejem neke nove konvencije s področja kazenskega prava. Morda pa se to le zgodi po uveljavitvi Pekinške konvencije in protokola. To delo je vsekakor dobra podlaga za razmislek tako na nacionalnem (v pripravi je nov Zakon o letalstvu RS) kot na mednarodnem nivoju, kako se zakonsko lotiti preteče nevarnosti. Zal.: eleven international publishing, ISBN: 978-94-6236-961-0, 2019.



## JEAN-PIERRE OTELLI: CATASTROPHES AÉRIENNES – LES PASSAGERS ONT LE DROIT DE SAVOIR

Ko pride do letalske nesreče, je včasih zelo težko ugotoviti razloge zanjo. Tako meni avtor knjige sicer profesionalni pilot z več kot 10.000 urami letenja. Delo, ki ga predstavljamo, ponuja opise 14 letalskih katastrof.



Otelli najprej predstavi zgodbo nesrečnega Boeinga 747 na poletu iz New Yorka (letališče JFK) na letališče Charles de Gaulle v Parizu. Tehnična na-

paka je preprečila nadaljnji polet. V drugi zgodbi avtor predstavi požar na DC9-32. Sledi zgodba o nesreči letala A320, ki je končalo svoj polet na gori Sainte-Odele blizu Strasbourga. Na letališču Orly je bila stavka. Zgodba o usodi A320. Letalo etiopske letalske družbe je strmoglavilo 23. novembra 1996 v morje. Ugrabljen letalo je s 350 km/h treščilo v morje, ugrabiteljev med potniki niso prepoznali in zadeva je bila zaključena. Naslednja zgodba predstavi nesrečo Boeinga 707, ki je imel težave zaradi goriva. To je bilo tovorno letalo, ki je prevažalo 40 t tovora. Zgodba, ki sledi, je v stilu: »Ali je pilot v letalu?« Zakaj se je zrušilo letalo? Zgodba 4. oktobra 1992 nas popelje na Schiphol, amsterdamsko letališče. Nesreča nad Miamiem je vsebina naslednje zgodbe. Posadka zanjo ni bila kriva. Borila se je do zadnjega diha. Morda najbolj pretresljiva zgodba je sestrelitev KAL007 nad Sahalinom. Zgodila se je 30. avgusta 1983, posledica pa je bila, da je Skupščina ICAO sprejela dopolnitev Konvencije o mednarodnem civilnem letalstvu s 3. bis členom, ki prepoveduje uporabo orožja proti civilnemu letalu med letom. Kaj se lahko zgodi, ko je v zraku dim? O tem pripoveduje naslednja zgodba, ki je vzrok velikega požara v Indoneziji (26. 9. 1997). Tudi turbulence v zraku imajo svoje zgodbe. Kako jih zaobiti in srečno ter varno prileteti na cilj? Za konec pa še pristane na trebuhu DC9-32. Kolesa se niso spustila. »La glissade sur le ventre paraît interminable!«

Otelli je zgodbe opremil s prepisi pogovorov med kontrolo poletov in letali. Shrljivo in poučno za profesionalce.

*Založba Altipresse, 1998, 345 strani*



© Ventil 26(2020)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 26(2020)3. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Internet: <http://www.revija-ventil.si>  
E-mail: [ventil@fs.uni-lj.si](mailto: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** 26  
Year **Letnica** 2020  
Number **Številka** 3

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:**

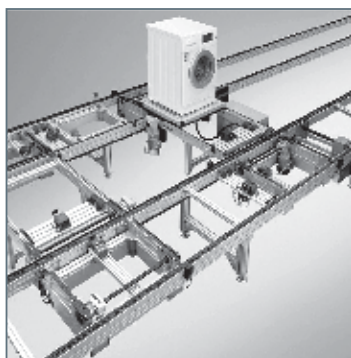
- ▶ prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
- ▶ prof. dr. Ivan BAJSIČ, Univerza v Novem mestu, Fakulteta za strojništvo
- ▶ doc. dr. Andrej BOMBAČ, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Peter BUTALA, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
- ▶ doc. dr. Edvard DETIČEK, FS Maribor
- ▶ prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
- ▶ mag. Franc JEROMEN, GZS – ZKI-FT, je upokojen
- ▶ prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
- ▶ prof. dr. Peter KOPACEK, TU Dunaj, Avstrija
- ▶ mag. Milan KOPAČ, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
- ▶ prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
- ▶ izr. prof. dr. Santiago T. PUENTE MÉNDEZ, University of Alicante, Španija
- ▶ doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ prof. dr. Gojko NIKOLIČ, Univerza v Zagrebu, Hrvaška
- ▶ izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
- ▶ dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
- ▶ Martin PIVK, univ. dipl. inž., Šola za strojništvo, Škofja Loka
- ▶ prof. dr. Alojz SLUGA, FS Ljubljana
- ▶ Janez ŠKRLEC, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Poljska
- ▶ 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 5-odstotni davek na dodano vrednost.

**Rexroth****ORGATEX®****LEANPRODUCTS®****BOSCH****OPL**  
automationOPL avtomatizacija, d.o.o.  
Dobrave 2  
SI-1236 Trzin, SlovenijaTel. +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

## ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] **Inteligentna krmilja za fluidnotehnične sisteme** – [www.fluid.de](http://www.fluid.de) – (Pyper, M.: (Smarte Steuerung für fluidische Systeme – SPS zeigt die neuen digitalen Komponenten für Hydraulik und Pneumatik) – Razstavi krmiljenja gibanja (Motion Control) in rešitev z inteligentnimi izdelki (Smart Production Solutions) na predlanskem nürnberškem sejmu industrijske avtomatizacije (30. Internationale Fachmesse der industriellen Automation, Nürnberg, 28. 11. 2019) sta prikazali, kako učinkovito načrtovati in začeti uporabljati fluidnotehnične naprave in sisteme z inteligentnimi krmilji. Sledenje je podrobno predstavil predstavnik aachenskega inštituta za fluidnotehnične pogone in sisteme (Institut für fluidtechnische Antriebe und Systeme, Aachen – ifas) Raphael Alt. V intervjuju je sogovornik avtorja prispevka predstavil teme, kot so senzorika, pridobivanje podatkov, inteligentne sestavine, vmesniki in izmenjava podatkov v okviru pristopov industrije 4.0. V pogovoru so sodelovali tudi predstavniki uveljavljenih podjetij, kot so: Bosch Rexroth, Parker-Hannifin, Weber-Hydraulik Thomas-Group, Claus-Unternehmenskommunikation idr. Dodatne informacije o razstavi dobite na spletnem naslovu: [sps-exhibition.com](http://sps-exhibition.com).
- [2] **Izločanje kondenzata varuje pnevmatične naprave** – [www.hydraulicspneumatics.com](http://www.hydraulicspneumatics.com) – Kondenzirana vlaga v stisnjenem zraku lahko povzroča poškodbe sestavin pnevmatičnih naprav z izpiranjem maziv. Olja za mazanje, pomešana s kondenzatom, pa ob tem zanašajo med občutljive dele sestavin še kovinske delce obrabe, korozije in druge nečistoče ter s tem povzročajo povečanje stroškov vzdrževanja, zastoje pri delovanju naprav in znižanje njihove produktivnosti. Pravilno odvajanje in vgrajevanje odvajalnika kondenzata zato lahko pomembno zmanjša stroške obratovanja naprave. Avtomatično delujoč odvajalnik lahko pravočasno izloča kondenzat in tako zaščiti napravo, sistem, ki deluje s stisnjenim zrakom. Spoznajte delovanje odvajalnikov kondenzata in kako lahko zaščitite vašo pnevmatično napravo s klikom na spletni podnaslov: [bit.ly/HP1219Drains](http://bit.ly/HP1219Drains).
- [3] **Kmetijski stroji vedno bolj gospodarsko učinkoviti!** – [www.fluid.de](http://www.fluid.de) – Landmaschinen arbeiten immer ökonomischer – Precision Farming auf der Messe Agritechnika) – Kako digitalno naj bo kmetijstvo danes? Sejem Agritechnika 2019 je predstavil, kako visoko precizna zaznavala krmilijo hidravlične naprave na kmetijskih strojih in s tem povečujejo njihovo učinkovitost.
- [4] **Merilni sistem za pozicioniranje** – [www.fluid.de](http://www.fluid.de) – (Zienert, D.: Positions Messsystem für Linear Feedback – Baluffs Antwort auf die Anforderungen einer Smart Factory) – Kako se inteligentni merilni sistem za pozicioniranje lahko implementira pri avtomatizaciji inteligentne tovarne, prikazuje uveljavljena tovarna merilne tehnike Baluff.
- [5] **Pazljivost pri izbiri pnevmatičnih filtrov** – [www.fluid.de](http://www.fluid.de) – (Preuß, T.: Augen auf bei der Filterwahl – Interview mit Christian Baer, Atlas CopCo) – Kdor načrtuje pnevmatična omrežja in napravo, mora upoštevati izbiro ustrezne filtrirne tehnike, poudarja produktivni vodja firme Atlas Copco Christian Baer. Saj od nje ni odvisna le kakovost stisnjenega zraka, ampak tudi učinkovitost pnevmatičnih naprav. Pri izbiri filtrov niso pomembni samo njihova učinkovitost, padec tlaka in trajnost, temveč tudi enostavnost vzdrževanja, zamenjave ali čiščenja filterških vložkov.



**16.-18.2.2021**

GR, Ljubljana, Slovenija

**IFAM**

**AVTOMATI  
INTRONIKA**

**Robotics**

**ICT  
4Industry**



powered by

**icm**

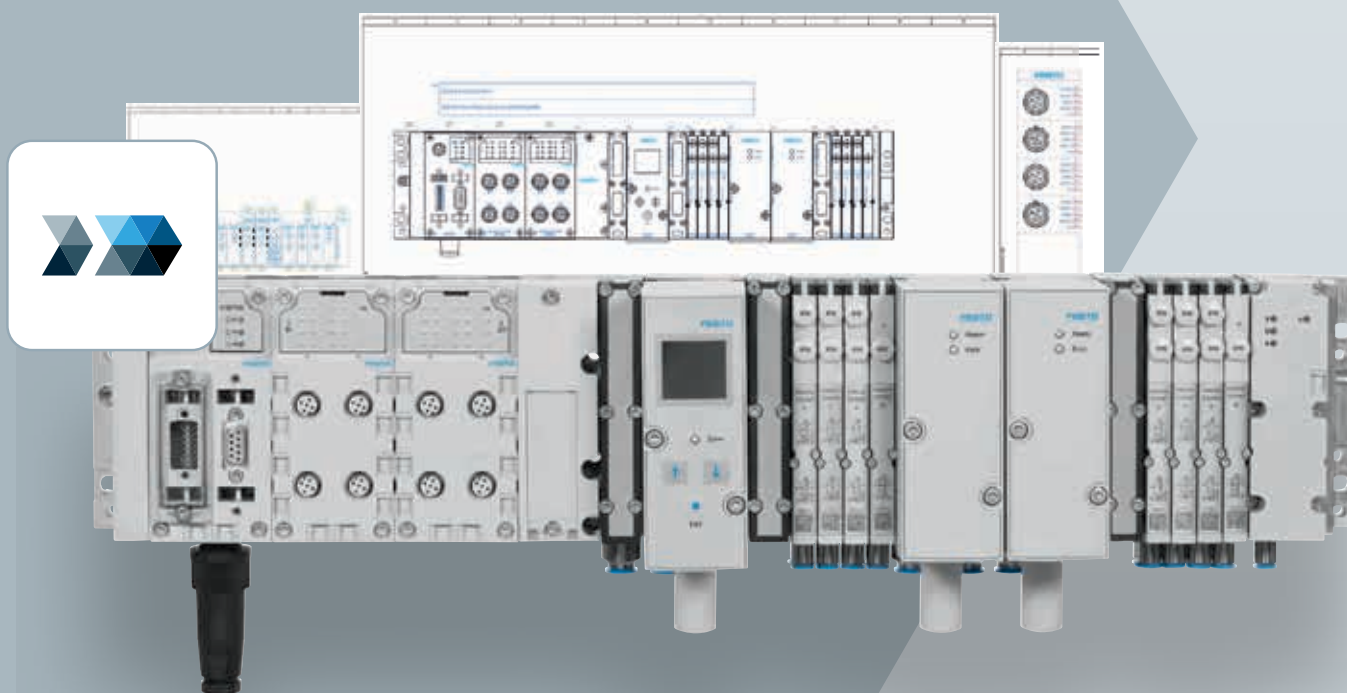
[www.icm.si](http://www.icm.si)

# Postanite digitalni. Zdaj!

#higherproductivity

Shematične rešitve za EPLAN projekte

**FESTO**



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

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

Samo s Festom: Shematična rešitev za projekte EPLAN vam popolnoma samodejno in v najkrajšem času dokumentira konfiguracije, ki ste jih pripravili. Preprosto vnesite kodo naročila in v nekaj minutah prejmete celoten načrt - brez napak in brez težav. Nič več mučnega iskanja, prenašanja in združevanja posameznih makrov.

→ [www.getdigitalnow.com/eplan](http://www.getdigitalnow.com/eplan)

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