

# VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 24 / 2018 / 5 / Ventil

Preizkušanje  
hidravličnih filtrov

Projekt obvladovanja  
investicijskega procesa

Lasersko varjenje  
orodnih jekel

Vezava  
elementov

**DAX**

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

**EPSON**  
EXCEED YOUR VISION



**VT6**



**T6**

- KONTROLER V BAZI ROBOTA  
- RAZVOJNO OKOLJE RC+7

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta *za strojništvo*



**FESTO**

**POCLAIN**  
Hydraulics

**OPL**

**OMMA**  
LUBRICANTS

**Parker**

**IMI**  
Precision Engineering

**MIEL** **OMRON**  
[www.miel.si](http://www.miel.si)

**S3C**  
pneumatika | hidravlika

**OMEGA**  
AIR

**PPT commerce**

# HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

# PODJETNIKI, PODJETNIŠTVO IN POLITIKI



V zadnjih mesecih so pri nas v medijih na udaru podjetniki, njihov kapital, obdavčitev in njihovi dobički. Napad nanje je bil predvsem politično usmerjen in nabiranje političnih točk nekaterih političnih strank. Številni ljudje pri nas še vedno ne razumejo, kaj je podjetništvo. Zelo veliko naših državljanov jih ocenjuje kot pogoltneže, stremuše, egocentrike in celo izkoriščevalce delavcev. Redki so tisti, ki jim priznavajo sposobnost, delavnost, poslovnost, dobronamernost, inovativnost in poštenost. Še manj je takih, ki jim priznajo, da ustvarjajo nova delovna mesta in s tem številnim državljanom izboljšajo standard.

Kaj pa je podjetništvo? To je lastnost človeka, ki ima sposobnost, veselje do samostojnega in svobodnega ustvarjanja novih produktov in storitev ter veselje do trženja svojega dela. S tem osmišlja svoje življenje, svoj bit in svojo pomembnost. Denar, ki ga pri tem dobi, je pri večini pravih podjetnikov drugotnega pomena. Pomemben je predvsem za vlaganje v novo opremo, stroje in širjenje proizvodnje. Nekateri ljudje imajo veselje do športa, nekateri drugi do glasbe, nekateri do kulture na splošno, nekateri do kmetijstva, nekateri uživajo kot učitelji, trenerji in podobno. In nekateri nimajo volje in veselja do ničesar, ampak prav resnično do ničesar; razen do nevoščljivosti, kritiziranja, opravljanja, nerganja in jadikovanja.

V tem spopadu med podjetniki in politiki so bili izpostavljeni številni vidiki podjetništva, podane so bile številne prednosti, ki jih imajo država in državljani od zasebnih podjetij. Omenjeni so bili davki, delo za zaposlene, dodatna podpora raznim neprofitnim ustanovam v okolju, v katerem delajo in drugo.

Vendar moramo tu, v tehniški reviji, ki pokriva širše področje strojništva z zelo velikim številom podjetnikov, poudariti še nekaj, kar do sedaj skoraj ni bilo povedano. To je znanje, ki se ustvarja, razvija in dopolnjuje v teh podjetjih prek formalnih in neformalnih izobraževanj. To so posebna in specialna znanja, ki jih imajo zaposleni, jih prenašajo iz roda v rod in jih ni mogoče dobiti v formalnih šolskih ustanovah.

Zapišemo lahko, da imamo v Sloveniji na širšem področju strojništva enakovredna znanja, kot jih imajo nemška ali druga podjetja v razvitih državah. Prav gotovo tega nismo mogli trditi za leta pred osamosvojitvijo. Takrat smo sicer imeli na primer tovarno kamionov v Mariboru in tudi tovarno gospodinjskih aparatov v Velenju, ki jo imamo še zdaj. Toda trgi, na katerih so se ti produkti prodajali, takrat niso bili zahtevni. Koliko kamionov pa je TAM prodal na zahtevna zahodnoevropska tržišča? Zdaj je večina slovenskih podjetij s svojimi izdelki ali storitvami povsem konkurenčnih drugim svetovnim podjetjem.

Celo več, številna podjetja so na svojih področjih glede kakovosti, zanesljivosti in dizajna vodilna v svetu. To je znano, zato tu ne bom navajal konkretnih imen. V vseh teh podjetjih zaposlujejo slovenske inženirje, tehnike, ki pa se morajo stalno dodatno izobraževati, spremljati razvoj v svetu, obiskovati posvetovanja, konference in sejme. Le z zelo dobrim znanjem, ki ga ni mogoče dobiti s formalnim izobraževanjem, ampak predvsem s samoizobraževanjem zaposlenih, ostaja podjetje konkurenčno in uspešno. Vsa ta znanja so zdaj v slovenskih zasebnih podjetjih izjemno temeljita in so neprecenljive vrednosti. To je več kot materialna vrednost podjetja in več kot vsak dobiček podjetja. Če bodo ta podjetja odšla v tujino ali zaprla svojo dejavnost, bo izginilo tudi znanje. In nihče ga ne bo več na novo ustvaril. To bi se morali zavedati predvsem politiki. A ti žal tega preprosto ne razumejo, ker nikoli niso delali za trg in se nikoli niso soočali s konkurenco pri proizvodnji izdelkov ali storitev!

Pomanjkljivost, s katero se srečujejo naši podjetniki v primerjavi z najbolj razvitim svetom, je produktivnost. Po podatkih OECD-eja je naša produktivnost majhna. To pomeni, da na enoto proizvoda porabimo več časa kot v razvitem svetu. To bi morali izboljšati z uvajanjem avtomatizacije in robotizacije.

Prav to je poslanstvo naše revije. V reviji bi morali objavljati več raznih rešitev iz industrijske prakse, s katerimi bi si lahko pomagala tudi druga podjetja. Samo primer. V naslednji številki bo objavljen članek o robotskem varjenju z laserskim žarkom. To je naprava, ki jo je razvilo slovensko podjetje. Takšen sistem laserske naprave in robota, ki bi jih v slovenski industriji potrebovali kar veliko, na svetovnem trgu stane okoli polovice milijona evrov. To slovensko podjetje pa je takšen sistem izdelalo za manj kot polovico prej navedene vsote.

Z dvigom produktivnosti bomo dvignili bruto dohodek na prebivalca in s tem blaginjo za vse državljane. Ali je kakšna druga pot sploh možna ali primernejša?

*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>TM</sup>  
Process Management



**BETTIS**<sup>TM</sup>

**Dantorque**<sup>TM</sup>

**HYTORK**<sup>TM</sup>

**Shafer**<sup>®</sup>



|  |     |
|--|-----|
| <b>  VENTIL NA OBISKU</b>  |     |
| <b>Janez Tušek</b>   |     |
| Uspešno inovativno in izvozno slovensko podjetje Kovis .....   | 350 |
| <b>  DOGODKI • POROČILA • VESTI</b> .....  | 356 |
| <b>  NOVICE • ZANIMIVOSTI</b> .....  | 372 |
| <b>  HIDRAVLIČNI FILTRI</b>  |     |
| <b>Nejc Čegovnik, Franc Majdič</b>   |     |
| Preizkušanje hidravličnih filtrov - več-prehodni test po standardu ISO 16889:2008 .....                                    | 382 |
| <b>  PROJEKTNO VODENJE</b>   |     |
| <b>Miha Jež, Janez Kušar, Tomaž Berlec</b>   |     |
| Projekt obvladovanja investicijskega procesa .....   | 390 |
| <b>  LASERSKO VARJENJE</b>   |     |
| <b>Janez Tušek, Klemen Pompe</b>   |     |
| Žice za lasersko varjenje orodnih jekel .....  | 400 |
| <b>  VEZNI ELEMENTI</b>  |     |
| <b>Blaž Jelenc, Janez Tušek</b>  |     |
| Vozel – zastarel in le redko uporaben vezni element – ali je uporaben tudi v zdajšnjem času<br>v sodobni industriji? ..... | 406 |
| <b>  AKTUALNO IZ INDUSTRIJE</b>  |     |
| Rotacijsko prijemalni modul EHMD ( <b>FESTO</b> ) .....  | 412 |
| Linearni aktuatorji s koračnimi motorji THOMSON ( <b>INOTEH</b> ) .....  | 413 |
| Linearne pogonske enote za ekstremne razmere ( <b>HENNLICH</b> ) .....   | 414 |
| Decentralizirani modularni sistem EX500 ( <b>SMC Industrijska avtomatika</b> ) .....                                       | 415 |
| <b>  NOVOSTI NA TRGU</b>   |     |
| Fleksibilni sistem z linearnimi osmi HS2 iz podjetja HIWIN ( <b>HIWIN</b> ) .....  | 416 |
| Polnilni komplet za vzdrževanje hidravličnih akumulatorjev – Parker SC-VGU ( <b>PARKER HANNIFIN</b> ) ...                  | 417 |
| Sodelovanje človeka in robotov APAS ( <b>OPL</b> ) .....   | 418 |
| NCB je spojka iz 100 odstotnega nerjavnega jekla za uporabo v vseh sektorjih dejavnosti ( <b>STAUBLI</b> ) ...             | 419 |
| <b>  PODJETJA PREDSTAVLJAJO</b>  |     |
| Preprosto konstruirajte online z orodjem Item Engineeringtool ( <b>INOTEH</b> ) .....                                      | 420 |
| <b>  LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA</b>  |     |
| Literatura - letalstvo .....   | 422 |
| <b>  PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI</b>  |     |
| Zanimivosti na spletnih straneh .....  | 426 |
| <b>  ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE</b> .....  | 424 |

# USPEŠNO INOVATIVNO IN IZVOZNO SLOVENSKO PODJETJE **KOVIS**

Janez Tušek

Slovenska industrija je resnično izjemno kakovostna, razvojna, inovativna in konkurenčna najbolj razvitim državam. Večina teh uspehov je bila dosežena v zadnjih dveh desetletjih. Vedno znova sem presenečen, ko spoznam novo podjetje, nastalo z razvojem in inovativnostjo lastnih zaposlenih in seveda inovativnih lastnikov. Zelo smo srečni, da imamo zelo veliko podjetnikov, ki jim je podjetništvo veselje, hobi in način življenja. Eno takšnih podjetij je tudi Kovis, d. o. o., iz Brezine pri Brežicah. Izjemno sem vesel, da ga lahko predstavimo našim bralcem.

Spoštovani gospod Alen Šinko, direktor podjetja Kovis, d. o. o., prosim vas, da za bralce revije VENTIL odgovorite na nekaj vprašanj, da bolje spoznamo vaše zelo uspešno podjetje, dejavnost, poslanstvo in pomen vašega podjetja v lokalnem, slovenskem in globalnem prostoru.



*Kovis – upravno, proizvodna stavba*

**Ventil:** Prosim, da na kratko predstavite vaše podjetje, njegovo zgodovino, ustanovitelje, dejavnost, število zaposlenih, vaše trge, kupce in podobno. Katera tuja podjetja zastopate in katerim podjetjem oziroma dejavnostim so vaši proizvodi namenjeni?

**Alen Šinko:** Kovis je mednarodno inovativno podjetje s sedežem v Brežicah, ki proizvaja visoko kakovostne proizvode za železniška vozila. Posebej se je podjetje mednarodno uveljavilo s proizvodnjo zavornih diskov za vse vrste železniških vozil: od lokomotiv, tramvajev, metrojev pa vse do hitrih

vlakov. Poleg zavornih diskov je Kovis tudi največji proizvajalec ležajnih ohišij v Evropi.

Strokovnost, izjemno široko obvladovanje obdelave in livarstva, dolgoletne izkušnje, inovativni pristop, uporaba sodobnih tehnologij in opreme nam omogočajo, da svojim naročnikom zagotovimo zelo zahtevne tehnološke rešitve, fleksibilnost in visoko kakovost ter kratke dobavne roke, ki so hkrati tudi naše glavne konkurenčne prednosti.

Razvoj in inovativnost narekujeta podjetju tempo in odpirata vedno nove poslovne priložnosti, zato

podjetje deluje v skladu s sloganom – dobre ideje ustvarjajo prihodnost.

96 % prihodkov ustvarimo s prodajo na tujih trgih. Svoje izdelke prodajamo v 32 državah sveta. Najbolj pomembna je še vedno Evropa, in sicer Nemčija, Poljska, Slovaška, Češka, Francija, Madžarska, Velika Britanija, Italija, Slovenija. 20 % celotne prodaje predstavlja prodaja na trgih zunaj EU. Prisotni smo na azijskem in ameriškem trgu.

Smo strateški dobavitelj svetovno znanim proizvajalcem železniških vozil, kot so Bombardier, Siemens, Vossloh. Že vrsto let smo strateški dobavitelj zavornih diskov za nemške železnice – Deutsche Bahn AG. Poleg nemških kupcev naše proizvode med drugim uporabljajo SNCF, ÖBB, Nedtrain, Alstom, Nedrtain, Škoda in številni drugi.

Zdaj celotna skupina šteje okoli 450 zaposlenih.

Začetki Kovisa segajo v leto 1976, ko je ustanovitelj Anton Pangrčič pričel samostojno podjetniško pot. Podjetje KOVIS se je skozi zgodovino razvoja srečevalo s številnimi izzivi, pred katere ga je postavljalo poslovno okolje. To so bile potrebe po dinamičnem razvoju, spreminjanju poslovnega modela, nenehnim vlaganjem v razvoj, da bi zadržali mednarodno konkurenčno prednost.

**Ventil:** Po nekaterih informacijah ste skoraj vse desetletje razvijali vaš glavni produkt, to je diske za zavore vlakovnih kompozicij, da ste v celoti zadovoljili zahtevam nemškega trga. Ali lahko o tem poveste kaj več?

**Alen Šinko:** Ustanovitelj podjetja Kovic je prvi zavorni disk za vlak izdelal leta 1982. Leta 1984 je bil testiran prvi disk v Mindenu, leta 1986 pa je DB odobril 2 tipa zavornih diskov. Anton Pangrčič se je izdelave zavornega diska za vlake lotil po naključju,



Kovic livarna – talilnica

kot profesionalni izziv, in naredil prototip – drugačnega od obstoječih patentiranih izdelkov nemškega izdelovalca. Po testiranju na inštitutu v Nemčiji se je izkazalo, da je Kovicov disk vzdržljivejši od tedenjih. Pri uporabi se je manj segreval in bil kar za osem kilogramov lažji. Prav segrevanje je najpomembnejši varnostni dejavnik, kajti pri zaviranju vlaka diski lahko začnejo žareti in dobesedno zgorijo.

Prvi večji posel je bil sklenjen leta 1990 z enim od hrvaških železniških podjetij.

**Ventil:** Dejavnost vašega podjetja bi lahko razvrstili v področje livarstva, mehanske obdelave in varjenja. Prosim vas, pojasnite, katera področja so najpomembnejša.

**Alen Šinko:** Dejavnostim znotraj podjetja lahko dodamo še dejavnost barvanja in zaščite ter logistične storitve. Vse dejavnosti znotraj podjetja so zelo



Strojni park



Barvanje proizvoda



Ohišje menjalnika

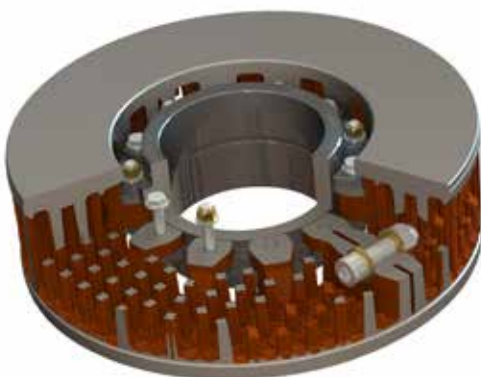
prepletene med seboj in odvisne druga od druge. Vsekakor pa je področje livarstva in mehanske obdelave najpomembnejše, ker imamo prav na teh dveh področjih največ znanja in izkušenj.

**Ventil:** Vaša proizvodnja ni serijska, kot bi mogoče kdo na prvi pogled razmišljal, ampak je skoraj unikatna. To od sodelavcev zahteve še več znanja, še več prilagajanja in še večjo doslednost pri delu. Kako izobražujete in kako motivirate zaposlene za tako zahtevno proizvodnjo?

**Alen Šinko:** Zadovoljstvo, zdravje in nenehni razvoj naših zaposlenih je ključ za zadovoljne in uspešne zaposlene. Skupaj gradimo medsebojno zaupanje, spoštovanje in timsko delo, nenehno učenje ter odgovorno in učinkovito delo. Številne nagrade in priznanja so dokaz, ki ga cenimo.

Veliko vlagamo v kakovost in zdravo življenje zaposlenih. Spodbujamo jih k vključevanju v različne športne dejavnosti, promoviramo zdravo življenje, delovna mesta pa so opremljena s sodobno, zdravju prijazno opremo.

V skupini Kovis veliko pozornosti posvečamo internemu in eksternemu izobraževanju. Nепrestano si prizadevamo izboljševati izobrazbeno strukturo zaposlenih, saj svojo konkurenčno prednost gradimo



Deljeni zavorni disk za tovarne vagonce – Futura disk

tudi na njihovi kompetentnosti. Zavedamo se, da so za uspešno delo potrebna znanja z več področij in uporaba najnovejših tehnologij.

**Ventil:** Živimo v zelo intenzivnih časih, v gospodarski konjunkturi. Trgi so zelo zahtevni. Povpraševanje se povečuje skoraj na vseh področjih. Ali to velja tudi za vaše produkte? Kako vi zadovoljujete zahteve trgov?

**Alen Šinko:** Sodobna tehnologija, inovativni pristopi, strokovnost in fleksibilnost nam omogočajo, da lahko kupcem ponudimo kakovostni izdelek po njihovi meri v zelo kratkem času, kar so hkrati tudi naše glavne konkurenčne prednosti. Z lastnim znanjem letno razvijemo do 30 novih izdelkov. Ena naših največjih konkurenčnih prednosti je fleksibilnost pri izdelkih, delanih po željah stranke (custom design). Od prejetega naročila do izdelanih kosov FAI potrebujemo 3–5 mesecev.

**Ventil:** Vse razvite države v svetu, evropska skupnost in tudi Slovenija namenjajo kar nekaj denarja za raziskave in razvoj oziroma za sofinanciranje raziskovalnih projektov. Ali se vaše podjetje prijavlja na javne razpise za raziskovalne projekte, kako ste na tem področju uspešni in kaj vi menite o takšnem načinu sofinanciranja raziskovalno-razvojnega dela? Oziroma, kaj na splošno menite o državnih subvencijah podjetjem?



Ležajno ohišje za tovarne vagonce

**Alen Šinko:** Podjetje Kovis pozitivno pozdravlja subvencije, tako evropske kot državne, ki so v večini sofinancirane iz skupne blagajne EU. Menimo celo, da jih zaradi prevelike birokracije črpamo celo premalo.

Podjetje Kovis ima za razvoj novih izdelkov zagotovljena potrebna finančna sredstva in tako razvoj ni odvisen od subvencij. Če se prijavimo na razpis in je razvojni projekt odobren, je subvencioniranje vsekakor dobrodošlo.

Opažamo, da se podjetja srečujejo s težavami, če se lotevajo razvojnih projektov le s financiranjem



## Kje smo prisotni



*Najpomembnejši so tuji trgi*

preko subvencij, ker te za uspešen razvoj pogosto niso dovolj. V vsakem primeru za vsakim subvencioniranjem stoji komisija, ki redno spremlja rezultate projektov ter ukrepa skladno s pogodbenimi obveznostmi.

Kovis je skupaj s konzorcijskimi partnerji konec februarja 2018 uspešno zaključil razvojni projekt FUTURA, ki ga je sofinancirala EU. V okviru tega projekta smo razvili svetovno novost na področju tovornega železniškega prometa. Glede na obsežnost in številčnost naših razvojnih projektov smo se v letošnjem letu prijavili že na dva nova projekta, prijava na tretjega pa ravno poteka.

**Ventil:** V Sloveniji je poznano, da je sodelovanje med univerzitetno sfero in industrijo zelo skromno. Kakšno je vaše sodelovanje z univerzitetnimi in drugimi raziskovalnimi institucijami?

**Alen Šinko:** Podjetje Kovis že vrsto let sodeluje s številnimi univerzami, tako doma kot v Evropi. Sodelujemo z Visoko šolo za tehnologije in sisteme Novo mesto, Univerzo v Ljubljani, z Univerzo v Žilini na Slovaškem.

**Ventil:** V vašem podjetju so zaposleni predvsem strokovnjaki s tehničnega področja. Ali v tem času zaposlujete in kakšne kadre glede na smer in stopnjo izobrazbe potrebujete oziroma jih želite zaposliti?

**Alen Šinko:** Glede na obseg dela in konstantno rast ves čas iščemo dober kader, predvsem s področja strojništva, tako tehnike kot visoko izobražen kader.

**Ventil:** Samo slovenski trg je za vsako uspešno podjetje premajhen. To še posebno velja za podjetja, ki tržijo tehnični proizvod. Kje so vaši trgi in kupci? Kako osvajate trge v tujini?

**Alen Šinko:** Na slovenskem trgu dosežemo zgolj 4 % celotne prodaje, saj je slovenski trg za naše izdelke zelo omejen. Največji slovenski kupec so Slovenske železnice.

Kot smo že omenili, kar 96 % celotne prodaje izvozimo na tuje trge, od tega 20 % na trge zunaj EU. Najpomembnejši trg ostaja Nemčija, kjer smo strateški dobavitelj svetovno znanim proizvajalcem železniških vozil, kot so Bombardier, Siemens, Vossloh. Seveda je ena naših najpomembnejših referenc na nemškem trgu, da smo že več kot desetletje strateški dobavitelj zavornih diskov za nemške železnice - Deutsche Bahn AG. Nemške železnice so prepoznale našo kakovost, strokovnost in fleksibilnost, zato nas uvrščajo v skupino najboljših dobaviteljev Q1. Poleg nemških kupcev naše proizvode med drugim uporabljajo SNCF, ÖBB, Nedtrain, Alstom, Nedrtain, Škoda in drugi.

**Ventil:** V današnjem času brez inovacij, patentov in izboljšav dolgoročno ne more preživeti skoraj nobeno podjetje. Kako vi vodite to področje, kako motivirate zaposlene in ali delate tudi na področju inovacij in izboljšav pri vas v podjetju in pri strankah?

**Alen Šinko:** Podjetje Kovis razvija v povprečju 20-40 izdelkov letno (ležajnih ohišij, zavornih diskov), ki so izdelani skladno s standardom UIC. V letu 2016

smo izdelali 132 novih tipov izdelkov. Zelo pomemben je predvsem razvoj novih materialov, načinov vpetja, hlajenja ter same funkcijske izboljšave. Najbolj pomemben dosežek je razvoj novega zavornega diska OZ590/170 QSK, ki je ob vzporednem testu z našim največjim konkurentom dosegel 18 % boljše rezultate, kar pomeni, da smo razvili trenutno najboljši disk na svetu in smo ga tudi patentirali. Nova generacija ležajnih ohišij s 25- in 30-tonsko osno obremenitvijo ter nov tip zavornih diskov za tovorni promet sta glavna aduta za sam razvoj podjetja KOVIS. Poleg omenjenih izdelkov se aktivno vključujemo v razne projekte novogradnje v potniškem prometu. Osvojili smo novo družino izdelkov – nosilcev zavornih oblog za tovorni promet. Številne prejete nagrade pričajo o uspešnosti podjetja.

**Ventil:** Zagotavljanje kakovosti je v vseh dejavnostih močno povezano z raznimi certifikati, atesti, dovoljenji in podobno. Vrednost vseh teh »papirjev« je v največji meri odvisna od ugleda institucije, ki jih izda. Kako je to rešeno v vašem podjetju? Katere »papirje« imajo vaši proizvodi, ki jih tržite?

**Alen Šinko:** Kovic ima dolgoletno tradicijo pri zagotavljanju najvišje kakovosti izdelkov in procesov. Te usmeritve dokazujejo tudi certifikati standardov kakovosti in okolja. ISO 9001 smo pridobili že leta 1995.

Certificirani smo pri certifikacijski hiši TÜV SÜD Sava. Pridobljene imamo naslednje certifikate:

- ▶ ISO 9001 – sistem vodenja kakovosti
- ▶ ISO 14001 – okoljski standard
- ▶ ISO/TS 22163:2017 (po starem IRIS)
- ▶ EN 15085-2 – KOVIS Brezina

Zelo pomembna so za naše poslovanje tudi dovoljenja naših kupcev. Našo kakovost, strokovnost in fleksibilnost so prepoznali vsi vodilni proizvajalci železniških vozil v Evropi (Bombardier, Siemens, Alstom, Stadler, Pesa, Škoda ...). Smo tudi eden izmed strateških dobaviteljev vsem železnicam v Evropi (DB, SNCF; ÖBB, Nedtrain, RENFE, CD, SZ, PKP ...), kar potrjujejo pridobljeni certifikati in dovoljenja. Eno od pomembnejših priznanj za našo kakovost in strokovnost je že pred desetletjem pridobljeno priznanje Q1 dobavitelj za Deutsche Bahn.

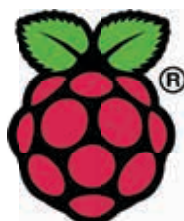
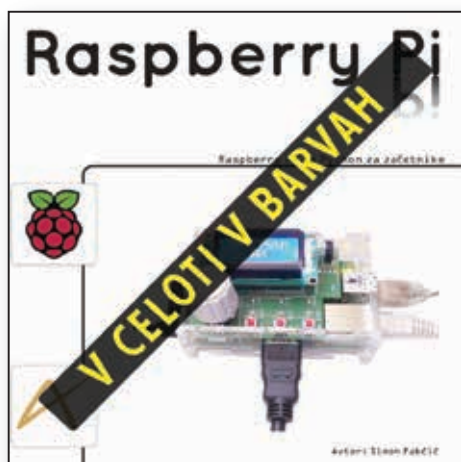
**Ventil:** Glede na to, da se na svetovnem trgu soočate z močno konkurenco, vas prosim, da pojasnite, kaj so vaše prednosti v primerjavi s konkurenco in mogoče kaj slabosti.

**Alen Šinko:** Fleksibilnost, visoka kakovost, strokovnost, hiter odziv na kupčeve zahteve ter dolgoročno sodelovanje s partnerji so naše glavne prednosti v primerjavi s konkurenco.

So pa naši največji konkurenti že prisotni skoraj po vsem svetu in se kupci redko odločijo za zamenjavo obstoječega dobavitelja, vse dokler se ne soočijo s težavo, največkrat s fleksibilnostjo, tu pa se zopet ponudi priložnost za nas.

**Ventil:** Spoštovani direktor, v imenu uredništva revije Ventil se vam najlepše zahvaljujem za vaše odgovore in vam ter vašim sodelavcem želim še veliko uspehov na področju inovacij, poslovnih uspehov in osebnega zadovoljstva pri vašem delu.

Prof. dr. Janez Tušek  
Uredništvo revije Ventil  
UL, Fakulteta za strojništvo



## Raspberry Pi Programirajte s Python programom

<https://svet-el.si>



POSVET

# AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2018 - ASM'18

6. decembra 2018

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

## Povabilo k sodelovanju na Posvetu ASM '18

Laboratorij za Strego, Montažo in Pnevmatiko – LASIM, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani ter GZS prirejata letos že **15. tradicionalni letni Posvet ASM (ASM '18)** na temo Avtomatizacija Strege in Montaže. **Posvet Avtomatizacija strege in montaže je edini specializirani tovrstni posvet v Sloveniji.**

Letošnji posvet ASM '18 bo potekal v **četrtek, 6. 12. 2018, s pričetkom ob 9. uri** v prostorih GZS, Dimičeva ulica 13, Ljubljana. Tudi na letošnjem posvetu bo na voljo dovolj razstavnih prostorov, tako da se bodo sodelujoča podjetja lahko učinkovito predstavila.

Na posvetu ASM '18 bodo, tako kot prejšnja leta, obravnavane številne aktualne teme s področja avtomatizacije strege in montaže. Predstavljeni bodo primeri dobre prakse v podjetjih in realizirani projekti.

Kvирni tematski sklopi na posvetu Avtomatizacija strege in montaže 2018 bodo:

1. **Inteligentna avtomatizacija in robotika.**
2. **Industrija 4.0 – IIoT, Big Data, Cloud tehnologije, Varnost**
3. **Tovarne prihodnosti in pametni gradniki**
4. **Učinkovitost proizvodnih procesov in sistemov.**
5. **Inovativne rešitve, izboljšave in vitka proizvodnja.**
6. **Podjetja predstavljajo – dobre prakse.**

Zelo nas bo veselilo, če bo Vaše podjetje/univerza/inštitut tudi letos pripravljeno sodelovati na posvetu ASM s strokovnim prispevkom in/ali kot sponzor oz. pokrovitelj ter predstaviti svoje izkušnje in rezultate ne tem izredno aktualnem in obsežnem področju.

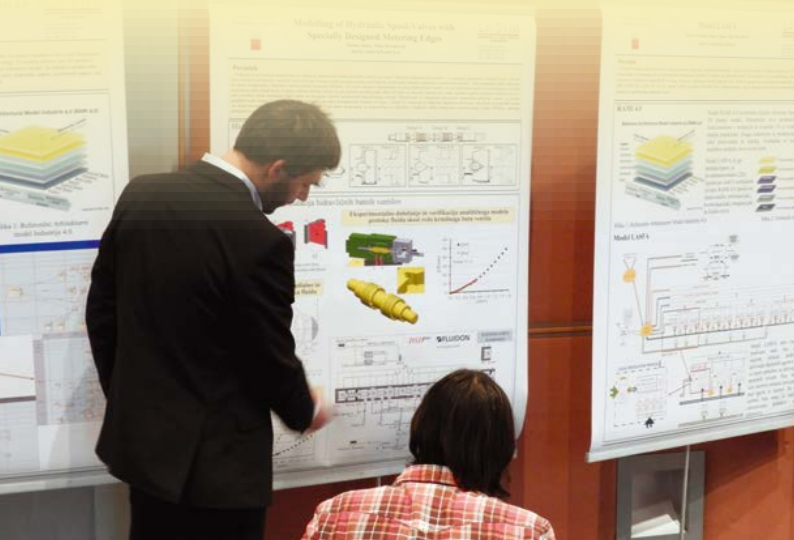
Vse Vaše predloge in izražen interes za sodelovanje prosim pošljite na elektronski naslov [asm.lasim@fs.uni-lj.si](mailto:asm.lasim@fs.uni-lj.si), [miha.debevec@fs.uni-lj.si](mailto:miha.debevec@fs.uni-lj.si) ali [niko.herakovic@fs.uni-lj.si](mailto:niko.herakovic@fs.uni-lj.si). Vaš dopis naj vsebuje kontaktno osebo, elektronsko pošto in telefonsko številko, da vas bomo lahko naknadno kontaktirali in se z vami oz. vašimi sodelavci bolj podrobno pogovorili o vašem sodelovanju na posvetu ASM '18.

Posveti ASM prejšnjih let so izredno uspeli, saj se jih je udeležilo v povprečju okrog 120 (na Posvetu ASM '17 je bilo udeležencev preko 150) strokovnjakov s področij strege, montaže, avtomatizacije, robotike, hidravlike in pnevmatike ter z drugih področij. Mnoga podjetja so sodelovala na posvetu tudi aktivno v obliki pokroviteljstva, sponzorstva in s strokovnimi prispevki kar dokazuje, da se je posvet Avtomatizacija strege in montaže uveljavil kot redno mesto srečevanja, posvetovanja in aktivne izmenjave mnenj strokovnjakov s tega področja, predvsem pa tudi mesto, kjer lahko podjetja predstavijo svoje strokovne, raziskovalne in tudi komercialne aktivnosti na področju širše avtomatizacije, še posebej pa strege in montaže.

Več novosti o posvetu ASM '18 je objavljeno na: [www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)

Kontaktни e-mail naslov: [asm.lasim@fs.uni-lj.si](mailto:asm.lasim@fs.uni-lj.si)

Organizacijski odbor ASM '18  
Laboratorij LASIM  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo  
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana



## IN MEMORIAM



Velika izguba za *Fluidno tehniko*, še posebej za področje *Pogonsko-krmilne hidravlike*, nas je doletela 11. avgusta letos, ko je v ZDA po kratki težki bolezni umrla prof. dr. Monika Ivantysynova, stara samo 63 let. Svojo nad vse uspešno znanstveno kariero je mnogo prezgodaj zaključila kot profesorica v centru *Maha Fluid Power Research Center* na univerzi *Purdue University* v Lafayetteu (Indiana, ZDA). Desetletja je bila aktivno in tvorno prisotna na skoraj vseh pomembnih znanstveno-strokovnih konferencah po svetu.

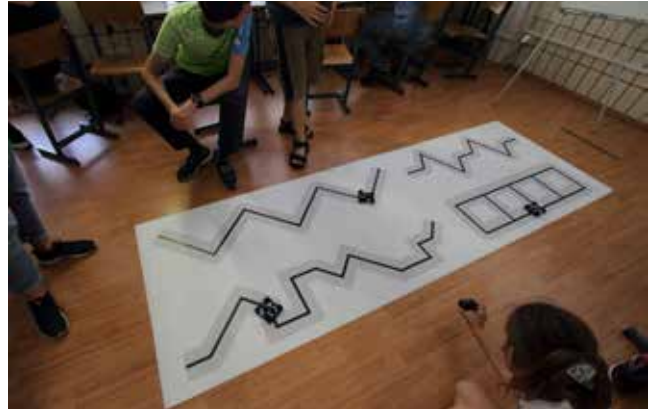
Pred odhodom v ZDA je dolga leta delala na univerzah v Nemčiji, kjer je predavala ter ustanavljala in vodila uspešne laboratorije *Fluidne tehnike*. Prof. dr. Hubertus Murrenhoff (prejšnji direktor, zdaj upokojen, instituta IFAS) in prof. dr. Katharina Schmitz (sedanja direktorica IFAS) sta upravičeno zapisala, da si ne moremo predstavljati, kako bi bila videti konferenca brez nje in njenega strokovnega ter človeškega prispevka. V spominu ohranjamo njen izredni talent.

Jožef Pezdirnik  
Uredništvo revije Ventil

## S POLETNO ŠOLO STROJNIŠTVA NAVDUŠUJEMO MLADE ZA TEHNIŠKE POKLICE

Na *Fakulteti za strojništvo UL* je že petič po vrsti potekala Poletna šola strojništva, ki se je letos udeležilo največ mladih do sedaj, kar 64 osnovnošolcev in srednješolcev z vse Slovenije. Z organizacijo Poletne šole strojništva želimo navdušiti mlade za tehniko in strojništvo ter jim približati sodoben poklic inženirja strojništva. Udeleženci so pod budnim očesom mentorjev od 21. do 24. avgusta snovali, rezali, brusili, programirali, spoznavali nove metode ter pri tem neizmerno uživali. Izdelke so in na koncu preizkusili, ali zares delujejo.





V letošnjem letu so udeleženci znanje pridobivali kar na 8 delavnicah:

**3D tiskanje, 3D skeniranje in programiranje CNC obdelovalnih strojev** – delavnico sta vodila Laboratorij za odrezavanje in Laboratorij za zagotavljanje kakovosti.

**Izdelava hidravlične roke** – delavnico je vodil Laboratorij za fluidno tehniko.

**Solarni panel iz pločevink** – delavnico je vodil Laboratorij za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko ter klimatizacijo.

**Gradnja letala na daljinsko vodenje** – delavnico je vodil Laboratorij za aeronavtiko.

**HPC-HighPerformanceComputing** – delavnico je vodil Laboratorij za konstruiranje.

**Izdelava in modeliranje prenosne vremenske postaje** – delavnico je vodil Laboratorij za vodne in turbinske stroje.

**Mobilni robot** – delavnico je vodil Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo.

**Poišči balon in ga predri** – s kamero in laserjem – delavnico je vodil Laboratorij za lasersko tehniko.

Vse delavnice, ki so potekale vsak dan od 9. do 17. ure, so bile praktično naravnane, mentorji so najprej podali nekaj teoretičnih osnov, nato pa so prešli na bolj zanimiv, praktični del. Izdelke, ki so jih naredili sami, so udeleženci lahko odnesli domov, da jih bodo lahko pokazali svoji družini in prijateljem.

Nekateri udeleženci so se udeležili tudi pestrega programa popoldanskih aktivnosti, ki so potekale po koncu delavnic; obiskali so Muzej iluzij, se preizkusili v kartingu ter svojo iznajdljivost pokazali s sobi pobega.

Poletna šola strojništva se je zaključila s prireditvijo, ki je potekala v petek, 24. 8. 2017 ob 13.00 v predavalnici V/8. Na prireditvi je najprej vse pozdravil dekan Fakultete za strojništvo prof. dr. Mitjan Kalin. Sledile so predstavitve vseh delavnic – udeleženci so sami nazorno predstavili aktivnosti na delavnicah ter pokazali izdelke. Vsi sodelujoči so iz rok dekana prof. dr. Mitjana Kalina in prodekana izr. prof. dr. Matije Jezerška prejeli potrdila o udeležbi na Poletni šoli strojništva.

Vsem udeležencem se zahvaljujemo za udeležbo na Poletni šoli strojništva ter upamo, da se vidimo naslednje leto oz. se čez nekaj let srečamo v predavalnici.

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

## POLETNA ŠOLA STROJNIŠTVA – IZDELAVA HIDRAVLIČNE ROKE

Od 21. do 24. avgusta 2018 je na *Fakulteti za strojništvo* v Ljubljani potekala peta poletna šola strojništva, namenjena osnovnošolcem od 7. do 9. razreda in dijakom od 1. do 3. letnika. Udeleženci so se lahko prijavili v eno od delavnic, ki smo jih pripravili v različnih laboratorijih. Ena od teh delavnic z naslovom Izdelava hidravlične roke je potekala v Laboratoriju za fluidno tehniko (LFT) pod vodstvom doc. dr. Franca Majdiča. Sodelovala sta tudi Laboratorij za alternativne tehnologije (LAT) ter Laboratorij za konstruiranje (LECAD).

Ideja delavnice je bila izdelati poenostavljen model hidravlične roke, ki je prikazan na *sliki 1*. Za večino sestavnih delov smo uporabili aluminij. Za nadomestek hidravličnih valjev smo uporabili injekcijske brizgalkе. Na ta način se je model seveda precej poenostavil, saj ni bilo treba vgrajevati miniaturnih črpalk, valjev in ostalih hidravličnih komponent, ki jih srečamo v praksi. Brizgalko (valj) na hidravlični roki krmili druga brizgalka enake velikosti, obe sta med seboj povezani s pnevmatično cevjo.



*Slika 1* : 3D model hidravlične roke.

Aluminijaste sestavne dele smo izrezali iz pločevine na stroju za razrez z abrazivnim vodnim curkom (Water Jet) v Laboratoriju za alternativne tehnologije (LAT). Ker poletna šola traja samo tri dni, smo udeležencem sestavne dele iz pločevine pripravili že prej.

Prvi dan delavnice smo s kratkim predavanjem o hidravliki začeli v prostorih Laboratorija za konstruiranje (LECAD). Udeleženci, vsi osnovnošolci (7. in 8. razred), so tako spoznali nekaj osnov te veje strojništva in tehnike, od Pascalovega zakona do principa hidravličnih stiskalnic in drugih hidravličnih naprav.

Nato smo začeli s 3D modeliranjem nekaterih delov roke v programskem okolju *SolidWorks*. Večina otrok se je z računalniškim modeliranjem srečala prvič, kar je bil zanje pravi izziv in so ga z veseljem opravili. V 3D modelirniku si je vsak udeleženec na stojno ploščo modela vrisal svoje ime ali začetnice. Nato smo se preselili v prostore našega laboratorija, kjer smo začeli z obdelavo sestavnih delov. Dele, ki smo jih dobili iz vodnega razreza, je bilo treba zbrusiti in jim posneti robove.

Naslednji dan smo si ogledali vodni razrez pločevine. Pripravili smo izrez stojnih plošč oziroma izrez imen, ki so si jih udeleženci narisali v modelirniku. Po ogledu razreza smo se preselili nazaj v naš laboratorij. Narediti je bilo treba še nekaj novih lukenj in tako so se spoznali tudi z delom na vrtilnem stroju (*slika 2*). V nekatere luknje smo morali ročno vrezati še navoje.

Tretji dan je sledilo sestavljanje in tudi že prvi preizkusi, ali model deluje. Udeleženci so pri sestavljanju pokazali veliko iznajdljivosti in na svoje izdelke vgradili unikatne dodatke.



*Slika 2* : Udeleženec poletne šole pri delu na vrtilnem stroju.



*Slika 3: Končna izdelka dveh udeležencev.*



*Slika 4: Udeleženci delavnice Izdelava hidravlične roke s svojimi končnimi izdelki.*

Zadnji dan je bil namenjen zadnjim popravkom izdelkov ter pripravi predstavitve opravljenega dela in poteka delavnice. Delavnico so vsi uspešno zaključili, vsak s svojim izdelkom (sliki 3 in 4).

Na koncu je sledila zaključna prireditev, namenjena udeležencem ter njihovim staršem. Prireditev je z

nagovorom začel dekan prof. dr. Mitjan Kalin. Sledile so predstavitve vseh skupin Poletne šole strojništva. Vsi udeleženci so na koncu iz rok dekana prejeli tudi potrdilo o uspešno opravljeni poletni šoli.

Matej Luheni  
UL, Fakulteta za strojništvo

# MOTOMAN HC10

## 6-osni-kolaborativni robot

Motoman HC10 je 6-osni kolaborativni robot z nosilnostjo 10kg in polmer dosega R=1200mm.

HC10 predstavlja novo generacijo robotov, ki so zmogljivi, cenovno dostopni, vsestransko uporabni, preprosti za uporabo in izdelani za integracijo v industrijske procese. Roboti so namenjeni uporabnikom, ki iščejo preprosto in hitro avtomatizacijo nalog, ki jih industrijski roboti opravljajo v bližini ljudi v sodelujočem načinu delovanja.

### **Brez varnostne ograje**

**Varnostni krmilnik FSU: Functional Safety Unit**

**Tehnologija PFL Power and Force Limiting**

**Aplikacija EasyTeach – natančno ročno vodeno učenje in programiranje robota**

### **Brez varnostne ograje**

- Vgrajena funkcija kontrole sile ob dotiku na vseh šestih robotskih oseh
- Gibljivi deli robota so oblikovani tako, da preprečujejo možnost poškodb
- Varnostni standard – aplikacija za industrijske robote: ISO 10218-1 (5.10.5 Power and Force limiting)
- Varnostne funkcije za krmilnike industrijskih robotov: ISO 13849-1, PLd, CAT3
- Tehnična specifikacija za delovanje kolaborativnih robotov: TS15066

### **Enostavno programiranje**

- Neposredno premikanje robotske roke s pomočjo ročnega vodenja
- Pametni vmesnik (Smart HUB) za programiranje po principu »enostavnega učenja«

# YASKAWA



**AAA**<sup>®</sup>  
Boniteta odličnosti  
2017

A Binsode Solution

Krmiljen z  
**YRC1000**

## 4. ŠTUDENSKA TEHNIŠKA KONFERENCA – ŠTEKAM 2018

Osnovno znanje je mogoče pridobiti s predavanji in učbeniki, če pa želimo neko znanje poglobiti, je to lahko le z aktivnim raziskovalnim delom, saj to vodi k novim spoznanjem in odkritjem. Zato je prav, da je na vseh stopnjah izobraževanja, še posebej na univerzitetni ravni, poleg rednega učenja in študija omogočeno tako raziskovalno delo kot tudi predstavitev dosežkov raziskav. V ta namen Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani vsako leto pripravi Študentsko tehniško konferenco, ŠTeKam, ki je namenjena študentom z vseh stopenj študija. Pri organizaciji konference uredniškemu odboru (doc. dr. Tomaž Berlec, doc. dr. Miha Brojan in doc. dr. Boštjan Drobnič) kot promocijski sponzor pomaga tudi revija Ventil.



Otvoritev konference. Z leve proti desni: doc. dr. Boštjan Drobnič, izr. prof. dr. Matija Jezeršek, doc. dr. Tomaž Berlec in doc. dr. Miha Brojan.

V četrtek, 13. septembra 2018, je v prostorih Fakultete za strojništvo v Ljubljani potekala 4. študentska tehniška konferenca, poimenovana ŠTeKam 2018. Na otvoritvi konference je poleg uredniškega odbora navzoče pozdravil tudi prodekan Fakultete za strojništvo za pedagoško dejavnost I. stopnje izr. prof. dr. Matija Jezeršek. Po skupnem uvodu je konferenca potekala v dveh vzporednih sekcijah, v katerih je bilo predstavljenih 24 prispevkov, ki so kljub nazivu tehniška konferenca pokrivali tako tehniška

kot tudi netehniška področja študija. Vse prispevke so recenzirali mentorji iz ljubljanskih fakultet za strojništvo, arhitekturo, družbene vede, biotehnične in ekonomske fakultete. Avtorice in avtorji so v desetminutnih predstavitev predstavili rezultate svojega raziskovalnega dela z dodiplomskega in podiplomskega študija in nekatere predstavitve dodatno popestrili tudi z demonstracijami svojih rezultatov. Predstavitvam so sledila še vprašanja občinstva in zanimive diskusije.



Prispevki so objavljeni v zborniku konference ŠTeKam, ki obsega 197 strani in je skupaj s posameznimi prispevki zaveden v bibliografskem sistemu COBISS.

Prispevki pokrivajo področja, kot so:

- ▶ Podjetniško izobraževanje
- ▶ Lasersko varjenje
- ▶ Upogib elastoplastičnega nosilca
- ▶ Dinamična viskoznost
- ▶ Polimeri in polimerni keramični kompozit
- ▶ Obraba polimerov
- ▶ Temperaturna napetost
- ▶ Zasnova in izdelava naprave
- ▶ Varovanje osebnih podatkov
- ▶ Neplačano gospodinjsko delo
- ▶ Deformacije
- ▶ Hranilniki toplote
- ▶ Dinamične obremenitve spojev
- ▶ Sodobne sakralne konstrukcije
- ▶ Elastične povračljivosti pri preoblikovanju

- ▶ Kot omočenja
- ▶ Bakterijski sevi
- ▶ Termični raztezki
- ▶ Pulzno širinske modulacije
- ▶ Prenove projektnega informacijskega sistema
- ▶ Zajem digitalnih signalov
- ▶ Max-plus algebra

Konferenca je ponovno pokazala, da mnogi študenti želijo pridobiti znanje in izkušnje z raziskovalnim delom, rezultate svojega dela pa znajo tudi odlično predstaviti javnosti. Poleg tega je konferenca tudi priložnost za pridobivanje novih stikov in razvoj novih idej.



Uredniški odbor  
Študentske tehniške konference ŠTeKam



Upoštevanje človeka  
je prvo pravilo robotike.



## Man and Machine

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

### Kaj če robot in človek (resnično) delata skupaj?

Kontakt: Brane Čenčič, Tel.: 00386 41 747 536, [brane.cencic@domel.com](mailto:brane.cencic@domel.com)



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

## STIČIŠČE ZNANOSTI IN GOSPODARSTVA – PREDSTAVITVE NA MOS 2018

Letošnje že tretje *Stičišče znanosti in gospodarstva* je bilo v okviru mednarodnega sejma MOS v Celju izjemno uspešno. To stičišče je projekt *Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport (MIZŠ)*, vodi pa ga Janez Škrlec, dolgoletni član Sveta za znanost in tehnologijo RS. Na stičišču se je predstavilo več kot 50 partnerjev s fakultet, z inštitutov, iz različnih združenj in podjetji. Predstavljeni so bili tudi primeri dobre prakse sodelovanja v okviru različnih projektov.

Med izstopajočimi partnerji, ki so predstavili nove tehnologije, inovacije in dosežke, so bili FERi Univerze v Mariboru, Kemijski inštitut iz Ljubljane (ki je predstavil najprodornejše tehnologije), Institut Jožef Stefan, ki se je predstavil z različnimi oddelki, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, ki se je predstavila z različnimi laboratoriji. Izjemno dobro se je s poljskim robotom predstavila Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru. Veliko zanimanja je vzbudila študentska električna formula FERi – UM. Mnoge obiskovalce je izjemno navdušil bionski človek v virtualnem okolju. To predstavitev so prav tako pripravili strokovnjaki iz FERi – Univerze v Mariboru. Drugi strokovnjaki te iste fakultete so predstavili neinvazivno spremljanje in vizualizacijo aktivnosti skeletnih mišic v procesih rehabilitacije. Projekt bionski človek za izobraževalne namene sicer vodi Janez Škrlec, pri projektu sodeluje višja in visoka strokovna šola za bioniko na Ptuj in podjetje INTRI. V okviru letošnje predstavitve so bili celovito predstavljeni tudi mnogoštevilni implantabilni medicinski in bionični vsadki. Letošnja predstavitev v okviru omenjenega stičišča je bila fo-

kusirana na mikro-, bio- in nanotehnologije ter vesoljske tehnologije. V okviru celovite predstavitve so bila zajeta tudi naslednja področja: elektronika, mehatronika, avtomatika, robotika, energetika, IKT, bionika in drugo.

Fakulteta za strojništvo UM je skupaj z Zlatarno Celje v okviru programa Martina predstavila ultrazvočno razpršilno pirolizo za izdelavo nanodelcev zlata. Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je predstavila hibridno toplotno napravo. Na stičišču znanosti in gospodarstva so sodelovala tudi mnoga podjetja. Posebej so izstopali podjetje SkyLabs iz Maribora z aplikacijami na področju vesoljskih tehnologij, podjetje Inea d. o. o z vrhunskim krmilnikom in modulom ME-RTU, podjetje EKOSEN iz Maribora s profesionalnimi termičnimi regulatorji, podjetje RLS d. o. o z visoko profesionalnimi senzorji, podjetje PS iz Logadca s sistemi za avtomatiziranje strojev. Spin off podjetje MyCol je predstavilo razvoj inovativnih temperaturnih indikatorjev na podlagi termokromnih materialov. Letošnje Stičišče znanosti in gospodarstva se je pokazalo kot uspešen in koristen projekt MIZŠ, ki povezuje znanost in gospodarstvo ter spodbuja razvoj in inovacije. Letos je strokovna komisija Celjskega sejma v okviru Stičišča znanosti in gospodarstva podelila kar tri priznanja. Posebno priznanje je dobilo Ministrstvo za izobraževanje znanost in šport za celostno predstavitev projekta Stičišča znanosti in gospodarstva. Posebno priznanje je prejel tudi Janez Škrlec, Razvojna raziskovalna dejavnost, za celovito predstavitev inovacij na področju bionike in podpornega sveta sodobne medicine. Zlato priznanje pa je prejelo podjetje SkyLabs d. o. o iz Maribora skupaj z Laboratorijem za elektronske in informacijske sisteme na FERi – Univerze v Mariboru in sicer za aplikacije na področju vesoljskih tehnologij.

### Sodelujoči partnerji

Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo v Ljubljani, Univerza v Mariboru, Univerza v Ljubljani, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko – UM, Fakulteta za elektrotehniko UL,



Utrip iz Stičišča znanosti in gospodarstva v okviru sejma MOS 2018.

Fakulteta za strojništvo – UL, Naravoslovnotehniška fakulteta – UL, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru ter Center odličnosti Nanocenter in Center odličnosti NAMA-STE, Slovensko Inovacijsko Stičišče Evropsko Gospodarsko Interesno Združenje (SIS EGIZ), Visoka šola za bioniko na Ptuju, Višja strokovna šola ŠC Ptuj, Fakulteta za informacijske študije Novo Mesto, Pedagoška fakulteta – UM, Fakulteta za energetiko – UM, Ekonomsko-poslovna fakulteta – UM, Fakulteta za varnostne vede – UM, Fakulteta za strojništvo – UM, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo – UL, Center za prenos tehnologij in inovacij na IJS (CTT IJS), GZS, ter visokotehnološka podjetja: Skylabs d. o. o, Cosylabs d. d., EKOSEN d. o. o, PIPISTREL d. o. o, RLS d. o. o, EUREL d. o. o, Dobre rešitve d. o. o, PS d. o. o iz Logatca, Miel Elektronika d. o. o, DUOL d. o. o, Makro Team d. o. o, MyCol d. o. o., Bucik d. o. o, Nanotul d. o. o, ROTO d. o. o, INTRI d. o. o., Saving d. o. o, Razvojna raziskovalna dejavnost, Janez Škrlec, INEA d. o. o, Fotona d. o. o, Inštitut za okoljevarstvo in senzorje d. o. o, DRM d. o. o., VRC d. o. o., Zlatarna Celje, TECES in mnogi drugi.

Skupno je sodelovalo več kot 50 partnerjev in predstavljene so bile vrhunske inovacije, nove tehnologije in tehnološki procesi. Poudarek je bil na mikro-, bio- in nanotehnologiji in vesoljskih tehnologijah.



Obisk predsednika države Boruta Pahorja in ministra za gospodarstvo Zdravka Počivalška na Stičišču znanosti in gospodarstva na sejmu MOS 2018.

Stičišče je pokrivalo še naslednja pomembna področja: elektroniko, mehatroniko, avtomatiko, robotiko, mehatroniko, IKT, energetiko, bioniko in druga področja.

Vir: MIZŠ, RS

**JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI

od 1965



[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

## KONFERENCA POLYTRIB 2018

V organizaciji Slovenskega društva za tribologijo je 24. in 25. septembra 2018 v Grand Hotelu Bernardin potekala mednarodna konferenca o tribologiji polimernih materialov in kompozitov Polytrib 2018, ki vsaki dve leti zbere ljudi iz raziskovalnih ustanov in gospodarstva. Letošnje konference, ki je bila tretja zapovrstjo, se je udeležilo okoli 70 strokovnjakov iz 11 različnih držav, tudi iz Azije in Amerike. Udeleženci so tako prišli iz 5 različnih inštitutov, 13 različnih univerz in kar je še posebej razveseljivo, iz kar 20 različnih podjetij tako iz Slovenije kot tujine.



Plenarni predavanja prvi in drugi dan, prof. dr. Valentin Popov (levo) in prof. dr. Yoshinori Sawae (desno).

Po uvodnem nagovoru, ki ga je imel predsedujoči konferenci, prof. dr. Mitjan Kalin, je sledilo plenarno predavanje prof. dr. Valentina Popova iz Tehnične univerze v Berlinu, ki je spregovoril o trenju elastomernih materialov. V prvem dnevu sta kot vabljeni predavatelja nastopila tudi dr. Aljaž Pogačnik iz švicarskega podjetja KISSsoft in prof. dr. Roland Larsson iz Tehnične univerze v Lulei na Švedskem. V tem dnevu je bila izvedena tudi delavnica o polimernih zobnikih in njihovi uporabi v različnih aplikacijah, pri čemer so vsi sodelujoči prispevki nastali v sodelovanju z različnimi podjetji.

Naslednji dan je konferenco s plenarnim predavanjem odprl prof. dr. Yoshinori Sawae z Univerze Kyushu. Predstavil je zanimivo področje polimerne biotribologije. Izvedena je bila tudi Mednarodna delavnica o polimerni tribologiji, ki je bila organizirana v okviru 150-letnice švedsko-japonskega sodelovanja. Ob zaključku konference je bila podeljena tudi nagrada medijskega sponzorja konference, revije Lubricants, za najboljšo

predstavitev. Prejel jo je Bai-Cheng Jim s Tehnične univerze v Kaiserslauternu.

Skupaj je bilo tako na konferenci predstavljenih 29 prispevkov in pozitivni odzivi udeležencev. Predvsem pogovori med predstavitvami in odmori so pokazali, da gre za področje, ki bo v prihodnosti



Zbrani udeleženci na konferenci PolyTrib 2018.



Sproščen klepet med posameznimi sekcijami.

zelo pomembno tako na področju znanosti kot tudi gospodarstva.

Organizacijo konference so finančno kot sponzorji podprli RtecInstruments, KISSsoft, BSH, Iskra Mehanizmi, Podkrižnik, Mettler Toledo in Anton Paar. Kot razstavljalci so sodelovali Kura-ray, Scan, Hennlich, revija Ventil in IRT3000.

Doc. dr. Marko Polajnar  
UL, Fakulteta za strojništvo

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

#### Komu so tečaji namenjeni?

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

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

#### Način podajanja znanja in oprema

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



## IZOBRAŽUJEMO ZA INDUSTRIJO

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

# FS

Fakulteta za strojništvo

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

Obnovite ali pridobite ga!

Več informacij o tečajih najdete na:

e-mail: [laoh@um.si](mailto:laoh@um.si)

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

Tel.: (02) 220 7611

## PRACE JESENSKA ŠOLA Z NASLOVOM SUPERRAČUNALNIŠTVO V INŽENIRSTVU IN KEMIJI

Laboratorij LECAD s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani (ULFS) je že vrsto let zelo aktiven pri uvajanju superračunalništva v slovenski prostor. Vključen je v evropsko Partnerstvo za napredno računalništvo (PRACE) in v več evropskih projektov, skozi katere PRACE izvaja svoje poslanstvo na področju superračunalništva.



*Udeleženci jesenske šole z naslovom Superračunalništvo v inženirstvu in kemiji*



Po organizaciji letošnjega Evropskega superračunalniškega vrha v Ljubljani se je LECAD lotil tudi izvedbe mednarodne jesenske šole PRACE z naslovom Superračunalništvo v inženirstvu in kemiji (HPC

for Engineering and Chemistry). Šola je potekala med 24. in 26. septembrom 2018 v prostorih Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Na začetku prvega dne je udeležence nagovoril prof. dr. Jožef Duhovnik, predstojnik LECAD-a in predstavnik Slovenije v PRACE. Nato so udeleženci šole dobili temeljna znanja glede dostopa in uporabe superračunalnika na Fakulteti za strojništvo. Naučili so se tudi osnov pisanja programske kode v jeziku C za učinkovito paralelno izvajanje na tovrstnih računskih napravah.

Drugi dan so spoznali numerične metode za izvajanje najzahtevnejših simulacij v strojništvu (metoda končnih elementov, metoda robnih elementov, brez mrežne metode) in preizkusili, kako s temi me-

todami simulirati prenos toplote ter delovanje srčnih prekatov.

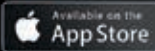
Tretji dan so udeleženci najprej spoznali odprtokodno orodje OpenFoam za izvajanje inženirskih simulacij. V nadaljevanju so spoznali metode in orodja za simulacije v kemiji, kjer sta bili poudarjeni molekulska dinamika in računski dinamiki fluidov. Preizkusili so tudi, kako uporabljati orodja QuantumEspresso in Gaussian na superračunalniku Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Jesenske šole se je udeležilo 40 udeležencev, od tega 33 iz Slovenije. Ostalih 7 je prišlo iz Španije, Italije, Romunije in Irana. Na šoli je predavalo 9 predavateljev, od tega 3 iz tujine.

Jesenska šola je utrdila Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani na evropskem superračunalniškem zemljevidu in pomembno prispevala k širitvi znanj, kako s superračunalniki reševati najzahtevnejše probleme v strojništvu in kemiji.

izr. prof. dr. Janez Povh  
UL, Fakulteta za strojništvo

PH catalogue  
available as  
app for Android  
and iPad



# SAFETY FIRST STAINLESS STEEL CONNECTORS FROM PH.



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



EDELSTAHL / STAINLESS STEEL  
VERBINDUNGSTECHNIK  
FLUID CONNECTORS

# REZULTAT POVEZOVANJA Z NANOSTI IN GOSPODARSTVA JE LABORATORIJ ZA 3D TISK KOVIN

Z odprtjem skupnega Laboratorija za 3D tisk kovin se uresničuje verjetno najbolj inovativni poslovni model povezovanja znanosti in gospodarstva, ki ga skupaj peljejo družba **SiEVA**, **SRIP ACS+**, **Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani** in partnerji.

Osnovno potrebo po izgradnji laboratorija je bilo zaznati že v okviru aktivnosti SRIP ACS+ na eni izmed delavnic o novih tehnologijah, nato pa smo na podlagi predlaganega poslovnega modela pridobili zaupanje pomembnih partnerjev, to so Cimos, Domel, Hidria, Iskra Mehanizmi, Kolektor Group, Mariborska livarna Maribor, TECOS, TPV, Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Zavod za gradbeništvo Slovenije ter Zavod 404, in zbrali sredstva za nakup vrhunske opreme za 3D tisk kovin. Na Fakulteti za strojništvo smo ponudili, da lahko laboratorij gostuje v prostorih fakultete, kar bo še okrepilo partnerstvo in omogočilo neposredno vključevanje študentov in profesorjev v delo laboratorija na konkretnih projektih industrije.

proizvodnjo iz štirih materialov, to je nerjavnega in orodnega jekla, aluminija in nikljeve zlitine v velikosti 250 x 250 x 300 mm. S tem tudi slovenska podjetja sledijo trendu, saj je prav 3D tehnologija v letu 2018 označena za eno najbolj prebojnih tehnologij na svetu.

Omenjeni poslovni model je edinstven z več vidikov. Prvič se je namreč zgodilo, da so se združila različna podjetja in raziskovalne ustanove, ki so skupaj investirale v nakup opreme. Tudi delo pri projektih bo potekalo skupaj, saj je vsak partner imenoval predstavnika, ki bo sodeloval v skupini s profesorji in študenti, da bomo tako skupaj iskali ustrezne rešitve za probleme, ki jih bo izpostavila industrija. Partnerji si med seboj nismo konkurenca, zato verjamemo, da bosta sodelovanje in prenos inženirskega znanja še toliko boljša. Prav tako smo snovalci projekta že navezali stike z drugimi takimi laboratoriji v Avstriji in Nemčiji, sodelujemo tudi z Univerzo Udine, kar pomeni, da imamo pred seboj že dovolj izzivov, s katerimi se bomo lahko takoj spopadli.



*Otvoritev laboratorija za 3D tisk kovin.*

Eno leto je samo trajalo od ideje do njene uresničitve, da je pol milijona evrov vreden 3D tiskalnik kovin, model zadnje generacije tiskalnikov nemškega proizvajalca EOS, pripravljen za uporabo. Na njem bomo lahko tiskali prototipe ali dele orodij in razvijali tehnološko zahtevne kose za maloserijsko



*Ogled laboratorija*



**Miloš Šturm**, direktor družbe SiEVA: »V preteklih sedmih letih je bil poudarek razvojno raziskovalnih nalog v SIEVI izboljšanje delovanja motorjev z notranjim zgorevanjem, električni in hibridni pogonski sistemi, razvoj mehanskih komponent za večjo varnost in udobje potnikov skupaj z razvojem proizvodnih tehnologij za izdelavo sklopov. To usmeritev smo nadaljevali tudi s projektom EVA4green, ki ga sofinancira ministrstvo za znanost. Zadnja tri leta smo sodelovali tudi v dveh evropskih projektih Obzorja 2020 COMBILASER in Facts4Workers. V obeh smo skupaj s partnerji razvijali tehnologije za Industrijo 4.0. Projekt ustanovitve 3D LAB je bil tako logično nadaljevanje, saj so dodajalne tehnologije velik izziv tudi za avtomobilsko industrijo.«

**Tanja Mohorič**, direktorica SRIP ACS+: »Resnično nas veseli, da se naše delo, usmerjeno v povezovanje partnerjev s področja mobilnosti, zaznavanja priložnosti za skupne projekte in podpora pri njihovi realizaciji odraža v tako pomembnem projektu, kot je vzpostavitev skupnega laboratorija gospodarstva in javnih raziskovalnih inštitucij. Ne samo, da s tem gospodarstvu prinašamo odlično priložnost za razvoj pomembnih kompetenc, temveč tudi vzpostavljamo povsem nove modele povezovanja in premikamo okvire dosedanjih razmišljanj. Zagotovo bomo tudi v prihodnje enako smelo in ambiciozno ustvarjali nove priložnosti za avtomobilsko industrijo in področje mobilnosti v Sloveniji, saj je izzivov vedno dovolj, odličnost partnerjev pa nam daje zagotovilo, da bomo dosegali tudi pomembne prebojne rezultate.«

**Prof. dr. Mitjan Kalin**, dekan Fakultete za strojništvo UL: »Z velikim navdušenjem in pričakovanji se vključujemo v tako povezovanje znanosti in gospodarstva. Naši profesorji in študenti bodo tako imeli priložnost ponuditi svoje obsežno znanje, uporabljati vrhunsko opremo in iskati rešitve za aktualne izzive industrije. Študenti se bodo vključevali v projekte, ki jim bodo dali aplikativna znanja in omogočili navezovanje stikov z različnimi zaposlovalci. Od nas bodo tako odšli ne le s teoretičnimi, ampak tudi s konkretnimi praktičnimi znanji, usposobljeni za takojšnje delo v industriji, kar je danes bistvena prednost na trgu dela.«



*Laboratorij je sodobno opremljen.*

Slovesnosti ob otvoritvi Laboratorija za 3D tisk so se udeležili številni predstavniki znanstvene, gospodarske in politične sfere, med drugim tudi minister dr. Jernej Pikalo, državni sekretar dr. Jernej Štromajer, oba z Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in šport, gospod Jernej Tovšak z Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo, rektor Univerze v Ljubljani, prof. dr. Igor Papič, vse prisotne sta nagovorila tudi predstavnika industrije, mag. Marko Gorjup, direktor podjetja TPV, ter Boštjan Bratuš, direktor Hidrie. Otvoritve se je udeležil tudi predstavnik nemškega proizvajalca EOS, gospod Edmar Allitsch, ki je predsednik nadzornega sveta EOS Holding AG.

## O SIEVI

Družba SiEVA d. o. o. (kratica pomeni Sinergijski ekološki varen avtomobil) je podjetje, ustanovljeno za opravljanje storitev na raziskovalno-razvojnem področju, usmerjenem v strateška področja elektrifikacije in varnosti vozil. Podjetje zaposluje vrhunske razvojne kadre, ki s svojimi kompetencami na področju elektrifikacije vozil, motorjev z notranjim zgorevanjem, zagotavljanjem udobja in varnosti ter razvoja procesov, tehnologij in proizvodne odličnosti nadgrajujejo obstoječa znanja v podjetjih-družbenikih podjetja SiEVA. Družba SiEVA kot novo razvojno jedro slovenske avtomobilске industrije predstavlja nov korak v razvoju slovenske avtomobilске industrije pri izgradnji kompetenc ter konkurenčnega pozicioniranja na globalnem trgu.

## O SRIP ACS+

SRIP je kratica za strateška razvojna inovacijska partnerstva, ki so bila oblikovana na pobudo države na devetih prednostnih področjih. Eno izmed prednostnih področij je tudi avtomobilska industrija z mobilnostjo in nosilec tega SRIP je avtomobilski grozd ACS. SRIP deluje kot podporno okolje, iščejo skupne projekte in možnosti za razvoj.



Oprema laboratorija

## O FAKULTETI ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani je sodobna raziskovalna institucija, priznana v slovenskem in mednarodnem okolju. Fakulteto odlikujejo vrhunski raziskovalni dosežki, ki jih je prepoznal tudi Evropski raziskovalni svet in podelil financiranje (projekt ERC) že dvema raziskovalcema. Rezultate svojih raziskav raziskovalci objavljajo tudi v najuglednejših revijah, kot je Nature Communications in številne druge. Poleg tega je Fakulteta za strojništvo med najbolj aktivnimi akademskimi institucijami v Sloveniji pri razvojno-raziskovalnem sodelovanju z gospodarstvom in prenosu znanj v industrijsko okolje.

[www.fs.uni-lj.si](http://www.fs.uni-lj.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](http://www.industrija.rs)**  
[www.facebook.com/casopis.industrija](https://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)

# XTS – Revolucija v gibanju.

Linearni transportni sistem za naslednjo generacijo strojev.



Sistem mehanskih vodil

Ravni ali ukrivljeni motorski moduli z možnostjo različnih kombinacij

Prosto gibajoče brezžične premične enote

[www.beckhoff.si/XTS](http://www.beckhoff.si/XTS)

Visoko kompakten transportni sistem XTS (eXtended Transport System) ponuja nove možnosti v strojogradnji. Sistem, ki ga sestavljajo le tri ključne komponente – motor z vgrajeno pogonsko elektroniko, brezžična premična enota in vodilo –, ponuja v kombinaciji s PC krmilniki in EtherCAT tehnologijo bistveno več svobode pri zasnovi naprav. Na voljo je širok nabor možnih konfiguracij transportnega sistema, ki predstavlja nov koncept na področju transporta, streg in montaže. Izboljšana proizvodna učinkovitost in bolj kompaktni stroji sta le dve od njegovih mnogih prednosti. S sistemom XTS in pripadajočo programsko opremo je mogoče izvesti tudi aplikacije, ki so s tehničnega vidika izjemno zahtevne.

New Automation Technology

**BECKHOFF**

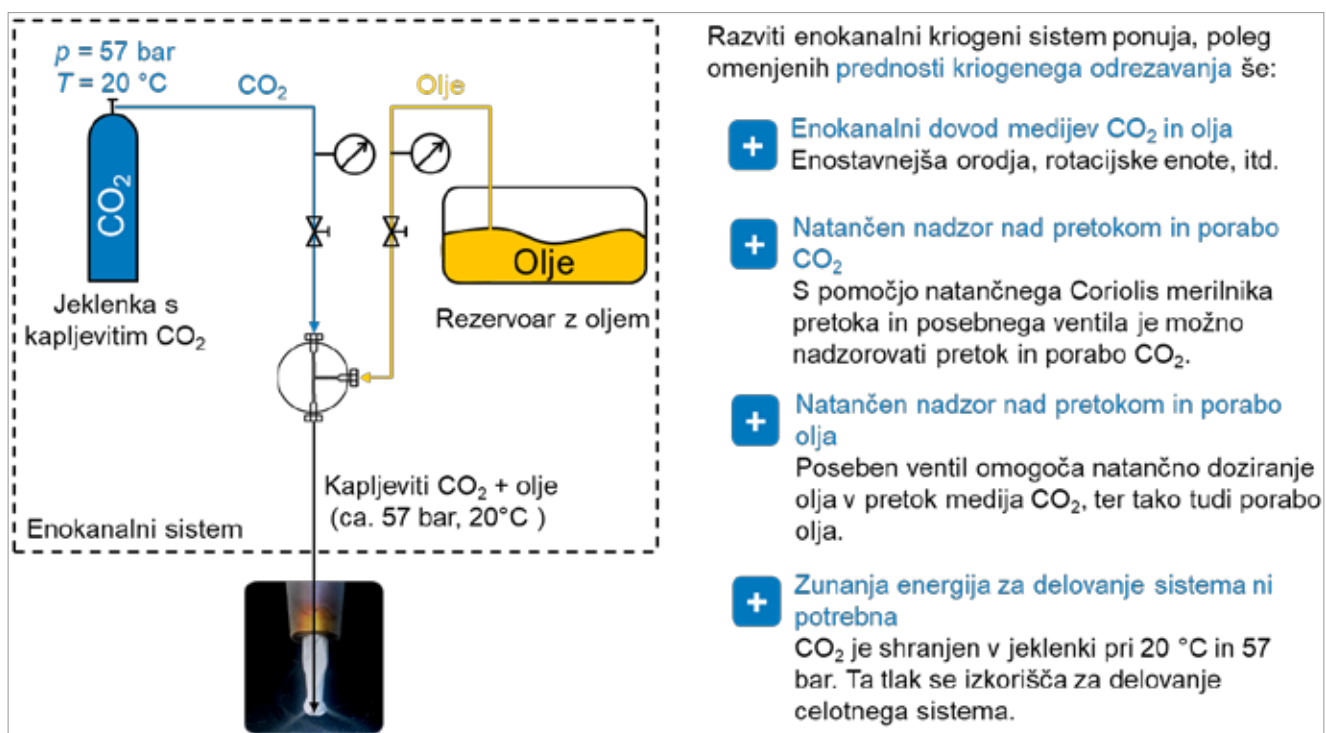
# ZLATO PRIZNANJE GZS ZA NOVO RAZVITI ENOKANALNI KRIOGENI SISTEM – INOVACIJA SINGLECRYOLUB

Člani Laboratorija za odrezavanje LABOD, Fakultete za strojništvo v Ljubljani, Luka Sterle, Damir Grguraš in izr. prof. dr. Franci Pušavec, so na Dnevih inovativnosti prejeli zlato priznanje Gospodarske zbornice Slovenije (Zbornica osrednjeslovenske regije) za inovacijo SingleCRYOlub. Razvili so sistem za enokanalni sočasni dovod kapljevitega ogljikovega dioksida ( $\text{LCO}_2$ ) ter oljne megle (MQL), ki predstavlja novost na področju odrezavanja z asistenco kriogenih medijev ter omogoča bistveno daljšo obstojnost orodja napram konvencionalnim hladilno-mazalnim tehnikam, hkrati pa omogoča možnost popolnoma suhe obdelave. Na dogodku, ki je potekal 21. junija 2018 v Mestni hiši v Ljubljani, je bilo skupno podeljenih 7 zlatih priznanj, 2 srebrni priznanji in 7 bronastih priznanj.

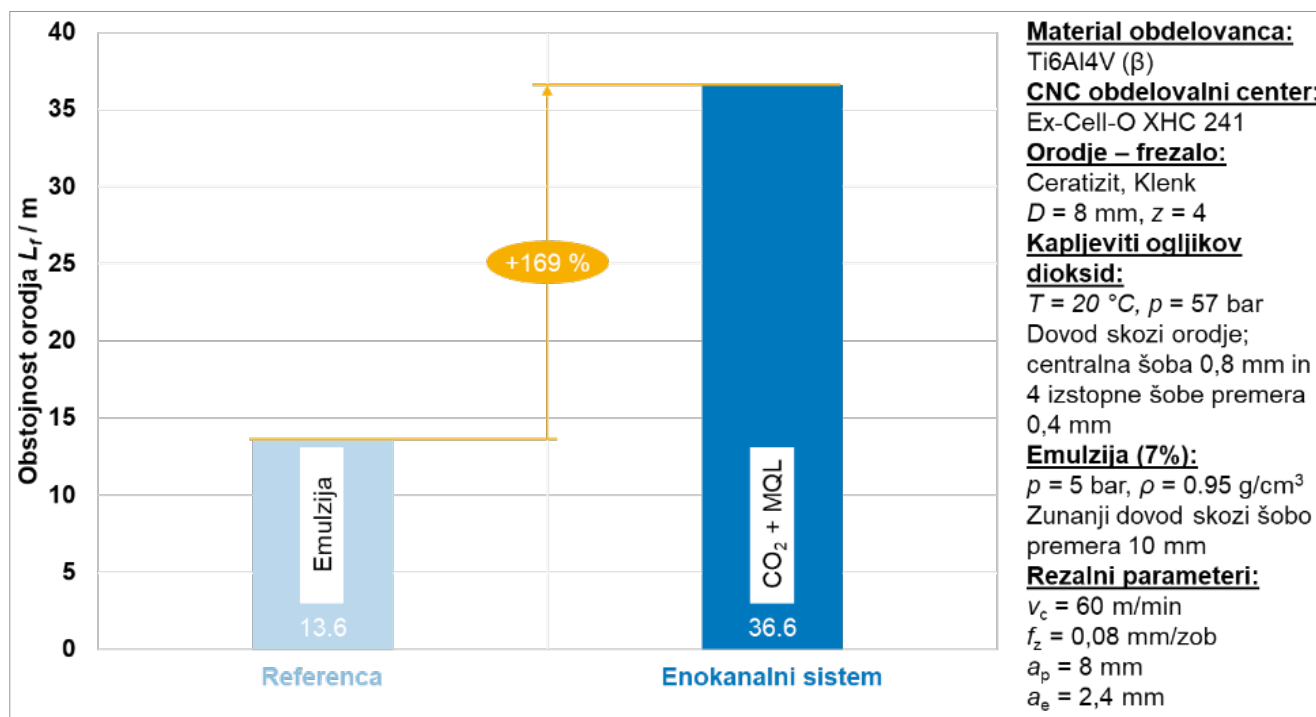
Na področju trajnostnega razvoja se znotraj Laboratorija za odrezavanje raziskovalci pod mentorstvom izr. prof. dr. Francija Pušavca ukvarjajo tudi z razvojem novih metod hlajenja in mazanja odrezovalnih procesov, s katerimi želijo nadomestiti klasična rezalna olja oz. emulzije. Le-ta so ekološko in zdravstveno sporna, predstavljajo zajeten delež celotnega stroška izdelave (do 17%) ter so v nekaterih primerih neprimerna oz. imajo negativen vpliv na funkcionalnost izdelka. Z razvojem novih superzlitin ter naraščujočo potrebo po obdelavi le-teh pa se hkrati pojavlja tudi težnja po bolj zmogljivih hla-

dilno-mazalnih pristopih. Odrezavanje z asistenco kriogenih medijev tako napram konvencionalnim tehnologijam lahko predstavlja ne samo čistejše in bolj varne tehnologije, temveč tudi znižanje stroškov obdelave, višjo kakovost obdelanih izdelkov ter višjo produktivnost.

Inovacija SingleCRYOlub predstavlja nov princip enokanalnega sočasnega dovoda  $\text{LCO}_2$  ter MQL, kateri omogoča bistveno boljši nadzor nad porabo obeh medijev, hkrati pa rešuje problematiko obstoječih dvokanalnih sistemov, pri katerih sta hladilni



Slika 1: Princip razvite inovacije SingleCRYOlub ter njene prednosti.



Slika 2 : Primerjava obstojnosti orodja pri uporabi emulzije in inovativnega enokanalnega sistema.

medij LCO<sub>2</sub> ter mazalni medij MQL do orodja dovedena ločeno. Slabost ločenega dovajanja je izpodrinjanje oljne megle iz strani tekočega ogljikovega dioksida, kateri se nahaja pod višjim tlakom ter posledično neučinkovito mazanje. Poleg tega omenjena inovacija zmanjša kompleksnost samega dovajalnega sistema ter omogoča uporabo enostavnejših orodij, katera so lahko tudi manjših premerov (<10mm). Princip inovacije enokanalnega sistema je prikazan na Sliki 1.

Razviti sistem je možno z uporabo tržno že dostopnih t.i. rotacijskih enot že priklopiti na obstoječe CNC obdelovalne centre, kjer enokanalni dovod LCO<sub>2</sub> ter oljne megle MQL poteka skozi vreteno stroja in orodje do rezalnih robov, kjer pri izstopu iz kanala oz. kanalov znotraj orodja LCO<sub>2</sub> hipno ekspandira ter se pri tem ohladi na -78°C, hkrati pa z ekspanzijo razprši olje po celotnem rezalnem robu. Z nadzorom količine obeh medijev tako lahko indi-

vidualno variramo hladilni ter mazalni učinek glede na individualni odrezovalni proces za doseg optimalnih rezultatov.

Na primeru freziranja težko obdelovalne titanove superzlitine Ti6Al4V ( $\beta$ ) je bila izvedena primerjava obstojnosti orodja pri klasičnem obilvanju z emulzijo ter pri sočasnem dovodu LCO<sub>2</sub> ter MQL, ki sta bila dovedena skozi orodje (centralna šoba 0,8 mm) ter izstopila skozi 4 šobe premera 0,4 mm v neposredni bližini rezalnega robu. Z uporabo inovativnega postopka mazanja ter hlajenja smo tako dosegli skoraj 1,7-kratno daljšo obstojnost orodja, kar je prikazano na Sliki 2.

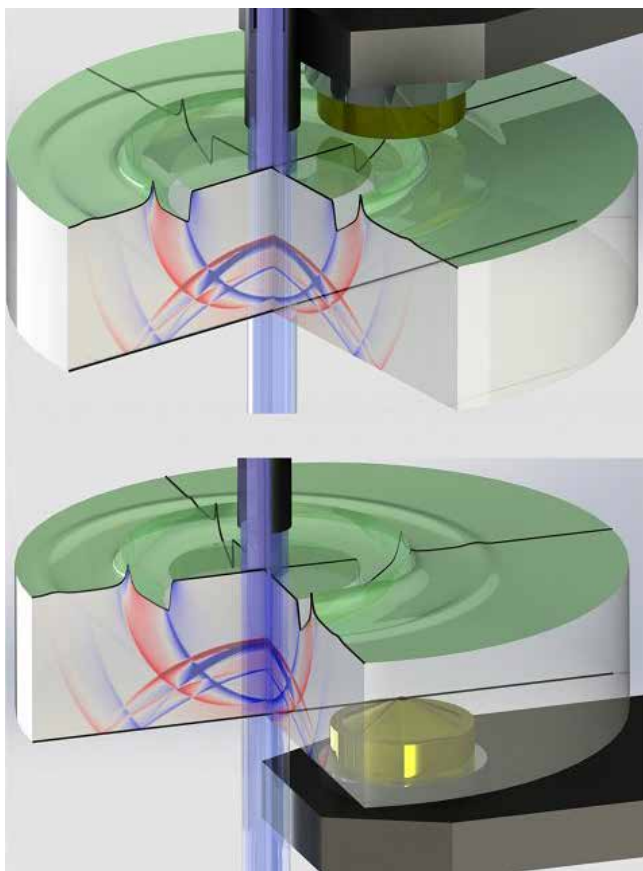
Luka Sterle, mag. inž., Damir Grguraš, mag. inž., izr. prof. dr. Franci Pušavec, univ.dipl. inž., vsi Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo  
franci.pusavec@fs.uni-lj.si, www.fs.uni-lj.si



## ZNANSTVENI ČLANEK O PRISLUŠKOVANJU SVETLOBNIM ODBOJEM OBJAVILI V PRIZNANI REVIJI NATURE COMMUNICATIONS

Raziskovalci s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani so v sodelovanju s še tremi znanstvenimi institucijami iz Kanade in Brazilije uspeli prisluškovati svetlobnim odbojem. Znanstveni članek o odkritju je bil objavljen v ugledni znanstveni reviji Nature Communications. Za pojasnitev meritev so razvili še nov raziskovalni pristop, ki se lahko v celoti modelira v računalniškem okolju.

Kljub temu, da ideja o tem, da svetloba prenaša gibalno količino, ni nova, natančna narava interakcije med svetlobo in snovjo ostaja skrivnost že skoraj 150 let, odkar je bil obstoj gibalne količine svetlobe teoretično napovedan. Nove raziskave na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani, nedavno objavljene v ugledni reviji Nature Communications, predstavljajo pomemben korak h končni razjasnitvi te skrivnosti svetlobe.



Slika prikazuje, kako laserski blisk (vijolična) udari ob visokoodbojno plast (zelena) in pri tem požene ultrazvok (modro-rdeči valovi), ki jih na zgornji ali spodnji površini steklenega vzorca (siva) zazna senzor pomikov (zlata).

Avtorji znanstvenega članka »Izolirano zaznavanje elastičnih valov, ki jih poganja gibalna količina svetlobe« so natančno analizirali premikanje vzorčnega zrcala, s čimer so pridobili podatke o osnovni interakciji med svetlobo in snovjo. Poslušali in analizirali so zelo šibek ultrazvok, ki nastane kot posledica svetlobnega tlaka oziroma »udarca« laserskega bliska s trajanjem nekaj milijardink sekunde ob visokoodbojno zrcalo. Ta zvok je tako tih, da se atomi, ki jih zvok požene v gibanje, premaknejo za manj kot stotinko svojega premera, pa vendar dovolj glasen, da znanstvenikom omogoča eksperimentalen dostop do značilnega prstnega odtisa, ki ga odboj svetlobe pusti za seboj.

S tem želijo ugotoviti, kako se gibalna količina, ki jo nosi svetloba, med procesom odboja prenaša na zrcalo. To vprašanje je pomembno, saj lahko odgovor nanj odloči o tem, kateri od konkurenčnih formalizmov klasične teorije elektromagnetizma je pravilen. Različni formalizmi namreč predvidevajo različne razporeditve optičnih sil. Te razporeditve sil sprožajo različne zvočne valove, ki se razširjajo po zrcalu. Z zaznavanjem pomikov, ki jih ultrazvočni valovi inducirajo med odbojem od površin zrcala, lahko dešifrirajo informacije, ki jih ti elastični valovi nosijo s seboj. Vsebujejo namreč prstni odtis, ki je za vsak formalizem edinstven. To je bil tudi motiv za raziskavo, ki so jo izvedli avtorji, raziskovalci Fakultete za strojništvo: doc. dr. Tomaž Požar, asist. dr. Jernej Laloš, asist. dr. Aleš Babnik in izr. prof. dr. Rok Petkovšek. Poleg njih so pri raziskavi sodelovali še tuji sodelavci: Max Bethune-Waddell, Kenneth J. Chau, Gustavo V. B. Lukasiwicz in Nelson G. C. Astrath.

S tem odkritjem so postavili nov eksperimentalni pristop, ki se lahko v celoti modelira v računalniškem okolju. Primerjave med začetnimi eksperimenti in rezultati simulacij pa mnogo obetajo za dokončno eksperimentalno določitev tistega dela teorije elektromagnetizma, ki opisuje, kako svetloba s snovjo izmenjuje gibalno količino in energijo.

Izjava doc. dr. Tomaža Požarja o odkritju in objavi v reviji: »Osnovni motiv za naše mednarodno sodelovanje je bil eksperimentalna razrešitev okrog 150 let starega fizikalnega problema o tem, kako svetloba interagira s snovjo izključno zaradi svetlobnega tlaka. Naša raziskovalna prizadevanja na tem področju budno spremljajo razvojniki in uporabniki optičnih pincet, saj za teoretični opis ma-

nipulacije deformabilnih snovi še nimajo na voljo ustreznega teoretičnega opisa.«

Raziskave so finančno podprle: ARRS, brazilske agencije CAPES, CNPq in Fundação Araucária ter kanadski NSERC.

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

**IRT 3000**  
INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE

SPLAČA SE  
BITI NAROČNIK



ZA SAMO 50€ DOBITE:

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

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](http://WWW.IRT3000.COM)



## POCLAIN HYDRAULICS Z MLADIMI STROJNIKI V FRANCIJO

V podjetju *Poclain Hydraulics* iz Žirov, ki že več kot desetletje posluje v okviru mednarodne skupine Poclain, v okviru svoje kadrovske politike nenehno širijo in krepijo sodelovanje s slovenskimi izobraževalnimi ustanovami, šolami in centri znanja. Povezovanje s srednjimi šolami in fakultetami jim tako pomembno olajša iskanje usposobljenih kadrov z ustreznimi znanji s področja strojništva in mehatronike, pa tudi strokovnjakov in raziskovalcev s področja fluidne tehnike in hidravlike, ki jih nujno potrebujejo za svoj nadaljnji razvoj. Uspešno povezovanje gospodarstva s šolskim sistemom postaja za žirovsko podjetje zelo pomembno, saj praktično usposabljanje dijakom in študentom omogoča pridobivanje specifičnih znanj in dragocenih izkušenj, podjetju pa potencialno odpira perspektive za njihovo zaposlitev ter učinkovito integracijo v razvoj, upravljanje in obvladovanje delovnih procesov. Rezultati takega sodelovanja so navdušujoči, saj projektne naloge s svojimi rešitvami omogočajo implementacijo v proizvodnji. Zmagovalce najboljše ocenjenih razpisanih seminarjskih nalog so v septembru nagradili z obiskom tovarne Poclain v Verberieju v Franciji, kjer jih je gostil Guillaume Bataille, zdajšnji predsednik in izvršni direktor skupine Poclain.



*Tovarna Poclain v Verberieju v Franciji*

Direktor Aleš Bizjak, ki zadnja tri leta v podjetju intenzivno skrbi za razvoj vseh področij dela ter pri tem posebno pozornost posveča človeškim virom, poudarja, da želi Poclain Hydraulics, podobno kot skupina Poclain, bolj ambiciozno kadrovati: "Tudi mi skladno s svojimi razvojnimi in strateškimi cilji nenehno širimo sodelovanje s tehnično usmerjenimi iz-

obraževalnimi ustanovami in znanstvenimi institucijami, poleg tega pa iščemo vedno nove načine, kako čim bolj učinkovito vključiti motivirane in sposobne mlajše kadre v naše delovno okolje. Zlasti prihodnje strojne tehnike in inženirje v naši tovarni v prihodnje čakajo prosta delovna mesta, omogočamo pa jim tudi nadaljnje izpopolnjevanje in usposabljanje. Ker



korporacija Poclain uspešno povezuje svoje zaposlene v različne projektne skupine, bodo zainteresirani dobili tudi možnost dela v tujini, kar pomeni tudi obetavne možnosti za razvoj njihove kariere."

Tina Menard, v Poclain Hydraulics vodja enote Ravnanje s človeškimi viri, pojasnjuje, da v podjetju izjemno skrb posvečajo študentski politiki, vendar si v svoje vrste prizadevajo privabiti še več talentiranih mladih izobražencev: "Širitev sodelovanja s šolami in z izobraževalnimi ustanovami, ki skozi projektne naloge vključuje še praktično izpopolnjevanje dijakov in študentov, se je izkazalo kot uspešno. Zgolj čakanje na odločitev mladih, da jih bodo v dobi izobraževanja med razpoložljivimi zanimali prav naši programi, ni dovolj. Želeli smo jih motivirati tudi skozi druge oblike sodelovanja, zato so naši razvojniki in vodje v proizvodnji zanje že v lanskem šolskem letu razpisali zanimive seminarske naloge, ki so jih po projektnih skupinah in pod vodstvom svojih mentorjev reševali dijaki na Srednji šoli za strojništvo v Šolskem centru Škofja Loka ter študentje na ljubljanski Fakulteti za strojništvo. Tako smo jim lahko še bolj podrobno predstavili vsebine, ki so relevantne za naše delovno okolje, ter jih vključili v aktualne okvire, kjer vidimo priložnosti za implementacijo njihovih inovativnih rešitev v praksi."

Svoje zmagovalne projekte so avtorji sredi septembra v družbi svojih mentorjev predstavili tudi na sedežu skupine Poclain v Verberieju v Franciji, kjer jih je po ogledu tovarne sprejel tudi njen predsednik in izvršni direktor Guillaume Bataille.

Med tremi razpisanimi temami so svoje delo najbolje opravili dijaki Ažbe Kavčič, Gal Dobravec in Primož Peterman, prihodnji strojni tehniki, ki so pod mentorstvom prof. Kristjana Prosenca izdelali nalogo z naslovom Sledenje in kalibracija orodij.



Ob obisku na sedežu skupine Poclain v Verberieju v Franciji



Slovenska delegacija dijakov in študentov na sedežu skupine Poclain v Verberieju v Franciji (od leve proti desni): dijak Ažbe Kavčič, študenta Gregor Urankar in Nace Remih, dijak Gal Dobravec in Tina Menard (PoclainHydraulics), zadaj: dijak Primož Peterman, prof. Kristjan Prosen, Martin Miklavčič in Darjan Mlinar (oba PoclainHydraulics), doc. dr. Franc Majdič in Guillaume Bataille, Poclain( Foto: arhiv PH)

Na Fakulteti za strojništvo je 16 študentov do marca letos reševalo 8 projektnih nalog, povezanih z delovanjem hidravličnih ventilov. Nace Remih in Gregor Urankar sta se lotila tematike uporabe in delovanja hidravličnih ventilov pri nizkih temperaturah in si po oceni strokovne komisije prislužila prvo mesto. "Obisk tovarne Poclain v Verberieju v Franciji je bila zanju zanimiva izkušnja, s katero sta v ugledni mednarodni skupini dobila vpogled v kompleksnost področja fluidne tehnike, za katerega se strokovno izobražujeta," zatrjuje njun mentor doc. dr. Franc Majdič. "Oba študenta se tudi strinjata, da tokratni izziv zanju ni bil pridobitev ocene, pač pa je bil njun cilj rešitev projektne naloge, zato rezultat razumeta kot praktični dokaz svojega uspešno pridobljenega znanja."

Žirovski PoclainHydraulics, ki je z več kot 300 zaposlenimi tretja največja tovarna v skupini Poclain, je danes pomemben kompetenčni center za hidravlične ventile in hidravlične naprave znotraj korporacije, obenem pa tudi tehnološki center za avtomatske preizkuševalne naprave hidravličnih sestavin. Tovarna, ki je v letu 2017 zabeležila 33 milijonov evrov prometa, 90 odstotkov svojih prihodkov ustvari z izvozno dejavnostjo. V zadnjem desetletju z novimi francoskimi lastniki uspešno vstopa na nove trge k največjim svetovnim igralcem in je danes v svetu med najprepoznavnejšimi na področju ventilov za hidravlične transmisije ter med štirimi vodilnimi pri proizvodnji ventilov za zavore. Njihov celoten proizvodni program zajema ventile za zaprte in odprte tokokroge, ventile za zavore ter hidravlične naprave in preizkuševališča, proizvajajo pa tudi bate za motorje in črpalke ter



Poclainova tovarna v Verberieju v Franciji

aksialne motorje. Z njimi že prodirajo na tržišče transmisij in vzporedno z avtomatizacijo in robotiko za nadgradnjo proizvodnje sledijo smernicam in industrijskim standardom 4.0. Skladno s politiko skupine Poclain in z razvojem ključnih znanj stremijo k boljši učinkovitosti, odličnosti poslovanja in vrhunski kakovosti izdelkov.

Skupina Poclain, ki ima sedež v Verberierju v Franciji, za trg razvija in proizvaja visokozmogljive hidravlične sestavine in sisteme, večinoma za hidravlične hidrostatične pogone. Sem sodijo hidravlični motorji in črpalke, hidravlični ventili, naprave, celotni sistemi ter z njimi povezana elektronika.

Skupina posluje na treh kontinentih v 20 državah in z več kot 2.000 zaposlenimi letno ustvari za približno 380 milijonov evrov prihodkov. Tehnološko dovršene, energijsko varčne in okolju prijazne izdelke skupina Poclain trži preko vseh svojih 11 tovarn, 20 lastnih pisarn ter 180 distributerjev po vsem svetu. Hidravlične sestavine in sistemi, ki jih razvijajo v Žireh, tako omogočajo nemoteno obratovanje številnih industrijskih delovnih strojev, zlasti v dejavnosti gradbeništva, kmetijstva, rudarstva, luškega, ladijskega in drugega transporta.

[Poclain Hydraulics, Služba za odnose z javnostmi](#)

## SPLETNA TRGOVINA [www.s3c.si](http://www.s3c.si)



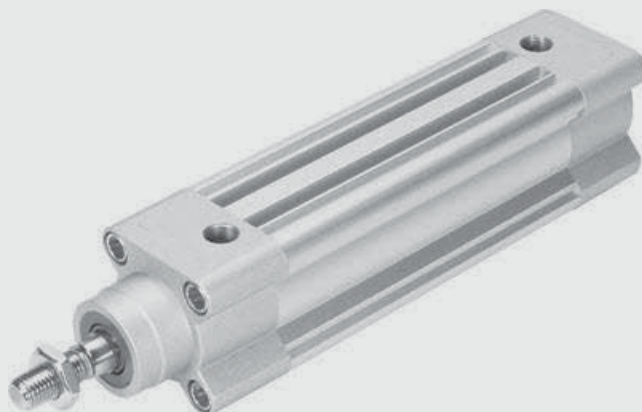
V podjetju S3C d. o. o. nudijo med drugim celotno paleto izdelkov vodilnega proizvajalca pnevmatik – FESTO. Na zalogi so na voljo Festo cilindri, priključki, mehanski in električni ventili, vzdrževalne enote, cevi ter vakuumska tehnika.

Prednost ponudbe je tudi možnost alternativnih izdelkov, ki so še vedno kakovostni, a hkrati cenovno ugodni.

Za vas so na voljo vsak delavnik od 8:00 do 16:00 – temeljito se posvetijo prav vsakemu od vas! Celotno ponudbo lahko vidite tudi v spletni trgovini [www.s3c.si](http://www.s3c.si).

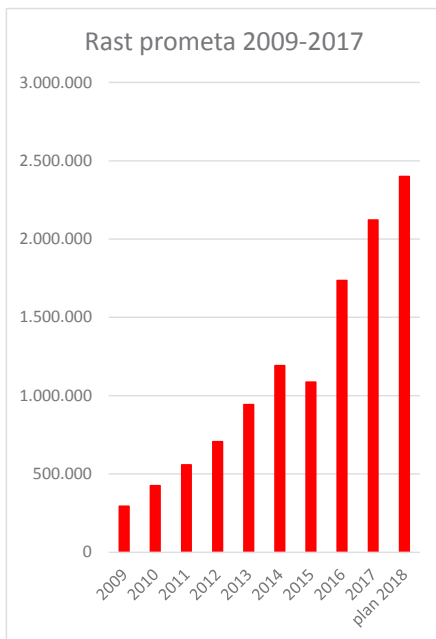
### Vir:

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



# 10 LET PODJETJA BECKHOFF AVTOMATIZACIJA D. O. O.

Slovenska podružnica Beckhoff, ki ima svoj sedež v Medvodah, je letos praznovala svojo 10-letnico delovanja. Podjetje, ki skrbi za prodajo, tehnično podporo in izobraževanja za proizvode Beckhoff, že vsa leta z izjemo enega prikazuje rast prihodkov. Tako so tudi v lanskem letu dosegli 2,1 milijona evrov prihodkov, kar je za 22 % več kot leto prej.



Ekipo Beckhoff Slovenija

Podjetje z ekipo 7 ljudi, ki poleg Slovenije pokriva tudi vse področje bivše skupne države z izjemo Hrvaške, kjer je Beckhoff zastopan prek distributerja, tudi za prihodnje načrtuje kontinuirano rast z dodatnim zaposlovanjem tehničnega kadra ter osredotočanjem na potrebe kupcev, med katerimi prednjačijo podjetja s področja strojogradnje, avtomatizacije zgradb in vodovodov.

Tudi matično podjetje Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, ki slovi po inovativnih in naprednih rešitvah v avtomatizaciji, je lani z 810 milijonov evrov prihodkov doseglo kar 19-odstotno rast. Nemško

družinsko podjetje s 3900 zaposlenimi je v zadnjem obdobju veliko investiralo v svoje proizvodne zmogljivosti, v prihodnje pa namerava še več investirati v razvoj.

Zanesljive dobave, dobra tehnična podpora, učinkovita šolanja in predstavitve novosti so naloge, ki bodo v podjetju Beckhoff Avtomatizacija d. o. o. prednostne tudi v prihodnje.

Več o podjetju na [www.beckhoff.si](http://www.beckhoff.si).

[A.Krasna@beckhoff.com](mailto:A.Krasna@beckhoff.com)

## NOVE KNJIGE

Becker, P. gl. ur.: **O+P (Fluidtechnik) Konstruktions - Jahrbuch 2018** (Sonderausgabe) - Almanah revije *Olhydraulik und Pneumatik* (O + P Fluidtechnik) 2018 je namenjen predvsem projektantom hidravličnih in pnevmatičnih naprav ter snovalcem strojev s tovrstnim pogonom in/ali krmiljenjem. Podrobnejša predstavitev priročnika z izčrpnimi po-

datki o sestavinah in njihovih izdelovalcih in dobaviteljih je na str. 380 te izdaje Ventila. Zal.: Vereinigte Fachverlage GmbH, Liese-Meitner Strasse 2, 55 129 Mainz, BRD Postfach 100465; tel.: + 06131/992-0; faks: +06131/992-100; e-pošta: [info@engineering-news.net](mailto:info@engineering-news.net); internet: [www.engineering.news.net](http://www.engineering.news.net), obseg: 184 str.

## Nov O+P – PRIROČNIK ZA PROJEKTANTE IN KONSTRUKTERJE

Uveljavljena nemška revija za hidravliko in pnevmatiko – fluidno tehniko (*O+P Fluidtechnik*) nadaljuje s tradicionalnim rednim letnim izdajanjem priročnika za projektante in konstruktorje hidravličnih in pnevmatičnih naprav ter snovalce naprav in strojev s tovrstnim pogonom in/ali krmiljenjem. Letošnja izdaja je izšla, pod že znanim naslovom *O+P – Fluidtechnik Konstruktions Jahrbuch 2018, Sonderausgabe*.

Publikacija, ki obsega 184 strani, je razdeljena na šest delov, ki obsegajo naslednje vsebine:

- ▶ Uvodnik – poročilo o stanju branže (4 str.);
- ▶ Nemška fluidna tehnika vodilna v svetu (4 str.);
- ▶ **Aktualne teme** (69 str):
  - *Simulacije* – enodimenzionalne simulacije – orodje za sodobne razvojne procese,
  - *Reduciranje hrupnosti* – vplivi in zmanjševanje hrupa v fluidni tehniki,
  - *Tesnjenje* – tesnila in tesnilke v fluidni tehniki,
  - *Bilanca toplote* – bilanca toplote v hidravlični napravi,
  - *Filtriranje* – filtriranje pri hidravličnih napravah in sistemih,
  - *Hidravlični akumulatorji* – izbira in uporaba

hidravličnih akumulatorjev;

- ▶ **Katalog hidravličnih in pnevmatičnih sestavin** in kompletnih naprav, merilne tehnike in značilnih storitev – vključno z vzdrževanjem, programsko opremo in izobraževanjem (okoli 80 str.);
- ▶ **Seznam izdelovalcev in dobaviteljev** (14 str.), vključno z izčrpnimi naslovi in logotipi nekaterih najpomembnejših podjetij (skupaj okoli 580 naslovov).

Dodatno je v okviru besedil objavljenih še okoli 30 širših oglasov najpomembnejših podjetij.

Glej tudi rubriko: Nove knjige, na str. 379.

## KAJ NAJ BI VEDELI O HIDRAVLIKI?

Švicarska tehniška šola *ABB Technikerschule in Baden (Schweiz)* organizira oz. ponuja tridnevne osnovne tečaje o hidravličnih napravah z nazornim in praktičnim poukom. Po posredovanju teoretičnih osnov se obravnavajo vse osnovne sestavine in vezja s prikazom lastnosti in delovanja na šolskih laboratorijskih modelih. Tečaji se organizirajo štirikrat letno.

Pod hidravliko razumemo prenos moči in krmiljenje sil in gibanja s pomočjo fluidov. Če se ukvarjate z uporabo sodobnih naprav, strojev in vozil in ste zadrženi za njihovo hidravliko ali pa ste konstruktor naprav in strojev ter projektant njihove hidravlike, potem vam je namenjen takšen tečaj. Namenjen je torej graditeljem strojev, konstrukterjem, projektantom, inženirjem, tehnikom, monterjem in vzdrževalcem in vsem drugim poklicnim strokovnjakom za tovrstne naprave. Posreduje vsa potrebna znanja in veščine, potrebne za gradnjo, uporabo in vzdrževanje hidravlike na različnih napravah, strojih in vozilih.

Po razumevanju in osvajanju teoretičnih osnov delovanja in zgradbe vseh osnovnih sestavin in vezij,

boste praktično spoznali njihovo delovanje, lastnosti in posebnosti na najsodobnejših šolskih kompletih. Posebno boste obravnavali vsa zaporna, tlačna, tokovna in podobna vezja, vključno s problematiko uporabe ustreznega filtriranja, tesnjenja in delovanja hidravličnih akumulatorjev. Seveda boste spoznali tudi osnovne vrste in lastnosti hidravličnih tekočin ter načine merjenja in preskušanja ter uporabe merilne opreme.

Več informacij dobite na spletnem naslovu: [www.abbts.ch/weiterbildungskurse](http://www.abbts.ch/weiterbildungskurse) (glej tudi rubriko zanimivosti na spletnih straneh v tej izdaji Ventila, str. 426.)

# SLOTTRIB 2018



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

**20. NOVEMBER 2018**  
Radisson Blu Plaza Hotel,  
Ljubljana

**30. junij 2018**

Prvo obvestilo

**20. oktober 2018**

Rok za oddajo povzetkov

**31. oktober 2018**

Obvestilo o uvrstitvi  
prispevka v program in  
podrobna navodila za  
pripravo prispevka

**8. november 2018**

Rok za oddajo prispevkov  
Prijava razstavljalcev  
Plačilo kotizacije

**15. november 2018**

Drugo obvestilo in  
program posvetovanja

**20. november 2018**

Posvetovanje

## | TEME POSVETOVANJA |

- Maziva, hladilno mazalna sredstva in goriva
- Zeleni pogoni in elektromobilnost
- Tribološke lastnosti sodobnih materialov
- Sodobni pristopi v tehnični diagnostiki & vzdrževanje
- Nano-tribologija & mikro-tribologija
- Obraba in poškodbe strojnih elementov in komponent

## | KONTAKT |

### SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

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

Bogišičeva 8  
1000 Ljubljana

Tel.: 01 4771 460  
Fax: 01 4771 469

E-mail: [slottrib@tint.fs.uni-lj.si](mailto:slottrib@tint.fs.uni-lj.si)  
Web: [www.tint.fs.uni-lj.si](http://www.tint.fs.uni-lj.si)



M. Kastelic, MostPhotos

# PREIZKUŠANJE HIDRAVLIČNIH FILTROV – VEČPREHODNI TEST PO STANDARDU ISO 16889:2008

Nejc Čegovnik, dr. Franc Majdič

## Izveček:

Inženirji se v industriji vsakodnevno srečujejo z različnimi stroji, katerih delovanje je odvisno od hidravličnih sistemov. Da bi stroji delovali nemoteno, je treba posebno skrb nameniti hidravlični kapljevini. Z izbiro ustreznih filtrirnih elementov izboljšamo proces filtracije in s tem stanje čistoče hidravlične kapljevine, kar dolgoročno pripomore k podaljšanju uporabne dobe hidravličnih sestavin in zanesljivosti delovanja hidravličnih sistemov. Da bi izbrali najprimernejši filtrirni vložek, so bile razvite različne metode njihovega vrednotenja in testiranja. Mednje sodi tudi *večprehodni test po standardu ISO 16889:2008 (Multi-pass method for evaluating filtration performance of a filterelement)*.

## Ključne besede:

večprehodni test, filtrirni element, hidravlična kapljevina, razmerje filtracije, čistoča

## 1 Uvod

Pri večprehodnem testu (ang. Multi-pass test), ki ga opisuje standard ISO 16889:2008, ugotavljamo kvaliteto filtriranja. Hidravlična kapljevina ima konstanten (testni) pretok skozi testirani filtrirni element in je namensko onesnažena s testnim prahom ISO MTD (ang. Medium test dust). Pri tem je treba ves čas meriti število delcev na vtoku v filtrirno enoto (filter) in na iztoku iz nje. Prav tako kot število delcev je pomembno tudi spremljanje diferencialnega tlaka na filtrirnem elementu. Ta tlak narašča glede na maso delcev, ki jih filtrirni element zadrži.

Za samo izvajanje testa je treba natančno preučiti standard ISO 16889:2008, se za nemoten in pravičen postopek testiranja seznaniti z vsemi zahtevami standarda ter zahtevami glede merilne in hidravlične opreme, ki je potrebna za ustrezno zgrajeno preizkuševališče. Po koncu testiranja je treba analizirati in prikazati rezultate tako, kot to zahteva standard, in opraviti vse pripadajoče izračune, izpolniti vse predpisane obrazce in izrisati vse pripadajoče grafe.

Nejc Čegovnik, mag. inž. str., Litostroj Power, d. o. o., Ljubljana; doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

## 2 Postopek testiranja

Standard omogoča izbiro med tremi različnimi testnimi pogoji oziroma omogoča testiranje filtrirnih elementov pri treh različnih gravimetričnih volumnih olju dodanega testnega prahu in sicer 3 mg/l, 10 mg/l in 15 mg/l. Testni pogoji (eden od gravimetričnih volumnov), pri katerem se bo izvajalo testiranje, izbere naročnik ali laborant. Vendar pa je treba, če enak filtrirni element testiramo večkrat, vedno testirati pri istem testnem pogoju, torej pri enakem gravimetričnem volumnu dodanega prahu. Tudi kadar testiramo dva različna filtrirna elementa zaradi primerjave, je treba testiranje obeh izvesti pri enakem pogoju [1].

Iz izbranega pogoja po enačbah v standardu nato izračunamo potreben dozorni volumen in potrebno maso kontaminanta (testnega prahu), ki ga dodamo v hidravlično kapljevino [1].

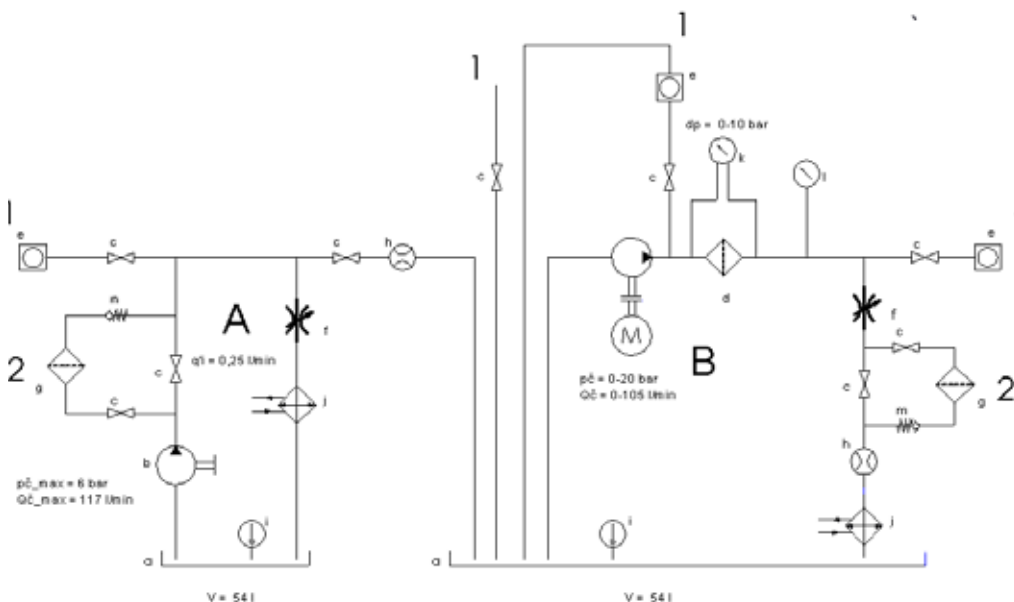
V osnovi poteka test v dveh podsistemih, sistemu (podsistemu) doziranja kontaminanta in testnem filtrirnem sistemu (podsistemu). Oba sta prikazana na *sliki 1*. V sistemu doziranja kontaminanta se izvaja priprava hidravlične kapljevine za kasnejše testiranje. V hidravlično kapljevino v dozirnem sistemu dodamo kontaminant in ga razpršimo z ultrazvočnim mešalom, da se prah (delci kontaminanta) enakomerno razporedi po celotnem volumnu. Kapljevina nato v dozirnem sistemu kroži, da kontaminant ostaja enakomerno razporejen po kapljevini. S pričetkom testiranja preko krogelnega zapirnega ventila, označenega na *sliki 1*, iz dozirnega sistema dovajamo kontaminirano olje s pretokom 0,25 l/min v rezervoar filtrirnega sistema [1].

**Preglednica 1 :** Vrednost testnih pogojev [1], ki jih ponuja standard ISO 16889 na izbiro

| Parameter   | Pogoj 1   | Pogoj 2  | Pogoj 3  |
|---|---|----------|----------|
| Začetni gravimetrični volumen v filtrirnem sistemu      | Manj kot 1 % minimalnega volumna, določenega v preglednici 4 (ISO 16889), merjenega pri najmanjši velikosti štetih delcev.  |          |          |
| Začetni gravimetrični volumen v dozirnem sistemu        | Manj kot 1 % dozirnega gravimetričnega volumna  |          |          |
| Osnovni vhodni gravimetrični volumen, mg/l <sup>a</sup> | 3 ± 0,3   | 10 ± 1,0 | 15 ± 1,5 |
| Priporočena velikost delcev                             | Najmanj 5 različnih velikosti, vključno s 30 µm $\phi$ , izbrani so glede na domnevno zmožnost filtriranja filtra v območju od $2 < \beta > 1000$ . Tipične velikosti delcev so 4 µm $\phi$ , 5 µm $\phi$ , 6 µm $\phi$ , 7 µm $\phi$ , 8 µm $\phi$ , 10 µm $\phi$ , 12 µm $\phi$ , 14 µm $\phi$ , 20 µm $\phi$ in 25 µm $\phi$ |          |          |
| Metoda štetja in vzorčenja                              | »On-line« avtomatski števec delcev  |          |          |

<sup>a</sup> Če primerjamo dva filtra med seboj, mora biti osnovni vhodni gravimetrični volumen enak.

<sup>b</sup> Kadar testiramo zelo fin filter, se lahko zgodi, da štejemo delce, za katere je filtracija prenizka npr.  $2 < \beta > 10$ . Kadar pa testiramo grob filter, se zgodi, da štejemo tiste delce, za katere je filtracija previsoka, npr.  $200 < \beta > 1000$ , ker meritve niso v območju delovanja APC ali ne zadostujejo testnim pogojem.



**Slika 1 :** Celoten hidravlični sistem, ustrezen za izvajanje testiranja filtrirnih elementov po postopku večprehodnega testa ISO 16889:2008 Multi-pass test.

## Validacija sistema doziranja kontaminantov

Pred začetkom testiranja je treba izvesti postopek validacije filtrirnega in dozirnega sistema. Validacija razkrije efektivnost testnega tokokroga, z njo določimo ustrezno vsebnost kontaminanta oziroma preprečimo spreminjanje njegove vsebnosti. Validacijo izvedemo za oba podsistema [1], [2].

Validacijo dozirnega sistema izvedemo pri največjem gravimetričnem volumnu, največjem dozirnem volumnu, najmanjšem dozirnem pretoku in pri času, ki je potreben za zmanjšanje volumna, ki ga uporabljamo. Najprej dodamo v sistem testni prah, ki mora krožiti v sistemu najmanj 15 minut. Pretok v dozirnem sistemu naj bo ločen od ostalega sistema in mora imeti vrednost v območju ± 5 % zelenega

pretoka. Treba je izmeriti pretok in zajeti vzorce pri 30-ih, 60-ih, 90-ih in 120-ih minutah oziroma v štirih enakih časovnih intervalih. Test validacije je sprejet, če je gravimetrični volumen vzorcev v območju ± 10 % gravimetričnega volumna, predpisanega v preglednici 1, in če vzorci med seboj ne odstopajo za več kot ± 5 %. Prav tako mora biti pretok vsakega vzorca v območju ± 5 % predpisanega v preglednici in med vzorci ne sme odstopati za več kot ± 5 %. Volumen, ki je ostal v sistemu, vključno s povprečnim volumnom vzorcev, mora biti v območju ± 10 % začetnega volumna [1].

## Validacija testnega filtrirnega sistema

Validacijo filtrirnega sistema izvedemo pri najnižjem dopustnem pretoku testiranja. Volumen hidravlične kapljevine, vključno s čistilnim filtrom, mora biti v

območju od 25 % do 50 % najnižjega volumenskega pretoka v eni minuti, vendar ne manj kot 5 l/min. Nato dodajamo testni prah, dokler ne dosežemo osnovnega gravimetričnega volumna. Pri tem pazimo, da je pretok skozi števec delcev enak pretoku pri kalibraciji števca, kapljevina pa mora krožiti v tesnem sistemu 60 minut. V enakih časovnih intervalih je treba izmeriti čistočo in sešteti skupno število delcev, pri tem časovni interval ne sme odstopati za več kot minuto. Test validacije je sprejet, če število delcev iste velikosti ne odstopa za več kot 15 % od povprečnega števila delcev te velikosti v vseh časovnih intervalih in če je povprečno kumulativno število delcev na mililiter v dopustnem intervalu [1].

### Pričetek testiranja

Ko vstavimo filtrirni vložek v ohišje pri specifičnih testnih pogojih, najprej izmerimo in zabeležimo padec tlaka skozi čisto filtrirno enoto. Iz tega lahko potem izračunamo tudi padec tlaka skozi filtrirni vložek. Treba je izmeriti in zapisati tudi začetno raven kontaminanta v sistemu s števcem delcev na vhodu v filtrirni element. Če je raven kontaminanta nižja od predpisane, uporabimo obtok mimo čistilnega filtra. Na tem mestu je treba zajeti začetni vzorec iz dozirnega sistema in ga označiti. Pomembno je, da dozirni pretok ves čas nadzorujemo, saj tako zagotovimo pretok skozi celotni test znotraj toleranc [1].

Ko so izpolnjeni zgornji pogoji, omogočimo dozirnemu pretoku dotok v rezervoar testnega filtrirnega sistema in začnemo meriti čas. Pri tem je zelo pomembno, da vzdržujemo konstanten volumen sistema v območju  $\pm 5\%$ . V enakih časovnih intervalih, ki ne smejo odstopati za več kot minuto, merimo število delcev med vtokom in iztokom filtrirnega vložka, dokler padec tlaka ne naraste na izračunano vrednost padca tlaka skozi filtrirni vložek. Pred tem je treba pri 80 % vrednosti izračunane padca tlaka zajeti vzorec pred filtrirno enoto za gravimetrično analizo [1].

Ko dosežemo izračunani padec tlaka, zaključimo test in izvedemo naslednje:

- ▶ Zapišemo čas trajanja testa,
- ▶ Preusmerimo dozirni tok proč od testnega sistema,
- ▶ Ustavimo tok v testirani filter,
- ▶ Izmerimo in zapišemo končni volumen v testnem sistemu ( $V_{if}$ ),
- ▶ Izmerimo in zapišemo končni volumen dozirnega sistema ( $V_{if}$ ),
- ▶ Zberemo končne vzorce za gravimetrično analizo dozirnega sistema,
- ▶ Vizualno preverimo, ali se filtrirni vložek med testiranjem ni poškodoval,
- ▶ Izvedemo analizo rezultatov in preverimo, ali je bil test izveden zadovoljivo, da preprečimo oziroma odpravimo morebitne napake med postopkom testiranja [1].

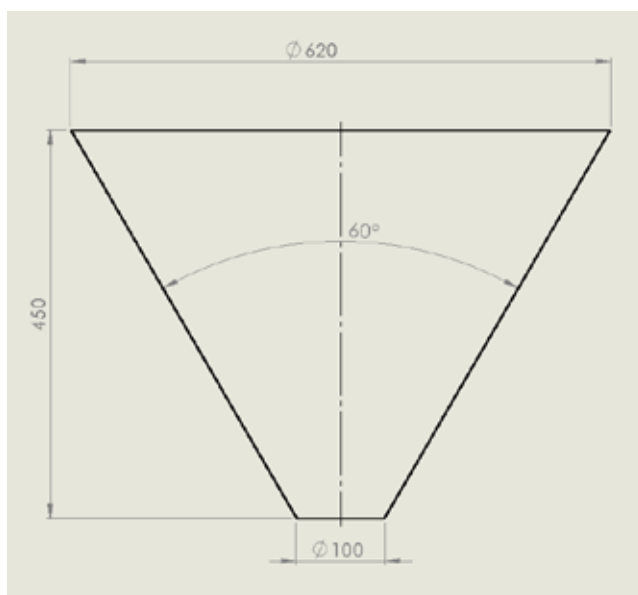
### 3 Gradnja preizkuševališča

Na začetku je bilo treba določiti osnovne dimenzije preizkuševališča in izbrati osnovne hidravlične sestavine. Pri načrtovanju je treba upoštevati, kakšne filtrirne vložke želimo testirati oziroma kakšni bodo testni filtrirni pretoki. Odločili smo se, da zgradimo preizkuševališče, ki bo primerno za testiranje filtrirnih vložkov s pretokom do 100 l/min. V katalogih izdelovalcev smo poiskali ustrezne sestavine na podlagi pretoka in mase, ki naj bi jo filter zadržal, in izračunali minimalni dozirni volumen. Izračunali smo, da mora rezervoar dozirnega sistema zagotavljati volumen najmanj 54 l olja.

### Določitev volumna rezervoarjev

Volumen testnega rezervoarja je predpisan v standardu. Volumen kapljevine v testnem sistemu mora biti v območju od 25 % do 50 % določenega volumenskega pretoka v eni minuti, vendar pa ne sme biti manjši od 5 l. Priporočeno je, da je za volumenske pretoke, manjše od 60 l/min, volumen testne hidravlične kapljevine enak 50 % testnega volumenskega pretoka v eni minuti. Če je testni volumenski pretok večji od 60 l/min, je priporočeno, da je volumen testne hidravlične kapljevine enak 25 % testnega volumenskega pretoka v eni minuti. Tako se je izkazala kot najbolj optimalna rešitev tudi za volumen testnega rezervoarja 54 l [1].

Z upoštevanjem, da morata oba rezervoarja imeti stožčasto obliko z nagibom med  $60^\circ$  in  $90^\circ$  in volumnom 54 l, je končna oblika rezervoarja prikazana na *sliki 2*.



**Slika 2** : Skica rezervoarja za dozirni sistem z dimenzijami.





**Slika 3** : Aluminijasta konstrukcija preizkuševališča (1500 mm x 1680 mm x 800 mm)

### Določitev dimenzij preizkuševališča

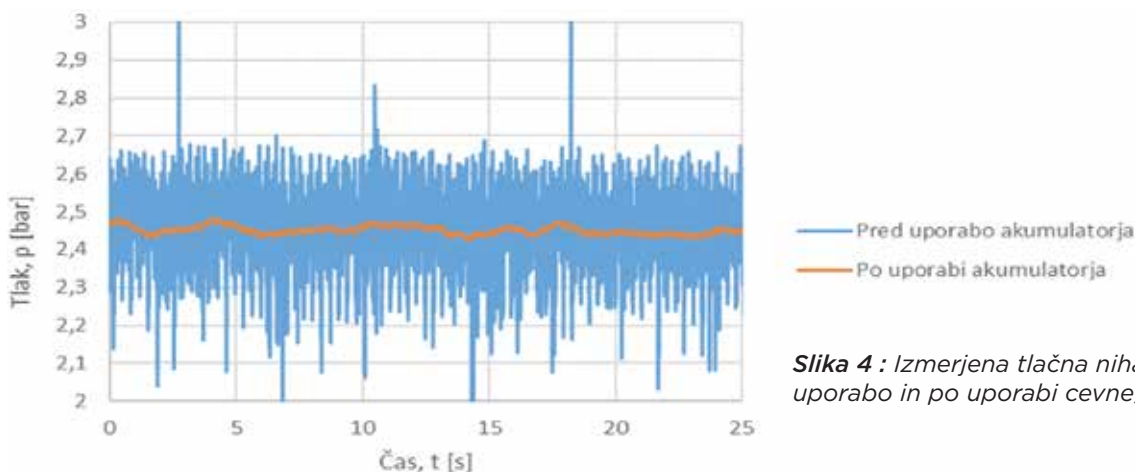
Z dimenzioniranjem rezervoarjev smo dobili prve dimenzije preizkuševališča. Upošteva se, da je največji premer rezervoarja 620 mm in da se na tem mestu pusti še nekaj prostora za hidravlične cevi, smo predvideli širino preizkuševališča 800 mm. Rezervoarja bosta v istem prostorskem ogrodju konstrukcije preizkuševališča postavljena drug za drugim, iz česar sledi vsaj 1240 mm potrebne dolžine. Ob upoštevanju, da bodo tu tudi črpalke, smo se odločili za ustrezno dolžino preizkuševališča 1500 mm. Višina prostora, namenjenega rezervoarjema in črpalkam, znaša 1000 mm ob upoštevanju, da je višina rezervoarja 500 mm. Pri tem je treba upoštevati še prostor za dolivanje olja v rezervoar in vi-

šino, potrebno za cevno priključitev rezervoarja na črpalke. Osnovni gradniki konstrukcije so aluminijasti profili dimenzij 60 mm x 60 mm. Poleg dimenzij prostora, namenjenega črpalkam in rezervoarjema, kar je že omenjeno, je bilo treba določiti še ostale mere konstrukcije. Prostor, namenjen testiranju, ima dimenzije 500 mm x 800 mm x 930 mm, prostor, namenjen elektronski opremi, pa ima dimenzije 500 mm x 800 mm x 390 mm. Pri načrtovanju smo bili omejeni tudi s prostorom v laboratoriju, zato je bilo treba nekatere mere prilagoditi. Skupna višina konstrukcije, upoštevaje še aluminijaste profile, znaša 1680 mm, končna višina preizkuševališča pa bo znašala 1850 mm, saj je treba prišteti še višino koles, ki bodo spodaj nameščena na konstrukcijo (slika 3).

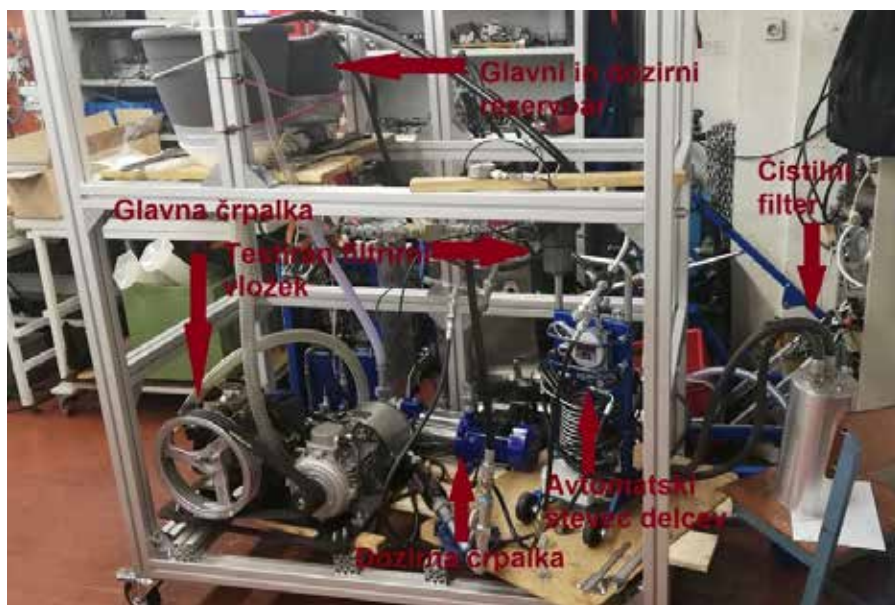
### Določitev črpalk

Standard priporoča, katere črpalke so primerne za uporabo v posameznem sistemu. Za sistem doziranja kontaminantov predpisuje uporabo centrifugalne črpalke, za testni sistem pa zobniško ali batno črpalke. V naših predhodnih raziskavah se je zobniška črpalke izkazala za neprimerno. Kljub navodilom standarda, ki priporoča zobniško črpalke za testni sistem, smo opazili, da po nekaj testih nastanejo večje abrazivne poškodbe ohišja, kar pomeni uničenje črpalke [3].

Priporočljiva je torej uporaba črpalke, ki ni občutljiva na raven kontaminacije oziroma je ta občutljivost zanemarljiva. V standardu ISO 16889:2008 je predpisana konfiguracija dozirnega in testnega sistema s črpalkami, ki obrabno niso občutljive na vsebnost testnega prahu v hidravlični kapljevini. Obraba črpalk torej ne sme vplivati na raven kontaminacije. Standard predpisuje tudi, naj glavna črpalke ne povzročata nihanja tlaka več od  $\pm 10\%$ , saj se lahko rezultati drastično razlikujejo od rezultatov pri testih, pri katerih ne prihaja do nihanja tlaka. Odločili smo se za uporabo membranske črpalke, ki je neobčutljiva na delce kontaminantov, torej testnega prahu, in zagotavlja pretoke do 105 l/min ter tlake do 20 bar.



**Slika 4** : Izmerjena tlačna nihanja pred uporabo in po uporabi cevnega akumulatorja



**Slika 5 :** Preizkuševališče po standardu ISO 16889:2008; večprehodni test

Standard dopušča periodo nihanja tlaka v višini  $\pm 10\%$  nazivnega tlaka, ki ga zagotavlja črpalka. Izbrana membranska črpalka tega pogoja ni izpolnjevala, zato smo za omejitev tlačnega nihanja vgradili cevni hidraulični akumulator.

Na *sliki 4* je prikazan graf nihanja tlaka v sistemu pred uporabo in po uporabi cevne akumulatorja.

Zaradi zamud dobave nekaterih sestavin, ki nam jih ponudniki niso uspeli priskrbeti pravočasno, preizkuševališče še ni popolnoma dokončano. Zgrajeno je do stopnje, primerne za poskusno testiranje, ki pokaže, ali smo se zadovoljivo približali napotkom, zapisanim v standardu. Trenutna oblika preizkuševališča je prikazana na *sliki 5*.

#### 4 Testiranje hidrauličnih filtrirnih vložkov

Po zagonu dozirne črpalke smo ugotovili, da imamo težave s penjenjem hidraulične kapljevine. Hidraulična kapljevina je bila že po nekaj sekundah motna in kalne rumene barve, kar je razvidno s *slike 6*.

Problem spenjene kapljevine se pojavi že pri validaciji dozirnega sistema, saj bi števec delcev zaznal drobne mehurčke zraka v kapljevini in jih vrednotil kot trdne delce nečistoč. Dobili bi nerealne izmerke, ki bi lahko potrdili proces validacije, čeprav dozirni sistem ne bi bil primeren za nadaljnje izvajanje testov, ali pa bi dobili rezultate, ki bi validacijo dozirnega sistema zavrnili, čeprav bi bil dozirni sistem povsem primeren za izvajanje večprehodnega testa. Problem je nastal tudi v tem, da je prišlo do velikega gretja hidraulične kapljevine.

Odločili smo se za črpalko, ki je bila na voljo v laboratoriju. To je lamelna črpalka s pretokom 20 l/min

in dopustnim tlakom do 200 bar. Med delovanjem te črpalke je bilo penjenje bistveno manjše, prav tako tudi segrevanje hidraulične kapljevine. Črpalka je zagotovila tudi ustrezen tlak in pretok skozi števec delcev, da je lahko nemoteno meril čistočo hidraulične kapljevine.

#### Validacija dozirnega sistema

Pri validaciji dozirnega sistema je števec delcev ves čas validacije kazal razred čistosti olja 25/24/20 po ISO 4406. Delce, večje od  $4\ \mu\text{m}$ , je zato problematično vrednotiti, saj je razred 25 najvišji razred, ki ga prikazuje uporabljeni števec delcev. To pomeni, da je lahko teh delcev bistveno več, kot jih predpisuje standard za 25-ti razred čistosti. Sklepamo, da so bili v hidraulični kapljevini še vedno zračni mehurčki, ki so posledica penjenja hidraulične kaplje-



**Slika 6 :** Spenjena hidraulična kapljevina po zagonu dozirne črpalke.

vine. Rezultati validacije so zbrani v *preglednici 2*. Odkloni vzorcev od povprečne vrednosti njihovega pretoka so bili v območju  $\pm 0,016$  l/min, kar pomeni, da smo izpolnili drugi pogoj za sprejetje validacije dozirnega sistema. Volumen, ki je ostal v sistemu po koncu validacije, je bil prav tako izmerjen ročno in je znašal 7,7 l. Začetni volumen je znašal 7,9 l, kar pomeni, da se je volumen hidravlične kapljevine med procesom validacije zmanjšal za manj kot 10 % začetnega volumna. Tako smo zadostili tretjemu pogoju za sprejetje validacije dozirnega sistema.

Kljub temu, da nismo uspešno opravili prvega pogoja ustreznosti dozirnega sistema, smo se odločili, da bomo s testi nadaljevali. Penjenje hidravlične kapljevine v dozirnem sistemu ne bi smelo vplivati na potek testiranja filtrirnih vložkov. Dozirni pretok bo znašal 0,25 l/min, kar je malo v primerjavi s testnim pretokom. Predvideli smo, da se bodo zračni mehurčki v glavnem rezervoarju porazgubili in izločili.

**Preglednica 2 :** Rezultati meritev pri validaciji dozirnega sistema

| Vzorec | Čas [s] | Pretok [l/min]     | Varianca [l/min]  |
|--------|---------|--------------------|-------------------|
| 1      | 285     | 0,31               | 0,0025            |
| 2      | 570     | 0,30               | 0,0125            |
| 3      | 855     | 0,32               | 0,0075            |
| 4      | 1140    | 0,32               | 0,0075            |
|        |         | $\bar{q} = 0,3125$ | $\Sigma = 0,0083$ |

### Validacija testnega sistema

Pri validaciji testnega filtrirnega sistema, ki je trajala 60 minut, smo v 6-ih časovnih intervalih izmerili število delcev v sistemu. Med validacijo teče hidravlična kapljevina zgolj skozi ohišje filtra. Število delcev je ocenjeno iz standarda SAE AS 4059. Števila delcev smo nato povprečili v vsakem časovnem intervalu in izračunali odstopanja od povprečne vrednosti, kakor je prikazano v *preglednici 3*.

### 5 Testiranje filtrirnih elementov

Čeprav z validacijama obeh sistemov nismo popolnoma ugodili zahtevam standarda, smo izvedli

**Preglednica 3 :** Izmerjeno odstopanje števila delcev od povprečne vrednosti znotraj posameznega časovnega intervala

| Velikost delcev [µm] | Povprečno število delcev [/] | Dopustni odstopok od povprečne vrednosti [/] | Odstopanje od povprečnega števila delcev posamezne velikosti [/] |     |    |     |     |     |
|----------------------|------------------------------|--|--|-----|----|-----|-----|-----|
|                      |                              |  | 1  | 2   | 3  | 4   | 5   | 6   |
| < 6 µm               | 10505                        | $\pm 1576$                                   | 899  | 741 | 95 | 349 | 165 | 123 |
| < 14 µm              | 649                          | $\pm 97$                                     | 19   | 24  | 21 | 16  | 22  | 24  |

testiranje filtrirnih vložkov. Naš namen ni natančno vrednotiti filtrirnega vložka, ampak z začetnimi testiranjmi bolje spoznati zahteve standarda in odpraviti težave, ki se pojavljajo.

Najprej smo testirali filtrirni vložek 0060D020BH-4HC; trajalo je 19 minut in 44 sekund. Pri tem smo dosegli končni padec tlaka 2,57 bar. Meritve smo izvajali na vsakih 10 % predvidenega časa testiranja, vsak časovni interval je trajal 114 sekund. Po končanem testu je temperatura hidravlične kapljevine znašala 36,8°C.

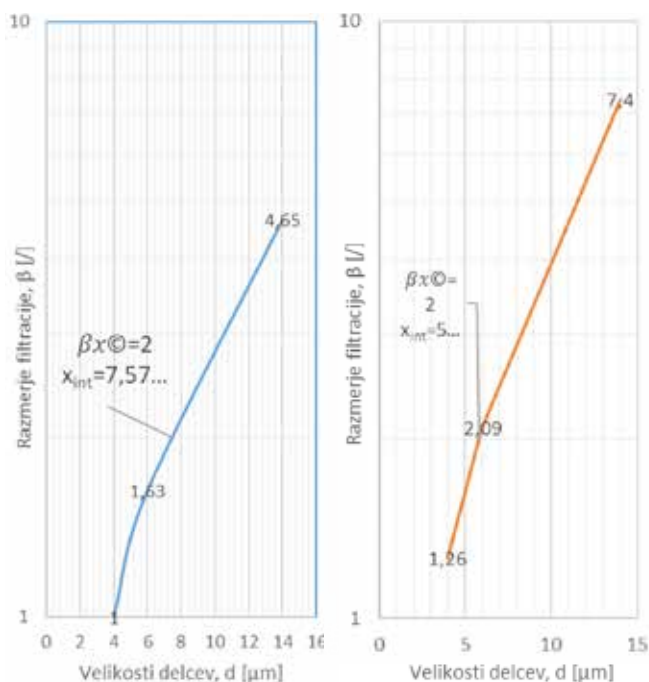
Nato smo testirali še filtrirni element SE-014H20B/4; trajalo je 19 minut in 52 sekund, pri tem pa smo dosegli končni padec tlaka 3,55 bar. Meritve smo spet izvajali za vsakih 10 % predvidenega časa testiranja, vsak časovni interval je tudi v tem primeru trajal 114 sekund. Po končanem testu je temperatura hidravlične kapljevine znašala 36,4°C.

### 6 Rezultati testiranj

Izračunana masa kontaminanta ( $m_p$ ), ki jo je nase prevzel filtrirni element v času testiranja, je prikazana v *preglednici 4*. V njej je podana za primerjavo tudi izračunana masa. Grafa na *sliki 7 (a in b)* nam kažeta, koliko mase filter prevzame nase po določenem času testiranja. Na *sliki 7* sta prikaza grafa  $\Delta p$  v odvisnosti od prevzemne mase  $m_p$  za filtrirni vložek a) 0060D020BH4HC in b) vložek SE-014H20B/4.

*Slika 8a)* prikazuje  $\beta_{x\text{e}}$  v odvisnosti od velikosti delca za filtrski vložek 0060D020BH4HC. Ravni segmenti krivulje predstavljajo povezave med točkami različnih velikosti delcev. Interpolirana vrednost za  $\beta_{x\text{e}}=2$  je pri vrednosti  $x_{\text{int}}=7,57$  µm $\text{e}$  in znaša  $\beta_{7,57\text{e}}=2$ . Pri filtrirnem vložku SE-014H20B/4 pa je interpolirana vrednost za  $\beta_{x\text{e}}=2$  pri vrednosti  $x_{\text{int}}=5,82$  µm $\text{e}$  in znaša  $\beta_{5,82\text{e}}=2$ . Ti podatki nam povedo, kako velike delce bo filtrirni vložek filtriral pri nekem specifičnem razmerju filtracije.

Za ostale  $\beta_{x\text{e}}$  iz teh meritev žal ne moremo izračunati interpoliranih vrednosti velikosti delcev.



**Slika 8 :** Izmerjeno razmerje filtracije v odvisnosti od velikosti delcev za vložek: a) 0060D020BH4HC in b) SE-014H20B/4.

Po koncu testiranja smo počakali, da iz filtrirnih elementov odteče hidravlična kapljevina, in jih stehali. Enak postopek smo izvedli že pred filtracijo. Tako lahko konec testa primerjamo izračunano in izmerjeno maso kontaminanta, ki jo je filtrirni element zadržal. V preglednici 4 so prikazane mase filtrirnih elementov pred testiranjem in po njem.

Zaradi zelo velikega odstopanja med izmerjeno razliko v masi filtrirnega elementa pred testiranjem in po njem smo izvedli testiranje filtrirnega elementa SE-014H20B/4 še enkrat. Testiranje smo izvedli pri enakih pogojih in z enakimi parametri, le da nismo spremljali števila delcev med vhom in izhom v filtrirno enoto, saj nas je zanimala le masa filtrirnega elementa po končanem testu. S filtrirnim elementom smo ravnali bolj skrbno in pustili, da se je odcejal v isti legi enako dolgo kot prvič. Po tehtanju smo ugotovili, da je razlika med maso pred testiranjem in po njem 3,397 g, torej je razlika 29,9 %. Tako smo se približali manjšemu odstopanju primerjalnih mas za filtrirni element.

Odstopanje izmerjenih prevzemnosti od izračunanih pripisujemo neustreznemu ravnanju s filtrirnimi vložki

ki po koncu testiranja. Kakršno koli ogledovanje in spreminjanje lege filtrirnega elementa med odcejanjem lahko privede do dodatnega odtekanja olja in s tem kontaminanta, ki ga je filtrirni element zadržal. K odstopanju rezultatov pripomore še način transporta od preizkuševališča do mesta tehtanja. V prihodnje je treba zagotoviti tehtanje v istem prostoru, kot poteka testiranje večprehodnega testa.

## 7 Zaključek

S postopkom večprehodnega testa lahko učinkovito vrednotimo hidravlične filtrirne elemente. Test je primeren za testiranje vseh vrst in velikosti filtrirnih elementov in poda dovolj informacij za ustrezno izbiro hidravličnega filtrirnega elementa. Z ustrezno izvedenim testom dobimo boljšo predstavbo o učinkovitosti filtrirnih elementov, zato lažje izberemo ustreznega za zagotavljanje učinkovite filtracije hidravlične kapljevine. S tem bistveno pripomoremo k boljšemu delovanju hidravličnega sistema.

Kljub temu, da smo testiranje izvajali z nekaj pomanjkljivostmi v merilni opremi, kot je na primer merilnik pretoka z območjem 0,25 l/min in avtomatski števec delcev, ki prikazuje le tri velikostne razrede, smo pokazali, da je hidravlični del preizkuševališča primeren za izvajanje testiranja po standardu ISO 16889:2008. Po analizi rezultatov smo ugotovili, da smo se pri obeh testih približali parametrom, ki so za filtrirna elementa predpisani v katalogu. Zadržana masa kontaminanta odstopa od predpisane za 30 %, padci tlakov pa so prav tako narastli do predpisane vrednosti, ki jo narekuje proizvajalec. Približali smo se tudi predpisanim dopustnim padcem tlaka in vzdrževali konstanten dozorni pretok 0,25 l/min znotraj dopustnih meja, ki jih predpisuje standard.

## Viri

- [1] SIST ISO 16889:2008. Hydraulic fluid power – Filters –Multi-pass method for evaluating filtration performance of a filter element.
- [2] O+P Fluidtechnik; Filtration in hydraulischen systemen, Konstruktions-jahrbuch 2016, 2016.
- [3] A. Peterlin: Testiranje hidravličnih filtrov po standardu: diplomsko delo. Ljubljana, 2016.

**Preglednica 4 :** Primerjava med izračunano in izmerjeno maso kontaminanta, ki jo je zadržal filtrirni vložek

| Filtrirni element | Masa pred testiranjem [g] | Masa po testiranju [g] | Razlika [g] | Izračunana masa, $m_R$ [g] | Odstopanje [%] |
|-------------------|---------------------------|------------------------|-------------|----------------------------|----------------|
| 0060D020BH4HC     | 189,807                   | 193,527                | 3,720       | 5,02                       | 25,9           |
| SE-014H20B/4      | 245,072                   | 246,73                 | 1,658       | 4,85                       | 65,8           |

## Testing of hydraulic filters according to the standard

### Abstract:

Engineers in industry meet daily with various machines, their operation depends on hydraulic systems. In order to operate the machines smoothly it is necessary to pay special attention to the hydraulic liquid. By selecting the appropriate filter elements, we improve the filtration process and thus the condition of the hydraulic liquid, which in the long term helps to extend the useful life of hydraulic components and reliability of hydraulic systems. In order to select the most suitable filter cartridge, various methods of their evaluation and testing have been developed, including the Multiple Transition Test according to ISO 16889: 2008 standard.

### Keywords:

multi-pass test, filter element, hydraulic liquid, filtration ratio, cleanliness

### Zahvala

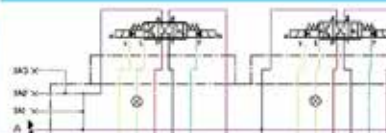
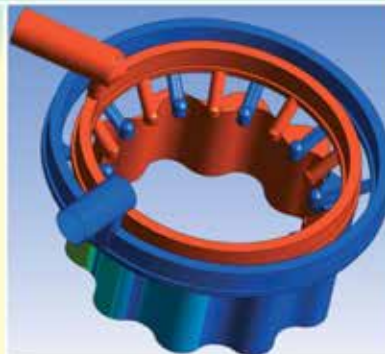
Podjetju TRM filtri d. o. o. in še posebej njihovemu predstavniku g. Mateju Tomšiču se zahvaljujemo za podporo.

# LABORATORIJ ZA FLUIDNO TEHNIKO

*Smo laboratorij z dolgoletno tradicijo na področju pogonsko-krmilne hidravlike. Ukvarjamo se z oljno in tudi ekološko prijazno vodno PK hidravliko, pri tem pa uporabljamo sofisticirano in sodobno merilno in programsko opremo. To se odraža v večjem številu uspešno zaključenih projektov in sodelovanju z uspešnimi slovenskimi podjetji.*

*Obrnite se na nas, če potrebujete:*

- razvoj in optimiranje hidravličnih sestavin in naprav
- izdelavo hidravličnih naprav
- izboljšave in popravilo hidravličnih naprav in strojev
- izdelavo sodobnega krmilja za hidravlične stroje
- izobraževanje na področju hidravlike
- ekološke hidravlične naprave za pitno vodo
- izdelavo ali izris hidravličnih shem
- itd.



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



# PROJEKT OBVLADOVANJA INVESTICIJSKEGA PROCESA

Miha Jež, Janez Kušar, Tomaž Berlec

## Izvelek:

V praksi večina podjetji nima natančno opredeljenega vodenja investicijskega procesa, zato se pri investiranjih v proizvodno opremo občasno sreča tudi s podaljšanjem časa projekta in zvišanjem stroškov. Za optimizacijo izvedbe investicijskih projektov je treba postaviti projektni model, ki natančno popiše potrebne aktivnosti, njihov tok in opredeli matriko odgovornosti. Projektni model zahteva tudi izdelavo kontrolnih seznamov, ki preprečujejo, da se katera izmed pomembnih zahtev opreme ne bi predpisala.

## Ključne besede:

investicijski inženiring, projektno vodenje, projektni model, model odločanja, proizvodna oprema

## 1 Uvod

Podjetje, ki se ukvarja s proizvodnjo elektronskih števec električne energije, se nenehno srečuje z investicijami. Pri tem gre v veliki meri za vlaganje v proizvodno opremo. Podjetje še nima popolnoma opredeljenega investicijskega procesa. Neustrezno opredeljene zahteve specifikacij opreme in nedefinirane aktivnosti na začetku projekta sta glavna vzroka za višanje stroškov in časovne zaostanke projekta. V želji po znižanju stroškov in stopnje tveganja izvedbe projekta ter opremi, razpoložljivi za proizvodnjo v zgodnejšem času, je treba postaviti projektni model, ki bo služil izvajanju investicijskega procesa.

Projektni model zahteva opredelitev potrebnih aktivnosti za korektno izvedbo projekta, izdelavo diagrama WBS in aktivnostnega mrežnega diagrama, matriko odgovornosti, ki natančno opredeli odgovornega za izvedbo posamezne aktivnosti, kontrolne sezname, ki preprečijo, da se katera izmed aktivnosti ne bi izvedla ali specifikacija ne opredelila. Predstaviti je treba tudi model odločanja za izbiro najugodnejšega ponudnika na podlagi več kriterijev in ne le nabavne cene.

Predstavljen bo nov projektni model, podprt z uspešno izvedenim investicijskim projektom naročila nove polavtomatske montažne linije za števec MT63x, ki so namenjeni za nemški trg.

Miha Jež, mag. inž. str., Iskraemeco d. d., Kranj; izr. prof. dr. Janez Kušar, univ. dipl. inž., doc. dr. Tomaž Berlec, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

## 2 Osnovne definicije / Pregled literature

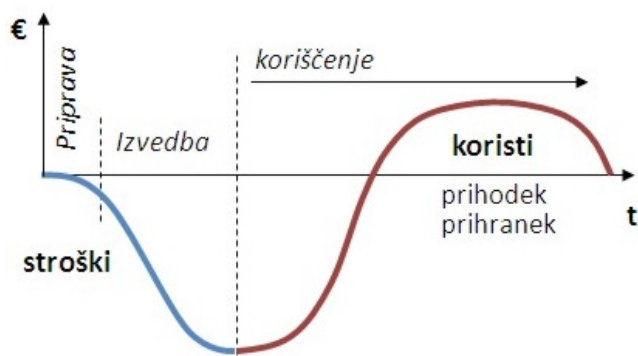
Investiranje pomeni vsaj ohranjanje vrednosti kapitala, čeprav je vedno težnja po njegovem povečanju [1]. Namen investiranja je torej ohranjanje oziroma stalno povečevanje vrednosti. V ožjem smislu investicijo pojmuje kot naložbo denarja, dejansko pa gre za naložbo denarja v IT, razvojne programe, razvojno opremo, v tem primeru pa predvsem za naložbo denarja v proizvodno opremo.

Projekt po definiciji določa, kaj se misli oz. kaj je treba narediti [2]. Različni avtorji [3, 4, 5] projekt opredeljujejo kot začasno prizadevanje, da bi ustvarili unikaten izdelek, storitev ali rezultat. Pri tem so finančni in materialni viri organizirani tako, da prevzamejo enkratno področje dela z namenom dosseči koristne spremembe oz. izboljšave, ki jih določajo kvalitativni in kvantitativni cilji. Enkratno ter časovno in finančno omejen proces je sestavljen iz med seboj logično povezanih aktivnosti, katerih namen je ugoditi standardom kakovosti in zahtevam naročnika.

Glede na vsebino projektov jih je možno razdeliti v 3 različne skupine [5]:

- ▶ Investicijski projekti (te je možno deliti še glede na naročnika oz. investitorja in navadno zunanjega izvajalca);
- ▶ Razvojno-raziskovalni projekti;
- ▶ Organizacijski projekti (v smislu organizacije dogodkov ali pa reorganizacije združbe).

S stališča dobe vračanja vloženih sredstev je projekte možno razdeliti na dolgoročno korist in enkratno plačilo. *Slika 1* prikazuje potek stroškov in prihodkov pri projektu z dolgoročnim vračilom sredstev.



Slika 1: Projekt z dolgoročno koristjo [6].

Pri projektu z dolgoročno koristjo izvedba projekta in uspešnost nista popolnoma odvisni, saj nek investicijski projekt (npr. dobava nove proizvodne linije) traja dlje od predvidenega časa, vendar skozi večje proizvedene kapacitete in manjše število delavcev ustvari korist na dolgi rok.

### 3 Opredelitev zahtevanih aktivnosti

V tem poglavju bodo opredeljene potrebne aktivnosti za uspešno izvedbo investicijskega projekta.

#### 3.1 Predizvedbene aktivnosti

Predizvedbene aktivnosti so tiste aktivnosti, ki se izvedejo od trenutka, ko se pojavi potreba po proizvodni opremi, pa do trenutka, ko je oprema naročena pri izbranem dobavitelju.

##### 3.1.1 Specifikacija zahtev

Specifikacija zahtev je prva aktivnost po vzpostavitvi projektnega tima. Ustvari naj se dokument, ki se imenuje zahtevnik. Posreduje se potencialnim dobaviteljem. Dokument oz. specifikacija zahtev mora opredeliti:

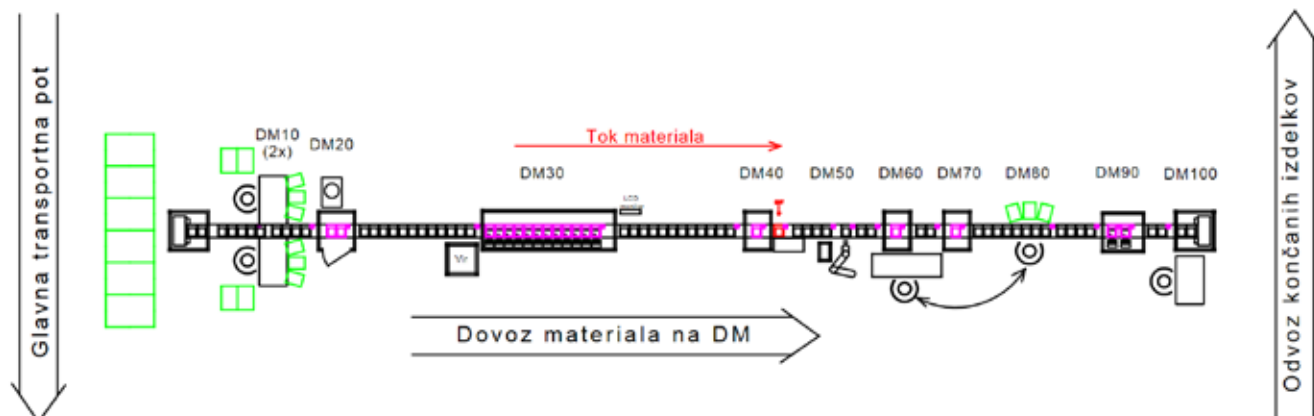
- ▶ **Namen** poda osnovne informacije, čemu bo oprema namenjena (sestav, kontrola, izdelava

sestavni delov ...).

- ▶ **Določitev lokacije** pove, kje se bo sistem nahajal, najpogosteje je v zaprtem oz. notranjem industrijskem okolju. Pri določanju lokacije je treba upoštevati dovoz sestavnih delov na delovna mesta, dostop delavcev do delovnih mest ter po kateri poti se bodo končani izdelki odvažali. Na Sliki 2 je prikazan tloris proizvodne linije z vrisanimi transportnimi potmi.

Pri opredeljevanju lokacije je treba poudariti tudi, v katerem nadstropju objekta bo postavljena oprema in kakšne so omejitve dostopa (npr. vrata) do končne lokacije, saj je treba te omejitve upoštevati že v fazi konstruiranja.

- ▶ **Časovna opredelitev** izvajalcu poda pogostost obratovanja in pričakovano življenjsko dobo opreme.
- ▶ **Uporabnik**, s tem se poda izurjenost oz. priučnost dejanskih uporabnikov opreme oz. delavcev.
- ▶ **Funkcijske zahteve** so nujne naloge, ki jih mora stroj oz. oprema opraviti. Opredelijo, katere funkcije mora oprema opraviti (sestaviti, odložiti, obrniti, kontrolirati). Če ima sistem večje število delovnih mest (npr. polavtomatska montažna linija), jih je nujno popisati ločeno in za vsako posamezno delovno mesto popisati zahtevane funkcije.
- ▶ **Zahteve performance** predpišejo, v kolikšni meri naj se funkcije izvršijo. Performanca se navadno opredeli kvantitativno, to je torej število kosov na delovno izmeno. Lahko se opredeli tudi kvalitativno (kako dobro mora opravljati svojo funkcijo) ali z razpoložljivostjo.
- ▶ **Ergonomija** se nanaša na ročna delovna mesta, ki naj bodo oblikovana ergonomsko, predvsem tista, na katerih delo poteka vso delovno izmeno. Načrtovana naj bodo tako, da se na delovnem mestu lahko izmenjujeta stoječi in sedeči režim dela. Torej naj bodo delovna mesta opremljena z naslonom za noge (z nastavljivo višino in kotom). Ergonomija delovnih mest naj sledi glavnim zahtevam standarda EN ISO 6385 [7].



Slika 2: Tloris proizvodne linije z vrisanimi transportnimi potmi montažne linije MT63x.

- ▶ **Dovoljena raven hrupa** kot posledica proizvodnih virov znaša 80 dB.
- ▶ **Ustrezna osvetlitev** delovnega mesta zmanjšuje utrujenost, kar posledično zvišuje koncentracijo pri delu in zmanjšuje možnost napak. Osve- tljenost mora, skladno s slovensko zakonodajo [8], znašati vsaj 200 lx, zvišuje pa se s pove- čevanjem zahtevnosti delovnih operacij. Tako je zahtevana osvetljeno od 300 lx za povprečne grobe montažne operacije pa vse do 1500 lx za mikromontažo [9].
- ▶ **Zaščita pred elektrostaticnimi pojavi** opredeli potreben ukrep, ki zaščiti elektronske kompo- nente pred čezmernimi električnimi napetost- mi oz. hitrim prenosom električnega naboja med dvema telesoma različnih električnih po- tencialov. Delovna mesta, oprema in orodja naj bodo iz materiala, ki omogoča razelektritev in ne spada v skupino izolatorjev. Pri načrtovanju elektrostaticno zaščitene področja je treba zagotoviti zaščito pred elektrostaticnimi polji in razelektritvami. Z ozemljitvami osebja, opreme in prevodnih delov naj se zagotovi, da ne pride do hitrega prenosa naboja, saj imajo vsi naštetih enak elektrostaticni potencial [10].
- ▶ **Dokumentacija** je potrebna ves čas uporabe opreme zaradi rednega ali izrednega vzdrževa- nja, popravila, menjave določenih delov orodja. Če je le mogoče, naj bo dokumentacija napisana v slovenskem jeziku, pogojno je sprejemljiva tudi v angleškem jeziku, če je ustrezno podpr- ta s slikami. Zahtevana dokumentacija (vezalna shema, pnevmatska shema, navodila za varno delo, navodila za vzdrževanje, deklaracija o skladnosti, navodila za vzdrževanje ...) je odvi- sna od vrste in kompleksnosti opreme.
- ▶ **Rezervni deli** so nujno potrebni v času upo- rabe opreme, saj v tem času nedvomno pride do okvar. V fazi specifikacije zahtev je nujno opredeliti zahtevane rezervne dele, ki so kritič-

ni (največja verjetnost poškodba) in / ali za ne- standardne komponente, katerih manjkanje bi onemogočilo delovanje naprav.

- ▶ **Garancija** ponujene opreme naj znaša 24 mese- cev.

V *Preglednici 1* je prikazan kontrolni seznam za pre- verjanje, ali so bile vse bistvene specifikacije zahte- vane v dokumentu. Izpolnjuje ga podjetje za lastno kontrolo.

### 3.1.2 Pošiljanje povpraševanj in pridobi- vanje ponudb

Ko je izdelana specifikacija zahtev, je treba poslati povpraševanja morebitnim dobaviteljem. Pri tem se pozovejo, da v določenem roku oddajo ponudbe za zahtevano opremo. Treba jim je predložiti prej ome- njeni dokument, saj je ta podlaga za pripravo ponud- be. Ponudbe morajo prispeti do predpisanega roka. Pridobiti je treba čim več ponudb, zaželeno je, da se pridobijo ponudbe vsaj treh izvajalcev, saj se le tako dobi neka realna podlaga za primerjanje. Povpraše- vanja so bila poslana 4 podjetjem, odzvala so se le tri.

### 3.1.3 Pogajanja

Po prejetju ponudb se navadno začnejo pogajanja med povpraševalcem in ponudnikom. Namen poga- janj je izboljšanje ponujenih pogojev in pridobitev dodatnih ugodnosti. V procesu pogajanja se do po- nudnika ohrani zdrav, iskren in spoštljiv pristop. Od- nos med obema stranema naj temelji na vzajemnem zaupanju. Včasih je namen pogajanj znižati začetno ponujeno nabavno ceno opreme, včasih pa je na- men pridobiti dodatne artikule, na katere se morda v procesu postavljanja zahtev ni osredotočilo, npr. kritje stroškov transporta, brezplačno vzdrževanje za določen časovni interval, zagon opreme itd.

*Preglednica 1 : Kontrolni seznam – Specifikacija zahtev.*

| ZŠ | Naziv   | Opredeljeno | Ni potrebno |
|----|---|-------------|-------------|
| 1  | Določitev lokacije (kje v podjetju bo oprema nameščena) |             |             |
| 2  | Pogostost obratovanja                                   |             |             |
| 3  | Pričakovana življenjska doba                            |             |             |
| 4  | Kdo bo uporabnik opreme                                 |             |             |
| 5  | Opredelitev zahtevanih garancijskih pogojev             |             |             |
| 6  | Namen (čemu je oprema namenjena ali DM)                 |             |             |
| 7  | Funkcijske zahteve                                      |             |             |
| 8  | Performanca   |             |             |
| 9  | Ergonomija ročnih DM                                    |             |             |
| 10 | Zahtevana osvetlitev ročnih DM                          |             |             |
| 11 | Najvišja dovoljena raven hrupa                          |             |             |
| 12 | ESD zahteve   |             |             |
| 13 | Zahtevana dokumentacija                                 |             |             |
| 14 | Rezervni deli, ki jih dobavi izvajalec                  |             |             |

\*Ustrezno polje označiti z X



### 3.1.4 Ocenjevanje in primerjava ponudb

Ko so z vsemi realnimi potencialnimi zahtevami dobavitelju iz pogajanj določene dodatne ugodnosti, je dolžnost naročnika, da objektivno pregleda, oceni in primerja ponudbe. Treba je pogledati ponudbo kot celoto in ne le končne cene ponudbe. To se stori s predstavljenim modelom odločanja. Ta se izvede tako, da se posameznim karakteristikam predpiše utež, nato pa za vsakega ponudnika glede na dano lestvico oceni, kako visoko se uvrsti. Oceno se poda številčno v vrednosti od 1 do 5. Zmnožek ocene in uteži predstavlja točke, te se seštejejo za posameznega ponudnika. Ponudnik, ki zbere največ točk, je najugodnejši ponudnik. Na takšen način se dobi ponudnika, ki je glede na težo kriterija najugodnejši za podjetje. V *Preglednici 2* je prikazan model odločanja. Cene ponujene opreme so cene, pridobljene po pogajanjih, upoštevane pa so tudi že ugodnosti, pridobljene v fazi pogajanj.

### 3.1.5 Podpis pogodbe in proženje naročila

Po odločitvi o izbiri najugodnejšega ponudnika nastopi čas za podpis pogodbe. Poleg podpisa pogodbe z izbranim ponudnikom je spodobno ponudnike, ki niso bili izbrani za izvajanje del, obvestiti o tem in morda naštetih nekaj osnovnih lastnosti, zaradi katerih niso bili izbrani, saj je to podlaga za morebitno sodelovanje pri prihodnjih projektih.

Oblika pogodbe z izbranim ponudnikom je največkrat pisna in je pravno zavezujoča za obe strani. Pogodbi naj bosta kot referenca priložena zahtevnik in ponudba, opredeli pa naj nabavno ceno, rok izvedbe, izvedbo plačila, zagon opreme in usposabljanje, garancijske pogoje, navadno pa se podpiše tudi izjava o zaupnosti, ki zavezuje obe stranki. Pomembno je, da naročilo zajema zahtevane specifikacije opreme v vseh pogledih.

## 3.2 Izvedbene aktivnosti

### 3.2.1 Konstruiranje, potrjevanje in izdelava opreme

To so tri ločene aktivnosti. Konstruiranje opreme je potrebno, če ne gre za standardno opremo. To je po naročilu opreme prva aktivnost v nizu. Če je predmet neka že znana ali standardna oprema, ta aktivnost ni potrebna.

Potrjevanje konstrukcije je odvisno od kompleksnosti opreme. Če je oprema kompleksnejša, je smiselno potrjevanje izvesti v več korakih, predvsem zato, da se lahko potrjeni deli začnejo izdelovati. Izdelava opreme je v celoti v domeni proizvajalca. Naročnik podpira proizvajalca s tehničnimi informacijami oz. specifikacijami in mu (po potrebi) priskrbi vzorčne kose.

### 3.2.2 Testiranje opreme pri proizvajalcu oz. predprezvem

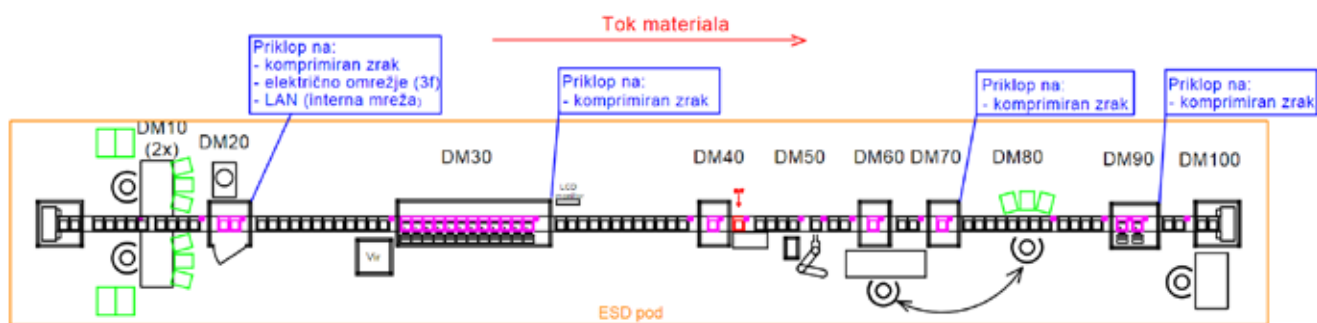
Ko je oprema v zaključni fazi pri pogodbeniku, je navada, da izvajalec in naročnik izvedeta testiranje opreme. S testiranjem se preveri ustrezno delovanje stroja, naprave ali opreme. Temu se reče tudi predprezem. Tu se preveri, ali oprema ustreza zahtevanim specifikacijam, ali so prisotni vsi predpisani elementi. Če so v proizvajalčevih prostorih odkrite napake oz. pomanjkljivosti na opremi, jih mora proizvajalec odpraviti.

### 3.2.3 Priprava proizvodnih prostorov

Pred pričetkom transporta mora naročnik poskrbeti za pripravo proizvodnega prostora na dogovorjeni lokaciji. V tej fazi procesa je treba priskrbeti ustrezen razvod energentov. Najpomembnejša sta

**Preglednica 2 :** Model odločanja izbire najustreznejšega dobavitelja - Montažna linija MT63x.

|                                 |          | Podjetje 1 |                    | Podjetje 2 |                    | Podjetje 3 |                    |
|---------------------------------|----------|------------|--------------------|------------|--------------------|------------|--------------------|
| Nabavna cena                    |          | 627.400 €  |                    | 681.400 €  |                    | 682.500 €  |                    |
| Kriterij                        | Utež [%] | Ocena      | Točke              | Ocena      | Točke              | Ocena      | Točke              |
|                                 |          | $O_1$      | $T_1=U \times O_1$ | $O_2$      | $T_2=U \times O_2$ | $O_3$      | $T_3=U \times O_3$ |
| Performanca in tehnične rešitve | 20       | 4          | 80                 | 3          | 60                 | 2          | 40                 |
| Konkurenčnost                   | 20       | 4          | 80                 | 3          | 60                 | 2          | 40                 |
| Dobavljivost, inštalacija       | 5        | 4          | 20                 | 2          | 10                 | 3          | 15                 |
| Tehnična podpora                | 15       | 5          | 75                 | 4          | 60                 | 2          | 30                 |
| Usposabljanje                   | 5        | 3          | 15                 | 3          | 15                 | 2          | 10                 |
| Skladnost                       | 5        | 4          | 20                 | 4          | 20                 | 2          | 10                 |
| Okoljevarstveni dejavniki       | 5        | 4          | 20                 | 3          | 15                 | 3          | 15                 |
| Ugled ponudnika                 | 5        | 4          | 20                 | 2          | 10                 | 3          | 15                 |
| Inovativnost                    | 10       | 4          | 40                 | 3          | 30                 | 2          | 20                 |
| Ponujene ugodnosti              | 10       | 4          | 40                 | 3          | 30                 | 3          | 30                 |
| <b>Skupno število točk</b>      |          | <b>410</b> |                    | <b>310</b> |                    | <b>225</b> |                    |



Slika 3 : Priprava proizvodnega prostora – Montažna linija MT63x.

priklop na električno omrežje in komprimirani zrak, poleg tega pa še priklop opreme na interno mrežo podjetja za potrebe dostopa do proizvodne baze. Naročnik pridobi informacije o zahtevanih razvodih ob koncu potrditve konstrukcije. Poleg energentov je treba poskrbeti tudi za ustrezen pod ESD. Slika 3 prikazuje montažno linijo z označenimi priklopi energentov. V oranžni barvi je prikazano področje ustreznega poda ESD.

### 3.2.4 Transport

Stroške transporta krije naročnik ali ponudnik, odvisno od dogovora. Zahtevnost transporta je pogojena z gabariti opreme. Naročnik mora zagotoviti dostop skozi dovolj velika dostavna vrata in nakladalno / razkladalno rampo, pot, ki dopušča zadostno talno obremenitev in dovolj dodatnega prostora ob transportnih poteh.

## 3.3 Priprava opreme na redno proizvodnjo

### 3.3.1 Inštalacija opreme in zagon

Inštalacija in zagon opreme nastopi po tem, ko je proizvodna oprema na svoji končni lokaciji. Sledijo priklop opreme na električno omrežje in komprimirani zrak. Po priklopih se izvede prvi zagon opreme pri naročniku. Postopek opravi proizvajalec v sodelovanju z dobaviteljem.

### 3.3.2 Namestitev programske opreme

Z namestitvijo programske opreme je mišljena namestitev internih programov podjetja, namenjenih sledljivosti, ali pa programska oprema, namenjena samemu procesu izdelave.

### 3.3.3 Nastavitve in optimizacija opreme

Ko je oprema mehansko postavljena, zagnana in je nameščena interna programska oprema, se proizvodna oprema oz. v tem primeru proizvodna linija nastavi in optimizira. To pomeni nastavitve av-

tomatskih vijačnikov, nastavitve pozicij tokovnih ali napetostnih kontaktov, odpravljanje morebitnih programskih napak krmilja, programiranje robotov in manipulatorjev itd.

### 3.3.4 Varnostni pregled opreme

Ko je inštalacija opreme zaključena, je treba opraviti varnostni pregled linije. Izvede ga inštitucija, akreditirana za to dejavnost. Pri tem se preverijo vsi varnostni elementi opreme, kot je delovanje tipk za zaustavitev v sili, ustrezna zaščitenost gibljivih ali rotirajočih delov, uhajanje laserskih žarkov iz naprav, prisotnost opozorilnih nalepk itd. Varnostni pregled mora biti izveden pred formalno predajo proizvodne opreme oddelku Proizvodnje.

### 3.3.5 Kalibracija meril

Če je proizvodna oprema merilo (ali je merilo le del opreme), je pred redno proizvodnjo treba opraviti kalibracijo, ki jo je treba periodično ponavljati, pogostost pa je odvisna od tipa merila.

### 3.3.6. Ureditev delovnih mest po metodi 5S

Določi naj se, katero orodje bo pri rednem delu zares potrebno. Vsakemu potrebnemu orodju ali opremi na DM naj se določi svoje mesto. Bistvo tega koraka je, da se vse potrebno za delo jasno označi. Izdelajo naj se table za orodje oz. »shadowboarde«, saj se izkažejo za zelo uporabne, ker zaposleni hitro ugotovijo, katero orodje manjka. Na določeno mesto na DM naj se namestijo tudi ustrezni zabojčki za sestavne dele, označeni z ustreznim napisom in barvo. Slika 4 in Slika 5 prikazujeta nekaj primerov dobre prakse implementacije metode 5S v proizvodnjo.

### 3.3.7 Presoja ESD

Vsako novo pridobljeno opremo je treba preveriti, ali je skladna z zahtevami ESD. Treba je preveriti prevodnost uporabljenih materialov, ustrezno ozeumljitev delovnih mest, tlaka, delovanje ionizatorjev. Presoja ESD opravi tehnik ESD v podjetju pred končnim prevzemom proizvodne opreme.



Slika 4 : Tabla za orodje brez orodja (a); z orodjem (b).



Slika 5 : Označbe za lokacijo tipkovnice na DM (a); Označbe za lokacije zabojčkov na DM(b).

### 3.3.8 Usposabljanje

Usposabljanje operaterjev za delo na proizvodni opremi in njenih vzdrževalcev največkrat poteka v sodelovanju naročnika in dobavitelja. Proizvajalec opreme se osredotoča na samo delovanje opreme, varnostna navodila, tehnologi pa na uporabo programske opreme in navodila za pravilno opravljanje procesa.

### 3.3.9 Poskusna proizvodnja

Namenjena je pregledu delovanja opreme in odkrivanju napak. Na podlagi odkritih napak sprejme projektni tim ukrepe za njihovo odpravo. V fazi poskusne proizvodnje naj se meri tudi FPY (angl. *First Pass Yield*). FPY je opredeljen kot razmerje med dobrimi kosi in vsemi kosi. Poskusna proizvodnja je čas, znotraj katerega se med drugim uredi tudi delovna dokumentacija.

Preglednica 3 : Kontrolni seznam – Predaja opreme.

| ZŠ | Naziv  | Urejeno | Ni potrebno |
|----|--|---------|-------------|
| 1  | Odpravljene vse tehnične pomanjkljivosti, ki se pojavijo v času poskusne proizvodnje |         |             |
| 2  | Zagotovljena varnost pri delu  |         |             |
| 3  | Zagotovljena varnost pri vzdrževanju   |         |             |
| 4  | Priskrbljena osebna varovalna oprema za operaterje                                   |         |             |
| 5  | Usposobljenost operaterjev   |         |             |
| 6  | Usposobljenost vzdrževalnega osebja  |         |             |
| 7  | Urejena delovna dokumentacija  |         |             |

\*Ustrezno polje označiti z X

### 3.3.10 Končni prevzem opreme in predaja opreme

Končni prevzem opreme in predaja opreme sta zadnji v nizu aktivnosti postavljenega projektnega modela. Formalni končni prevzem opreme se opravi v času poskusne proizvodnje, saj je takrat razvidno dejansko delovanje opreme. Če so vse napake odpravljene, izvedeno pa je bilo tudi usposabljanje, se podpiše prevzemni zapisnik, ki je podlaga za končno plačilo.

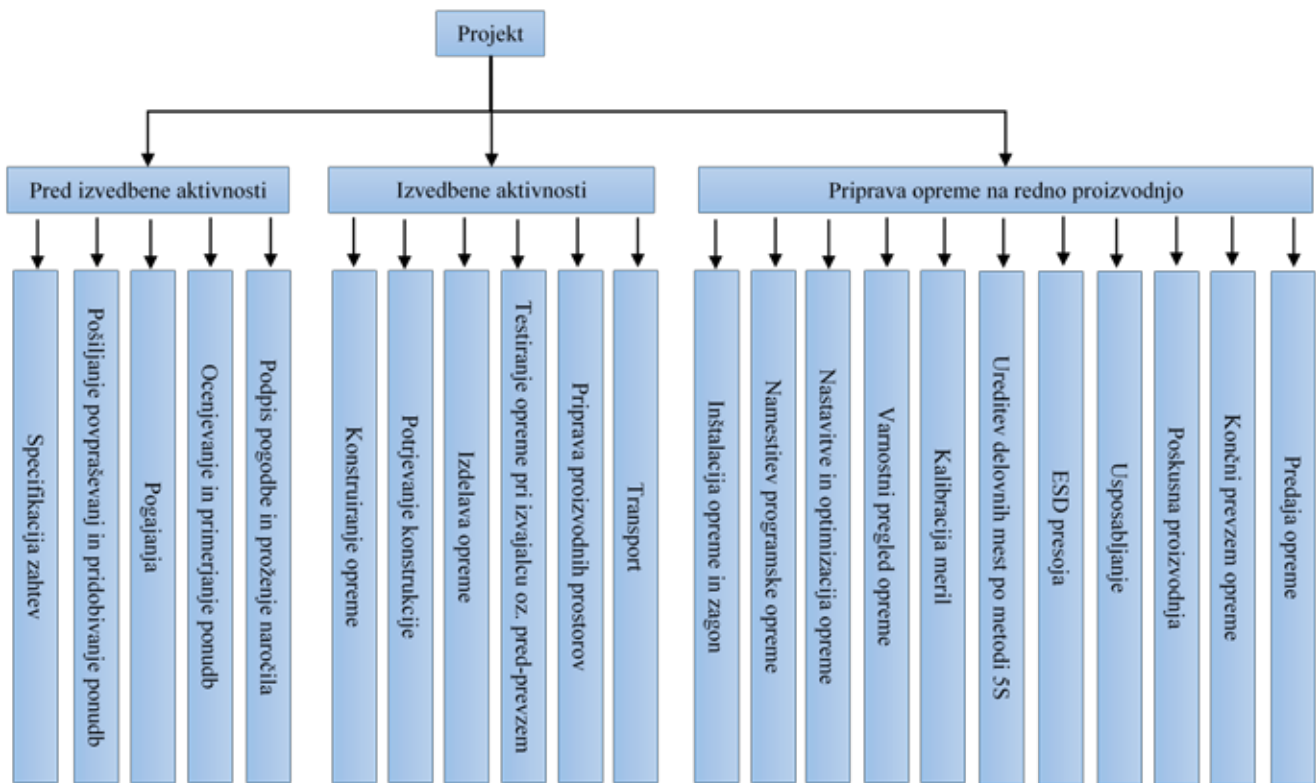
Pred predajo opreme je treba med oddelkoma Tehnologije in Proizvodnje preveriti, ali so bile izvedene vse aktivnosti projektnega modela. V Preglednici 3 je prikazan kontrolni seznam, ki ga podjetje pregleda in izpolni pred predajo opreme. Kljub temu, da v kontrolnem seznamu niso navedene vse aktivnosti, so te posredne ali pa neposredne predhodnice preverja-

nim. Če so obkljukane vse postavke v tem kontrolnem seznamu, pomeni, da so bile vse aktivnosti izvedene.

## 4 Projektni model

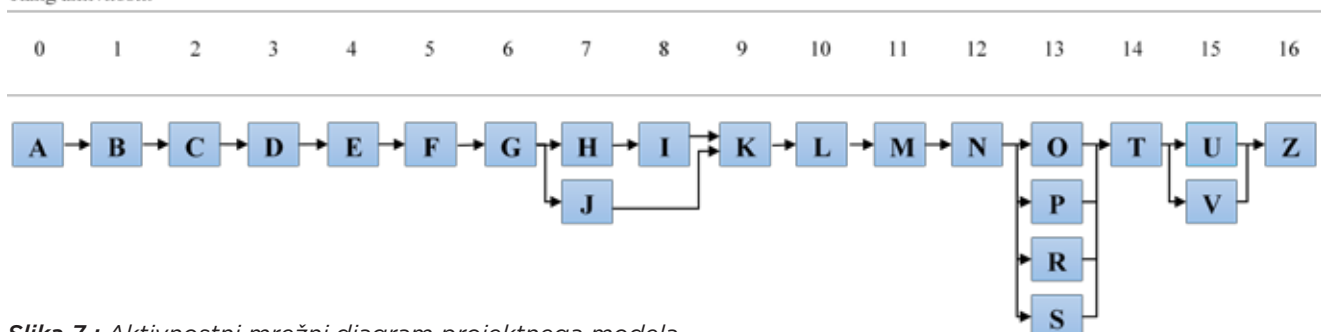
### 4.1 Struktura razčlenitve dela

Na podlagi opredeljenih in opisanih aktivnosti, ki so potrebne za izvedbo investicijskega projekta, se izdelata diagram WBS oziroma struktura razčlenitve dela. Ta pri projektu omogoči, da se delo projektnega tima razdeli v manjše obvladljive sklope. Aktivnosti so z njim točno opredeljene. V naprej izdelanem WBS se že pred pričetkom investicijskega projekta določi, katere aktivnosti bo v projektu treba izvesti. Slika 6 prikazuje diagram WBS projekta.



Slika 6 : Diagram WBS projektnega modela za vodenje investicijskega projekta.

Rang aktivnosti:



Slika 7 : Aktivnostni mrežni diagram projektnega modela.

**Preglednica 4 : Seznam aktivnosti projektnega modela.**

| Oznaka | Naziv aktivnosti                                | Predhodnice | Rang |
|--------|---|-------------|------|
| A      | Specifikacija zahtev                            | -           | 0    |
| B      | Pošiljanje povpraševanj in pridobivanje ponudb  | A           | 1    |
| C      | Pogajanja                                       | B           | 2    |
| D      | Ocenjevanje in primerjanje ponudb               | C           | 3    |
| E      | Podpis pogodbe in proženje naročila             | D           | 4    |
| F      | Konstruiranje opreme                            | E           | 5    |
| G      | Potrjevanje konstrukcije                        | F           | 6    |
| H      | Izdelava opreme                                 | G           | 7    |
| I      | Testiranje opreme pri izvajalcu oz. predprevzem | H           | 8    |
| J      | Priprava proizvodnih prostorov                  | G           | 7    |
| K      | Transport                                       | I, J        | 9    |
| L      | Inštalacija opreme in zagon                     | K           | 10   |
| M      | Namestitev programske opreme                    | L           | 11   |
| N      | Nastavitve in optimizacija opreme               | M           | 12   |
| O      | Varnostni pregled opreme                        | N           | 13   |
| P      | Kalibracija meril                               | N           | 13   |
| R      | Ureditev delovnih mest po metodi 5S             | N           | 13   |
| S      | Presoja ESD                                     | N           | 13   |
| T      | Usposabljanje                                   | O, P, R, S  | 14   |
| U      | Poskusna proizvodnja                            | T           | 15   |
| V      | Končni prevzem opreme                           | T           | 15   |
| Z      | Predaja opreme                                  | U, V        | 16   |

**Preglednica 5 : Matrika odgovornosti projekta.**

|  | Vodja projekta | Uprava podjetja | Produktna tehnologija | Kontrolna tehnologija | Tehnik ESD | Lean skupina | Proizvodnja | Proizvodna tehnologija | Zunanji izvajalec |
|--|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|------------|--------------|-------------|------------------------|-------------------|
| Specifikacija zahtev                           | X              |                 | X                     | X                     |            |              |             | C                      |                   |
| Pošiljanje povpraševanj in pridobivanje ponudb | X              |                 |                       |                       |            |              |             |                        |                   |
| Pogajanja                                      | I              | X               |                       |                       |            |              |             |                        |                   |
| Ocenjevanje in primerjanje ponudb              | d              | D               | C                     |                       |            |              |             |                        |                   |
| Podpis pogodbe in proženje naročila            | I              | X               |                       |                       |            |              |             |                        |                   |
| Konstruiranje opreme                           |                |                 |                       |                       |            |              |             |                        | X                 |
| Potrjevanje konstrukcije                       | X              |                 | X                     | X                     |            |              |             | C                      |                   |
| Izdelava opreme                                | P              |                 |                       |                       |            |              |             |                        | X                 |
| Testiranje opreme pri izvajalcu                | I              |                 |                       | X                     |            |              |             |                        | X                 |
| Priprava proizvodnih prostorov                 | I              |                 |                       |                       | X          | X            |             | A                      |                   |
| Transport                                      |                |                 |                       |                       |            |              |             |                        | X                 |
| Inštalacija opreme in zagon                    | P              |                 |                       | I                     |            |              |             |                        | X                 |
| Namestitev programske opreme                   | P              |                 | I                     | X                     |            |              |             |                        |                   |
| Nastavitve in optimizacija opreme              | P              |                 | I                     | X                     |            |              |             |                        | X                 |
| Varnostni pregled opreme                       | X              |                 |                       |                       |            |              |             |                        |                   |
| Kalibracija meril                              | X              |                 |                       |                       |            |              |             |                        |                   |
| Ureditev delovnih mest po metodi 5S            | P              |                 |                       |                       |            | X            |             | I                      |                   |
| Presoja ESD                                    | I              |                 |                       |                       | X          |              |             |                        |                   |
| Usposabljanje                                  | I              |                 | T                     | T                     |            |              |             |                        | T                 |
| Poskusna proizvodnja                           | I              | I               | X                     | P                     |            |              | X           | X                      |                   |
| Končni prevzem opreme                          | X              | I               | X                     | X                     |            |              | I           |                        |                   |
| Predaja opreme                                 | X              |                 | I                     |                       |            |              | X           | A                      |                   |

## 4.2 Aktivnostni mrežni diagram

Z aktivnostnim mrežnim diagramom je prikazano zaporedje izvajanja aktivnosti. V *Preglednici 4* je seznam aktivnosti obravnavanega projekta. V njem so podane neposredne predhodnice opazovanih aktivnosti. Določeni so tudi rangi posameznih aktivnosti, ki pomagajo pri risanju diagrama, da ne pride do napak.

*Slika 7* prikazuje aktivnostni mrežni diagram projektnega modela. Jasno prikaže sosledje aktivnosti med izvedbo investicijskega projekta. Kot je razvidno, je večina aktivnosti zaporednih, nekatere pa se lahko izvajajo tudi vzporedno. Na ta način se je možno že vnaprej pripraviti na naslednjo aktivnost, kar v veliki meri prepreči podaljšanje časa za izvedbo projekta.

## 4.3 Matrika odgovornosti

Poleg aktivnostnega mrežnega diagrama je treba za pravilno izvedbo projekta opredeliti tudi odgovornosti za izvedbo posameznih aktivnosti. V *Preglednici 5* je prikazana matrika odgovornosti predstavljenega projektnega modela.

Matrika jasno opredeli, kdo izmed članov projektnega tima je odgovoren za izvedbo posamezne aktivnosti. Odgovornosti so dodeljene posameznim oddelkom podjetja, ki so aktivno vključeni v investicijski proces. Označbe v matriki odgovornosti so dodeljene skladno s predstavljenimi oznakami v *Preglednici 6*.

**Preglednica 6 :** Vloge pri izvedbi aktivnosti [4].

| Oznaka | Vloga oz. vrsta odgovornosti                           |
|--------|--|
| X      | Izvaja oz. opravlja (angl. <i>eXecutes</i> )           |
| D      | Samostojno sprejema odločitve (angl. <i>Decision</i> ) |
| d      | Delno sprejema odločitve (angl. <i>Decision</i> )      |
| P      | Nadzoruje napredek (angl. <i>Progress</i> )            |
| T      | Poskrbi za izobraževanje (angl. <i>Tuition</i> )       |
| C      | Z njim se posvetuje (angl. <i>Consulted</i> )          |
| A      | Svetuje (angl. <i>Advise</i> )                         |
| I      | Mora biti obveščen (angl. <i>Informed</i> )            |

## 5 Sklep

Vse aktivnosti projektnega modela so izvedene z enim samim ciljem, to je delujoča proizvodna oprema na končni lokaciji v čim krajšem času. Sledenje izdelava-

nemu aktivnostnemu mrežnemu diagramu pripomore k bolj tekoči izvedbi projekta, tako se čas izvedbe projekta bistveno ne podaljša. Kontrolna seznama v veliki meri preprečita, da se znotraj aktivnosti katera izmed bistvenih stvari ne bi izvedla oz. opredelila. Še posebej pomembno je to pri specifikaciji zahtev, saj vsako nadaljnje spreminjanje specifikacij, ko je oprema že v fazi konstrukcije ali celo izdelave, povzroči bistveno višje stroške, kot če bi jo ustrezno opredelili že na začetku. Model odločanja za izbiro najustreznjše- ga ponudnika omogoči optimalno izbiro ponudnika, saj podjetje samo določi težo posameznega kriterija, pomembno za posamezni projekt.

Projektni model omogoča dober pregled nad samim odvijanjem projekta tudi tistim sodelavcem, ki pri projektu ne sodelujejo aktivno.

## Viri

- [1] D. Vuk, M. Knez: Investicijski management. Založba moderna organizacija, Kranj, 2004.
- [2] Projekt. V Slovarju slovenskega knjižnega jezika. Dostopno na: <https://sskj.si/?s=projekt>, ogled: 13.3.2018
- [3] Project Management Institute: A guide to project management body of knowledge. Project management institute, Pennsylvania, 2013.
- [4] J. R. Turner: The handbook of project-based management (Third edition). The McGraw-Hill Companies, New York, 2009.
- [5] A. Stare: Projektni management: teorija in praksa. Agencija POT1, Ljubljana, 2011.
- [6] Projektni management. Dostopno na: <https://projektni-management.si/category/o-projek-tih/page/3/>, ogled: 14. 3. 2018.
- [7] Standard EN ISO 6385:2016. Ergonomics principles in the design of work systems
- [8] Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih. Uradni list RS št. 89/99, 39/05.
- [9] Bosch Rexroth AG: Ergonomics Guidebook for Manual Production Systems. Dostopno na: [https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/3842525794\\_2017\\_11\\_EN\\_Ergomomieratgeber\\_Media.pdf?db=brmv2&lvid=1203820&mvid=13447&clid=1&sid=BF4F99EC3D2480CAABB35BBC3C7964E7.borex-tc&sch=M&id=13447,1,1203820](https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/3842525794_2017_11_EN_Ergomomieratgeber_Media.pdf?db=brmv2&lvid=1203820&mvid=13447&clid=1&sid=BF4F99EC3D2480CAABB35BBC3C7964E7.borex-tc&sch=M&id=13447,1,1203820), ogled: 3. 6. 2018.
- [10] IEC 61340-5-1 :2016. Protection of electronic devices from electrostatic phenomena General requirements.

## Project of Managing the Investment Process

### Abstract:

In practice, most companies does not have a precisely defined management of the investment process, therefore, in the case of investments in production equipment, it also meets with the extension of the project time and increased costs. To optimize the implementation of investment projects, it is necessary to set up a project model that accurately lists the necessary activities, their flow and defines the matrix of responsibility. The project model also requires the production of checklists that prevent any of the key requirements of the equipment from not being prescribed.

### Keywords:

investment engineering, project management, project model, decision model, production equipment.



Robotics

SMART  
INDUSTRY



PASSION FOR PERFECTION



ICT  
4Industry

12.-14.02.2019

LJUBLJANA, SLOVENIJA

GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE

[WWW.ICM.SI](http://WWW.ICM.SI)

# ŽICE ZA LASERSKO VARJENJE

## ORODNIH JEKEL

Janez Tušek, Klemen Pompe

### Izvleček:

Članek opisuje varilne žice za lasersko varjenje. Opisana so orodja, kalupi in orodna jekla, ki jih varimo lasersko s tankimi žicami. Na kratko je podan opis, kako lahko izdelamo žice za lasersko varjenje iz žic, namenjenih za varjenje orodij po postopku TIG. Opisane so napake na varilnih žicah, ki se pojavijo med izdelavo, če celoten proces vlečenja in tanjšanja žic ni povsem pravilen. Na koncu članka so podani zaključki.

### Ključne besede:

varilna žica, tanjšanje žic, lasersko varjenje, orodje, orodno jeklo

## 1 Uvod

Lasersko varjenje orodnih jekel je v zadnjem desetletju doživelo velik razvoj in se v industriji zelo uporablja. Najpogosteje ga uporabljamo za reparaturno varjenje delov orodij, ki so obrabljena, razpokana ali kako drugače poškodovana. Od orodij najpogosteje varimo tista, ki so namenjena za tlačno litje barvnih kovin in orodja za brizganje plastike. Reparatura laserska varjenja v večini primerov varimo ročno, kar pomeni, da operater na laserski napravi ročno dodaja tanko varilno žico in z drugo roko premika optično varilno glavo z laserskim žarkom po določeni poti oziroma konturi. To počne s posebnim mehanizmom ali krmilno palico. V novjšem času se pojavljajo roboti za lasersko reparaturno varjenje, toda njihovo programiranje je zamudno. Napake na orodjih, ki jih moramo odpraviti z laserskim varjenjem, so pogoste zelo majhne, variti je treba v prisilnih legah, v kotih in v ozkih špranjah. Vse to pa opravimo hitreje in dovolj dobro, če varimo ročno.

Žice za lasersko varjenje razlikujemo glede na kemično sestavo, premer in glede na obliko, ki se dobi na trgu. To slednje pomeni, da so žice lahko ravne kot palice ali navite na kolut.

## 2 Eksperiment

Orodje je vsak pripomoček ali sredstvo, ki človeku olajša opravljati določena opravila. Delimo jih po zelo različnih merilih. Od vseh orodij zahtevamo odlične mehanske lastnosti, kot so trdota, trdnost, obrabna obstojnost, odpornost na popuščanje in tudi čim večjo žilavost. Vse prej naštete lastnosti

lahko dosežemo, če je orodje izdelano iz orodnega jekla in je toplotno obdelano. S toplotno obdelavo povečamo orodjem predvsem trdoto in obrabno obstojnost. Pri tem pa se zmanjša predvsem njihova žilavost. Prav pravo razmerje med trdoto in žilavostjo je merilo pri izbiri toplotne obdelave.

Orodja se med uporabo obrabljajo, razpokajo ali kako drugače poškodujejo. Varjenje je edina tehnologija, s katero je orodje možno sanirati in usposobiti za ponovno uporabo.

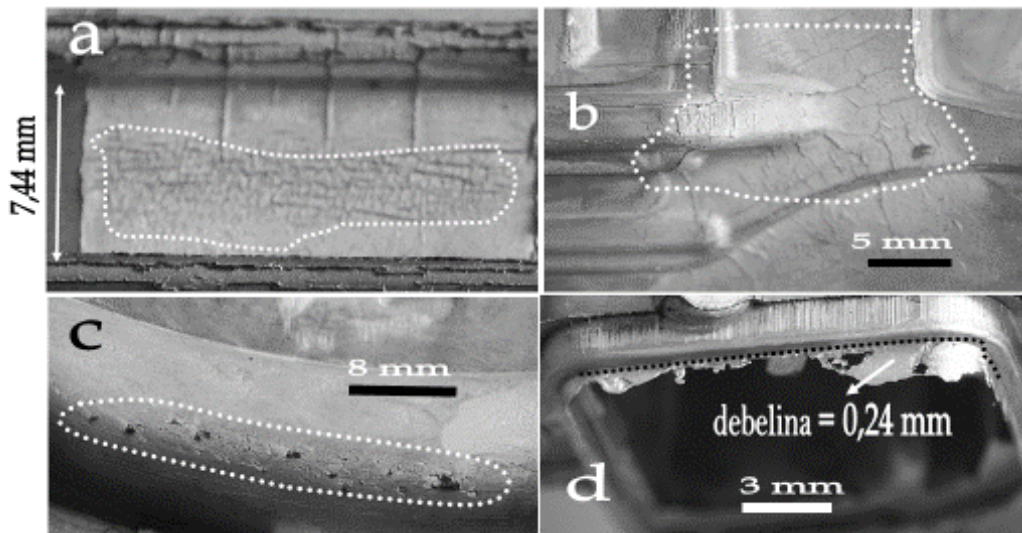
Orodja lahko delimo tudi glede na zahtevnost tehnologije reparaturnega varjenja. Glede na to jih delimo na orodja za preoblikovanje in odrezavanje, na orodja za brizganje plastike in na orodja za tlačno litje neželeznih kovin. Vsaka skupina naštetih orodij zahteva svojo varilsko tehnologijo, ki vključuje izbiro dodatnega materiala, varilnega postopka in dodatne ukrepe pred varjenjem, med njim in po njem.

V praksi najpogosteje reparaturno varimo orodja za tlačno litje neželeznih kovin. Napake, ki na teh orodjih nastanejo med uporabo, razdelimo v štiri skupine. Na sliki 1 so prikazane napake na ulitkih iz aluminija, nastale zaradi napak na orodjih. Na sliki so označene dimenzije, iz katerih se vidi, da so napake majhne glede površine in tudi glede globine. Za uporabnike aluminijevih ulitkov so te napake prevelike in za prakso niso sprejemljive, zato je treba orodja sanirati. Napake na orodjih, kot so označene na sliki 1, je smiselno sanirati z laserskim varjenjem z dodajanjem materiala.

Napaka z oznako a (*slika 1*) nastane zaradi abrazije površine, ko talina drsi po površini orodja. Napaka z oznako b so razpoke. Te so zelo različno velike, različno globoke in različno usmerjene. Nastanejo zaradi širjenja in krčenja materiala orodja med litjem. Ko se orodje segreje, se razširi in ko se ohladi, se krči. Tretja napaka z oznako c je napaka zlepa, ko se talina spoji s površino orodja. Po litju, ko uli-

Prof. dr. **Janez Tušek**, univ. dipl. inž., **Klemen Pompe**, univ. dipl. inž., TKC, d. o. o., Ljubljana





Slika 1 : Napake na ulitkih iz aluminija, ki so posledica napak na orodjih za tlačno litje [1]

tek vzamemo iz orodja, nastanejo na površini ulitka različno oblikovane manjše luknje. Srh je četrta napaka (oznaka d na sliki 1). Nastane zaradi obrabe površini na enem delu ali obeh delih orodja, ki se med litjem stikata.

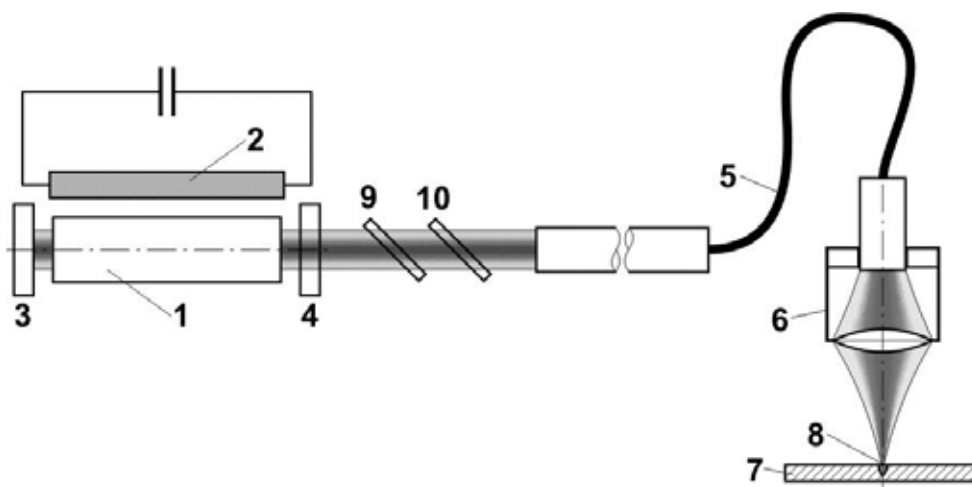
Vse te napake lahko odpravimo le z laserskim varjenjem z žicami premera 0,2 mm do 0,6 mm.

### 3 Splošno o laserskem varjenju

Laserski žarek je skoncentrirana svetloba samo ene valovne dolžine. Energija laserskega žarka je na enoto površine  $10^3$ -krat večja, kot je energija v varilnem obloku. V tem je največja prednost laserskega varjenja, ker z njim zelo hitro izdelamo var

brez omembe vrednega toplotno vplivanega področja okoli vara. Zaradi relativno majhne količine pretaljenega dodatnega in osnovnega materiala pri laserskem varjenju ne nastanejo obrobne zajede ob varu, kar je zelo pomembno za reparaturno varjenje orodij. To še posebno velja za orodja, ki imajo visoko polirane površine.

Glede na valovno dolžino poznamo laserje Nd:YAG, laserje  $CO_2$ , diodne laserje, vlakenske laserje, ekscimerne laserje in še številne druge. Za reparaturno varjenje so se v praksi najbolj uveljavili laserji Nd:YAG z valovno dolžino 1064 nm in v zadnjem času vlakenski laserji z valovno dolžino okoli 1  $\mu m$ . Na sliki 2 je prikazana naprava z laserjem Nd:YAG za ročno lasersko varjenje orodij, s katerim zelo pogosto reparaturno varimo orodja.

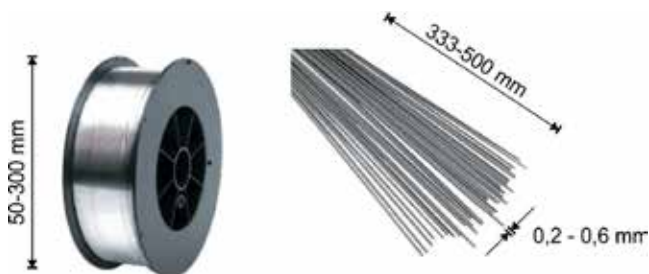


Slika 2 : Naprava za ročno lasersko varjenje; 1- Nd:YAG kristal, 2- bliskovka, 3, 4 - zrcala, 5- optični kabel, 6- optični sistem za oblikovanje laserskega žarka, 7- varjenec, 8- var, 9- sistem za razdelitev energije žarka ali sistem za časovno krmiljenje žarka 10- varnostna zaslonka [2]

#### 4 Varilne žice

Varilne žice za lasersko varjenje orodij in orodnih jekel so večinoma premera od 0,2 mm do 0,6 mm in kemične sestave, podobne osnovnemu materialu. Žice dobimo na trgu kot ravne palice (šibke) dolžine od 330 do 500 mm ali pa kot neskončne žice, navite na kolut (*slika 3*). Premeri kolutov so od 50 mm do 300 mm.

Zaradi zelo hitrih in zapletenih metalurških procesov med laserskim varjenjem in zaradi zahtev po mehanskih lastnostih varov imajo v splošnem žice za lasersko varjenje orodij približno za eno desetinko manjši odstotek ogljika in za okoli 2 % večjo vsebnost kroma. Večina ostalih legirnih elementov je v žici enaka kot v osnovnem materialu.

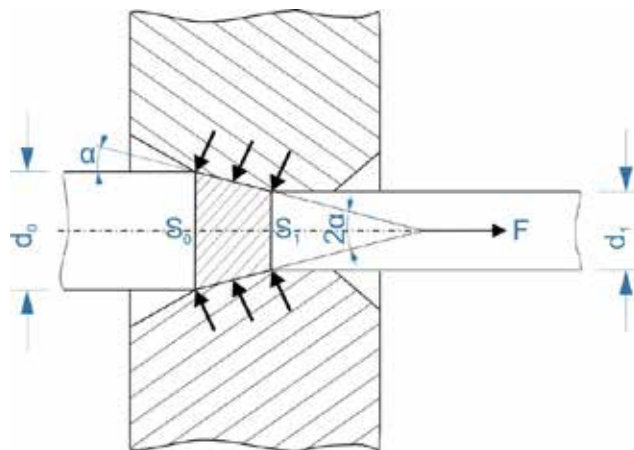


**Slika 3 :** Kolut z žico in ravne tanke palice (šibke) za lasersko varjenje

V praksi uporabljamo žice za reparaturno lasersko varjenje orodij približno enake kemične sestave, kot jo imajo žice za obločno varjenje TIG. To ni najprimerneje, ker so odgori elementov in njihovo uparjanje med laserskim varjenjem drugačni (večji) kot pri obločnem varjenju. Toda razlike so majhne in v praksi za večino orodnih jekel zanemarljive. Žice za varjenje TIG so varilne palice (šibke) navadno premera 1,0 mm, 1,6 mm, 2,4 mm in 3,2 mm. Te žice so za lasersko varjenje predebele. Z močnimi laserji jih lahko pretalimo, ampak vnos energije v var je v takšnih primerih prevelik in toplotno vplivano področje okoli vara preveč prizadeto. Močno bi se spremenila mikrostruktura in s tem poslabšale mehanske lastnosti, kar pa za prakso ni sprejemljivo.

Iz zapisa sledi, da lahko žice za lasersko varjenje premera, manjšega od 1 mm, dobimo s tanjšanjem žic, ki so namenjene za varjenje TIG. Tanjšanje žic iz orodnih jekel je izjemno zahtevna tehnologija. S tanjšanjem žice preoblikujemo, spreminjamo mikrostrukturo in vplivamo na njihove mehanske lastnosti. Najpogosteje se žice med vlečenjem utrdijo. Čim večja je stopnja redukcije, tem bolj se žica utrdi. To pa pomeni, da jih moramo med posameznimi fazami vleka toplotno žariti, da jim znižamo stopnjo trdote in odpravimo notranje napetosti.

Na *sliki 4* je prikazana osnovna in preprosta shema vlečenja in tanjšanja žice skozi diamantno votlico. Pomembna parametra sta kot  $\alpha$  in razmerje med presekom  $S_0$  in presekom  $S_1$ . V praksi najpogosteje govorimo o premeru in o razmerju med premeroma  $d_0$  in  $d_1$ .

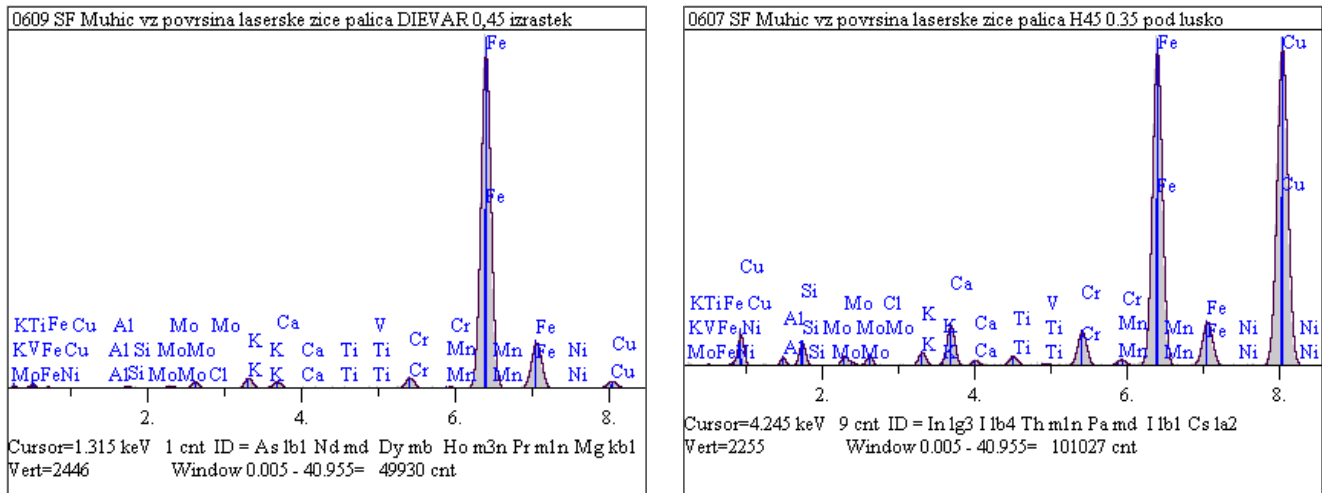


**Slika 4 :** Diamantna votlica, skozi katero vlečemo žice in jih tanjšamo.

Vlečenje je tehnološki proces, pri katerem v hladnem stanju preoblikujemo žico iz debelejšega okroglega na tanjši okrogli premer. Sila vleka je odvisna od razmerja med presekom žice pred diamantno votlico z oznako  $S_0$  na *sliki 4* in premerom  $S_1$  na isti *sliki*. Praktične izkušnje so pokazale, da je okrogle žice iz orodnega jekla, namenjene za varjenje TIG, smiselno tanjšati z vlečenjem skozi diamantno votlico od premera 1 mm navzdol ???. Z vsakim vlekem lahko zmanjšamo premer za nekaj stotink milimetra, odvisno od tega, kakšno stopnjo redukcije dovoljuje žica. Stopnja utrditve med vlečenjem je odvisna od stopnje deformacije in od kemične sestave žice. Ker se presek žice manjša s kvadratom premera, pomeni, da s tanjšanjem žice za vsako desetinko milimetra potrebujemo več vlekov. Za nemoten potek tanjšanja je smiselno, da žice žarimo za odpravo zaostalih napetosti med vsakim vlekem ali najmanj vsakim drugim vlekem. Žice moramo žariti v zaščitni atmosferi ali v vakuumu. To pa dviguje ceno varilnim žicam za lasersko varjenje.

Večina žic, ki jih zdaj dobimo na trgu za varjenje TIG, so prevlečene z zelo tanko plastjo bakra ali drugo kovinsko ali celo nekovinsko zaščitno prevleko proti koroziji. Med varjenjem TIG baker odgori ali oksidira in ne vpliva pomembno na kakovost vara. Pri varjenju z laserjem pa morajo biti žice popolnoma čiste in baker na njihovih površinah ni zaželen.

Pred tanjšanjem žic moramo baker s površine žice odstraniti, če želimo dobiti kvalitetno žico in s tem kvaliteten var. To velja za vse žice, ne glede na kemično sestavo in ne glede na namen uporabe.



Slika 5 : Prikaz dveh kemičnih analiz dveh površin na dveh žicah, ki sta bili pred vlečenjem različno očiščeni [2]

Na sliki 5 sta prikazana dva diagrama s kemično analizo površin dveh žic. Prva žica (levo) je bila dobro očiščena in druga (desno) slabo. Na površini prve žice skoraj ni več zaslediti bakra. Na drugi žici pa je drugače. Iz diagrama se vidi, da je na površini druge žice (desno slika 5) še vedno večja količina bakra. Kljub temu, da sta bili obe žici na pogled enaki.

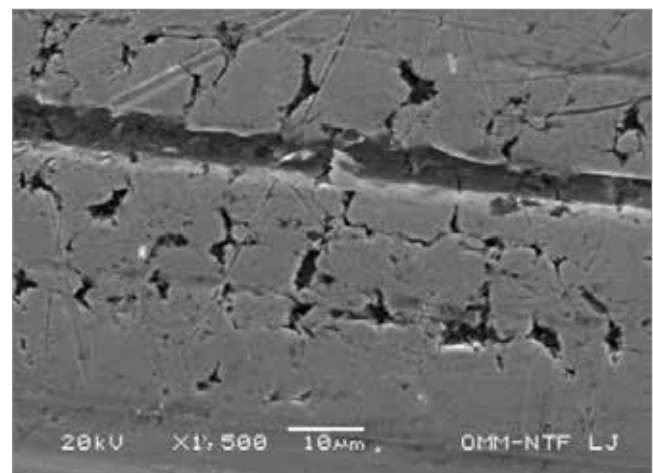
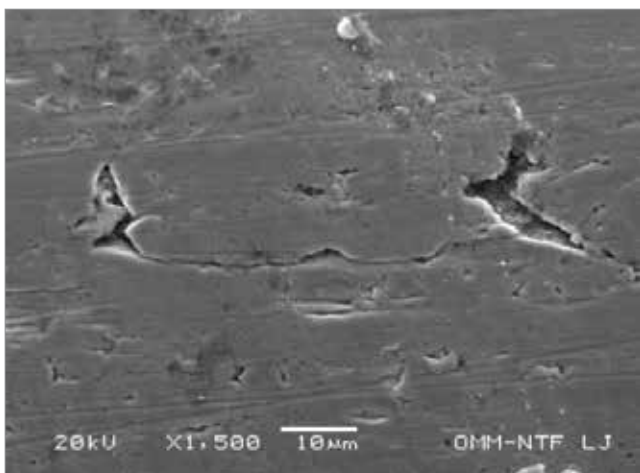
Osnovni pogoj za izdelavo kvalitetnih žic je dobro čiščenje žic pred vlečenjem, med njim in po njem, kakovostno žarjenje med vlečenjem in kakovostno ravnanje žic po vlečenju. Žice moramo pred vlečenjem očistiti s peskanjem, da odstranimo baker in druge nečistoče, in ustreznimi kemičnimi čistili, s katerimi odstranimo ostanke po peskanju in najbolj trdovratne nečistoče.

Ko se žica med vlečenjem utrdi jo moramo žariti, da ji znižamo stopnjo trdote in odpravimo zaostale notranje napetosti. To velja predvsem za žice za varjenje orodnih jekel, ki so močno legirane in se hitro utrdijo. Na površini utrjene žice se lahko zaradi

teh napetosti pojavijo drobne razpoke, odrgnine ali druge nepravilnosti. Te površinske napake samega varjenja ne motijo, težava pa je, da se v razpokah in udorih nahajajo nečistoče, ki varjenje zelo motijo in slabo vplivajo na proces varjenja in na kakovost vara.

Žice za orodna jekla so zelo različno legirane, kar je odvisno od vrste orodja, ki ga varimo. Na primer za varjenje orodij za tlačno litje barvnih kovin so žice legirane s približno 0,25 % ogljika in s približno 5,5 % kroma.

Na sliki 6 sta prikazana posnetka dveh površin, dveh žic, ki imata kemično sestavo, kot je napisano v prejšnjem odstavku in sta namenjeni za varjenje orodij za tlačno litje barvnih kovin. Razpok oziroma napak na površini žic s prostim očesom ni mogoče zaznati. Toda tako poškodovana površina žic za lasersko varjenje seveda ni sprejemljiva. Vendar na površini skoraj vedno ostane nekaj napak, nečistoče pa se z njih odpravljajo z ultrazvočnim čiščenjem. [3]



Slika 6 : Dva posnetka z elektronskim mikroskopom dveh površin na dveh žicah za lasersko varjenje

## 5 Zaključek

Iz celotne vsebine članka lahko zapišemo nekaj ugotovitev:

- ▶ žice za lasersko varjenje orodnih jekel lahko izdelamo iz žic, ki so predvidene za varjenje orodnih jekel po postopku TIG;
- ▶ pred vlečenjem in tanjšanjem moramo žice za varjenje TIG očistiti mehansko s peskanjem in kemično z ustreznimi čistili;
- ▶ med vlečenjem in tanjšanjem žice se material žic utrdi. To odpravimo z žarjenjem na mehko;
- ▶ po zaključku tanjšanja moramo žice popolnoma zravnati in kemično očistiti;
- ▶ očiščene in zravnanе žice zaščitimo pred koro-

zijo z nanonansi, ki ne vplivajo na varjenje, ali pa jih vakuumsko pakiramo.

### Viri

- [1] T. Muhič: Lasersko reparaturno varjenje duplex toplotno obdelanih površin. Fakulteta za strojništvo, prvi podiplomski seminar, 2007.
- [2] J. Tušek, K. Pompe, T. Muhič, M. Pleterski: Sanacija termorazpok na orodjih za tlačno litje z lasersko tehnologijo. Vakuunist, 2007, letnik 27, številka 4.
- [3] G. Papič: Ultrazvočno čiščenje varilnih žic za lasersko varjenje. Fakulteta za strojništvo, diplomska naloga, 2010.

## Wires for laser welding of the tool steels

### Abstract:

The article describes welding wires for laser welding of tool steels. Moulds, tool steels and laser welding are generally described. A brief description is given of how laser welding wires can be made from welding wires designed for TIG welding. Some of the defects, that occurs on the surface of laser welding wires, if they are not processed correctly when making them, are described. Finally, conclusions and findings, are given.

### Keywords:

welding wire, drawing of wires, laser welding, tools, tool steels



### Vrtljiva drsna miza PRT

povsem brez vzdrževanja

- odporna na obrabo
- za velike obremenitve možnosti:
- v nerjavni izvedbi
- skladno s standardi FDA

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



HENNLICH

Pokličite nas:

04/532 06 05



www.hennlich.si

INDUSTRIJSKI  
FORUM **IRT** 2019

**FORUM  
ZNANJA IN  
IZKUŠENJ**

Predstavitev strokovnih prispevkov

Strokovna razstava

Aktualna okrogla miza

Podelitev priznanja TARAS

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

Portorož, 3. in 4. junij 2019

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



# MEHATRONIKA

Prvi priročnik za mehatroniko  
v slovenskem jeziku



POKLIČITE  
(01) 475 95 35  
OBIŠČITE  
[www.pasadena.si](http://www.pasadena.si)


#### Mehatronika

- Prevod izvirnika: Fachkunde Mechatronik
- Vežava: trda
- Strani: 624
- Mere: 170 x 240 mm
- ISBN: 9789616361873

**Cena: 40,00 EUR**

#### Založba Pasadena d.o.o.

Tehnološki park 20, 1000 Ljubljana  
Telefon: (01) 475 95 35  
e-pošta: [knjige@pasadena.si](mailto:knjige@pasadena.si)  
[www.pasadena.si](http://www.pasadena.si)

 Družite se z nami na družabnih omrežjih!

 **pasadena.si**

# VOZEL – ZASTAREL IN LE REDKO UPORABEN VEZNI ELEMENT – ALI JE UPORABEN TUDI V ZDAJŠNJEM ČASU V SODOBNI INDUSTRIJI?

Blaž Jelenc, Janez Tušek

## Izvleček:

Predstavili bomo pakirni oz. mesarski vozle, ki je izjemno uporaben v okoliščinah, ko je treba z vrvjo kaj povezati ali pa privezati. Analizirali bomo tudi napetosti v vrvi in sile trenja med vrvjo in predmetom priveza. Iz opisanih primerov uporab bo razvidno, da ima vozle nekakšno univerzalno uporabnost, saj zlahka nadomesti bolj ozko usmerjene sisteme privezovanja (ali povezovanja), kot npr. elastične trakove in povezovalne trakove (gurtne).

## Ključne besede:

pakirni vozle, uporaba vozlov, trenje med vrvjo in kontaktno površino.

## 1 Uvod

Vozle je prav gotovo najstarejši vezni element, ki je poznan že od vsega začetka človekovega delovanja. Z razvojem tehnike so se razvijali tudi vozli. Z razvojem novih umetnih materialov, kot so najlon, kevlar, dyneema se je odprla zelo široka možnost uporabe vozlov v sodobnem svetu, v vsakdanjem življenju in tudi v industriji. Poznamo zelo različne vozle, ki se delijo po področjih uporabe, po načinu izdelave in podobno. Tako poznamo mornarske vozle, taborniške vozle, kirurške vozle, mesarske vozle, plezalne vozle, pakirne vozle itd.

Glede na trajnost zveze poznamo lahko razdružljive in težko ali celo nerazdružljive vozle. Vozle lahko delimo še glede na vrsto obremenitve, glede na vrsto materiala, iz katerega so izdelane vrvi, in podobno.

## 2 Euler-Eytelweinova enačba

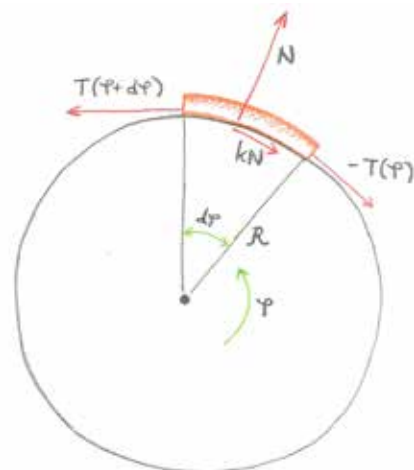
Ko uporabljamo vrv npr. pri plezanju ali na jadnici, je pogosto dobro vedeti, kako trenje vpliva na napetosti v vrvi, ko je ta navita okoli cilindra. Odvisnost med napetostjo v vrvi in trenjem med vrvjo in podlago, na katero je vrv navita, je dana preko Euler-Eytelweinove enačbe [10]

$$T(\varphi) = T_0 e^{k\varphi}, \quad (1)$$

kjer je  $T_0$  začetna napetost (oz. sila) v vrvi,  $k$  je koeficient trenja med vrvjo in podlago,  $\varphi$  je kot, ki ga obsega navita vrv, in  $T(\varphi)$  je napetost v vrvi pri kotu  $\varphi$ .

Enačbo zlahka izpeljemo ob pomoči *slike 1*. Predpostavljamo, da je vsak del vrvi točno na meji zdrsa (oziroma lahko tudi enakomerno drsi). Na majhen delček vrvi dolžine  $Rd\varphi$  delujejo sile podlage  $N$ , sile trenja  $kN$  ter sile  $T(\varphi + d\varphi)$  in  $-T(\varphi)$  na obeh koncih koščka. Pogoji za ravnovesje v smeri, pravokotni na podlago, nam da enakost  $N = Td\varphi$ , ravnovesje v smeri podlage pa

$$T(\varphi + d\varphi) - T(\varphi) = kT(\varphi)d\varphi,$$



Slika 1: K izpeljavi Euler-Eytelweinove enačbe

Dr. **Blaž Jelenc**, univ. dipl. mat., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko; prof. dr. **Janez Tušek**, univ. dipl. inž., TKC d. o. o., Ljubljana

kar da diferencialno enačbo oblike  $T'(\varphi) = kT(\varphi)$ , katere rešitev je ob začetnem pogoju  $T(0) = T_0$ , prav Euler-Eytelweinova enačba (1). Opazimo, da napetost v vrvi raste eksponentno s kotom, kar pomeni, da se je hitro možno z zadostnim navitjem ročno upreti poljubno veliki sili.

**Primer 2.1.** Koeficient trenja med pnevmatiko in asfaltno podlago je približno 0,72. Denimo, da hočemo zaustaviti 10-tonski tovornjak tako, da vrv navijemo okoli kovinskega cilindra. Koliko navojev je potrebnih, če hočemo tovornjak ročno zaustaviti tako, da potrebna sila ne bo presegla 100 N? Predpostavimo, da je koeficient trenja med vrvjo in kovinskim cilindrom enak 0,15. Iščemo torej kot  $\varphi$ , pri katerem velja

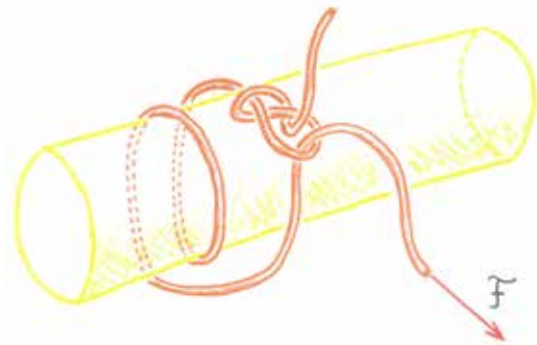
$$0,72 \cdot 10000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 100 \text{ N} \cdot e^{0,1\varphi}$$

Rezultat je  $\varphi = 43,7$ , kar je približno 7 navojev vrvi okoli cilindra.

Zanimiva opazka v Euler-Eytelweinovi enačbi je tudi, da radij cilindra  $R$  ne nastopa v enačbi, ampak je pomemben le kot, ki ga obsega navitje vrvi. Dejansko je le izpeljava enačbe nekoliko bolj pregledna, če si mislimo, da je vrv navita na cilindar, v resnici pa lahko gre za skoraj vsakršno obliko (glej [2]).

### 3 Pakirni – mesarski vozle

Pakirni – mesarski vozle je precej znan vozle in se večinoma uporablja pri zavezovanju paketov ali pa pri povezovanju mesa, da ne razpade med peko. Vrvice, ki se uporabljajo pri tem opravilu, so značilno tanke, narejene iz bombaža ali kakšnega drugega naravnega vlakna. Struktura vozla je takšna (glej sliko 2), da je vrvica podvržena velikemu trenju in se lahko hitro strga, če nismo pazljivi. Prava moč tega vozla se pokaže, ko za vezanje uporabimo močnejše vrvi, odporne na trenje (npr. statične plezalne vrvi). Če uporabimo takšno vrv (navadno gre za dvojno pleteno), se bo morebiti poškodoval le



Slika 2 : Pakirni – mesarski vozle.

zunanjemu varovalni plašč vrvi in bo torej možno vozle zategniti do skrajnih meja trdnosti vrvi. Takšne vozle iz vrvi močnejših materialov lahko uporabljamo tudi v strojništvu.

Naj bo  $\kappa$  koeficient trenja med dvema vrvicama in  $k$  koeficient trenja med vrvico in podlago. Denimo, da vrvico zategujemo s silo  $F_0$ . Napetost se v vrvici, ko gre skozi zanko, zmanjša na  $F_0 e^{-\kappa\pi}$ . Če je vozle v ravnovesju, potem mora biti napetost v vrvici, ki drži zanko enaka  $F_0 (1 + e^{-\kappa\pi})$  (glej sliko 3a).

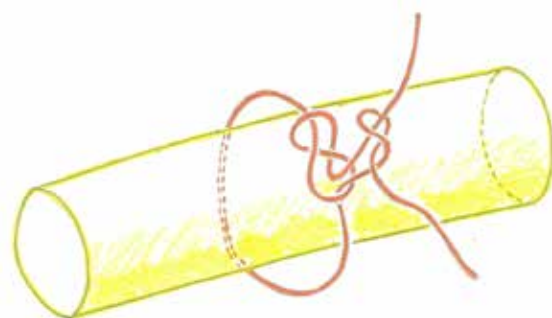
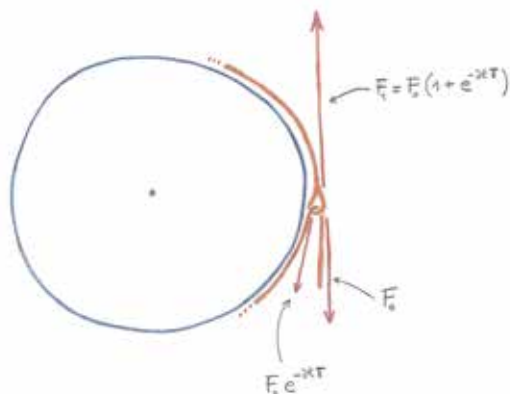
Naj bo  $n$  število ovojev vrvice. Na začetku vrvice v zanki je napetost enaka  $F_0 e^{-\kappa\pi}$ , torej je največja možna napetost v vrvici na delu, ki drži zanko, enaka  $F_0 e^{-\kappa\pi} e^{2k\pi n}$ . Dobimo torej naslednji pogoj. Če velja

$$F_0(1 + e^{-\kappa\pi}) > F_0 e^{-\kappa\pi} e^{2k\pi n} \quad (2)$$

potem zanka drsi po podlagi, tj. vozla ne moremo zategniti, ker celoten ovoj drsi. Pogoj (2) lahko reformuliramo na naslednji način:

**Pogoj 3.1.** Naj bo  $\kappa$  koeficient trenja med dvema vrvicama,  $k$  koeficient trenja med vrvico in podlago in  $n$  število navojev vrvice. Navitje ne drsi oziroma vozle lahko zategnemo natanko tedaj, ko velja

$$n \geq \frac{\ln(e^{\kappa\pi} + 1)}{2\pi k} \quad (3)$$



Slika 3 : (a) Sile v vozlu. (b) Dodaten varovalni vozle.

**Preglednica 1 :** Rezultati meritev koeficientov trenja med izbranimi kombinacijami materialov.

| $\kappa$ oz. $k$ | Smrekov les | Plastika | Najlon vrv | Dyneema vrv | Posmoljena vrv |
|------------------|-------------|----------|------------|-------------|----------------|
| Smrekov les      |             |          | 0,29       | 0,16        | 0,27           |
| Plastika         |             |          | 0,19       | 0,12        | 0,14           |
| Najlon vrv       |             |          | 0,16       |             |                |
| Dyneema vrv      |             |          |            | 0,096       |                |
| Posmoljena vrv   |             |          |            |             | 0,25           |

Vidimo, da je treba število ovojev povečati, če je  $k$  majhen in  $\kappa$  velik. Če je  $\kappa$  zanemarljiv, potem mejna vrednost trenja med vrvjo in podlago  $k = \frac{\ln(2)}{2\pi} \cong 0,11$  zadošča, da je potreben le en ovoj.

Vozel s slike 2 ima tudi dobro lastnost, da se mala zanka stiska pri zategovanju vozla in dejansko ostane stisnjena, kar pomeni, da vozle ostane zategnjen, ko popustimo napetost. Kljub temu se vozle tipično zavaruje na način, ki ga prikazuje *slika 3b*.

#### 4 Primeri uporabe mesarskega vozla

Praden opišemo različne primere uporabe mesarskega vozla, si pogledimo nekaj koeficientov trenja med paroma vrvi ( $\kappa$ ) in nekaj koeficientov trenja med vrvjo in podlago ( $k$ ), za pogoste tipe vrvi in tipe podlage (les, plastika ...).

Koeficient trenja bomo izmerili s pomočjo klanca. Klado, ovito z vrvjo, bomo postavili na klanec (podlaga bo iz izbranega materiala) in izmerili mejni kot  $\varphi_{max}$  pri katerem klada zdrсне. Koeficient trenja  $k$  je potem

$$k = \tan \varphi_{max} \tag{4}$$

Princip meritve je skiciran na *sliki 4*.

Rezultati meritev so v zapisani v *preglednici 1*. Zapisane so le relevantne kombinacije materialov, druge kombinacije materialov, kot na primer trenje med lesom in plastiko, za naše primere ne bo pomembno.

Na podlagi meritev koeficientov trenja si pogledjmo še mejno število ovojev, ki nam ga da pogoj 3.1.

Spomnimo se, da je mejno število navojev dano z neenačbo  $n \geq \frac{\ln(e^{\kappa\pi} + 1)}{2\pi k}$  (3). V razpredelnico 2 bomo zapisali navzgor (na celo število) zaokrožene vrednosti količine  $\frac{\ln(e^{\kappa\pi} + 1)}{2\pi k}$ .

Vidimo, da zadoščata 1-2 ovoja, da vozle lahko zategnemo. Razpredelnico koeficientov trenja je treba jemati z nekoliko previdnosti. Razpredelnica je narejena na majhnem številu meritev, poleg tega pa imajo lahko navidez podobni materiali precej različne lastnosti. Na primer, če namesto smrekovega lesa vzamemo bukov les, se trenje občutno zmanjša, poleg tega tudi plastika v razpredelnici ni natančno specificirana (meritev je bila izvedena na plastični rezalni deski). Iz izkušenj lahko dejansko rečemo, da pogosto dva ovoja zadoščata precej neodvisno od vrvi in materiala podlage.

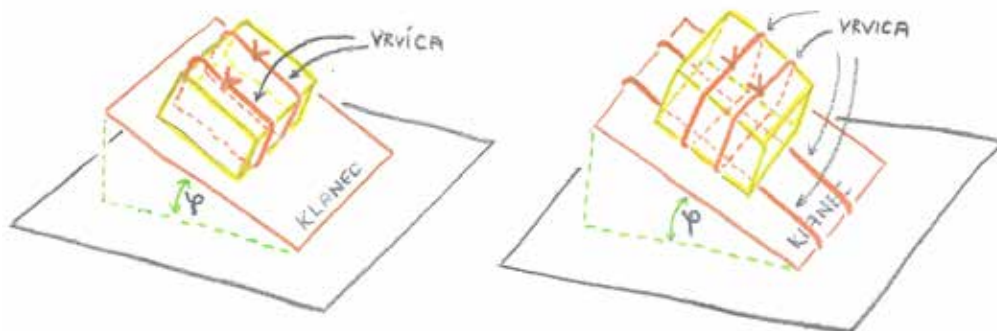
Poglejmo si sedaj še nekaj primerov uporab.

#### 4.1 Izdelava lesenih struktur

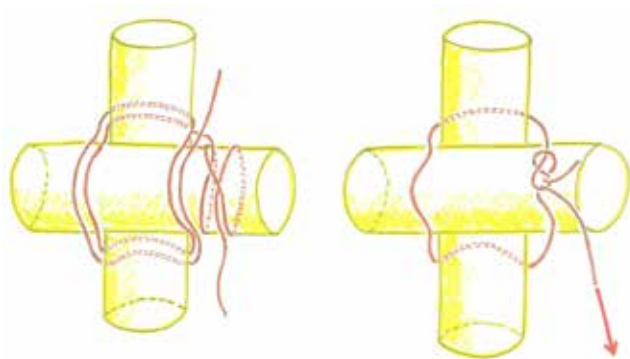
Mesarski vozle je primeren za izdelavo lesenih struktur, kot so npr. taborniški signalni stolp, okvir Ötzijevega nahrbtnika, lestev, okvir šotora ... *Slika 5* prikazuje tipičen princip vezi v leseni strukturi ter vez, narejeno z mesarskim vozlom.

*Slika 6a* prikazuje primer modifikacije držala tricikla (originalno držalo je bilo prekratko).

**Slika 4 :** Meritev trenja med vrvico in podlago in med dvema vrvicama.







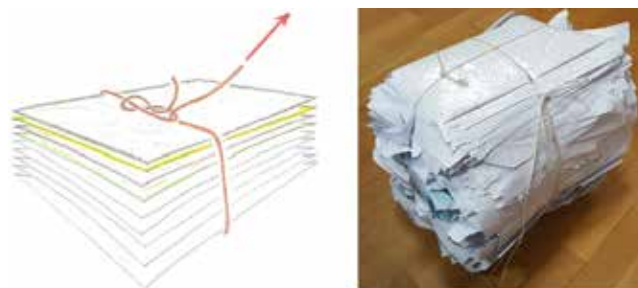
**Slika 5 :** Izdelava lesene konstrukcije. Levo je običajni postopek povezovanja, desno pa je uporaba mesarskega vozla.



**Slika 6a :** Modifikacija držala tricikla.

## 4.2 Povezovanje šopa

Pri obnovi stanovanja ali pospravljanju pisarne se nabere ogromno starega papirja (stari časopisi, deli kartonastih škatel ...). Mesarski vozle tudi tu lahko zelo učinkovito uporabimo, da ta raztreseni material povežemo v togo celoto, ki jo lahko brez nevšečnosti transportiramo (slika 6b).



**Slika 6b :** Povezovanje odpadnega papirja.

## 4.3 Napenjanje vrvi za perilo

Preden človek obvlada nekaj uporabnih vozlov, je pogosto problem napeti vrv med dvema točkama, ker ni jasno, na kakšen, čim bolj enostaven način, vrv zategniti in nato zavezati, da se bo napetost obdržala. Obstaja sicer kar nekaj različnih načinov, kako napeti vrv. Oglejmo si le izpeljanko na podlagi mesarskega vozla, ki jo prikazuje slika 7.

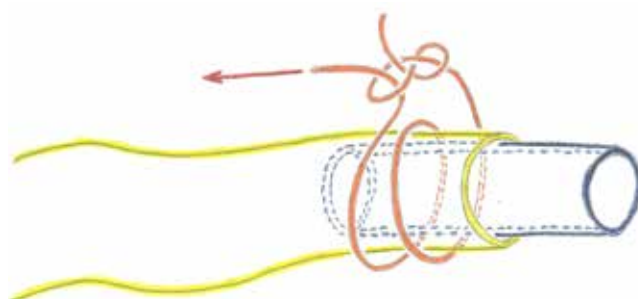


**Slika 7 :** Napenjanje vrvi za sušenje perila.

## 4.4 Nadomestilo objemk za cevi

Če hočemo na vrtno cev priključiti kakšen priključek in ta ne tesni dovolj, lahko namesto kovinske objemke uporabimo mesarski vozle (slika 8a). Ker gre navadno za gumijaste cevi, moramo le paziti, da vrvice ne zategnemo toliko, da bi prerezali cev.

Slika 8b prikazuje zatesnitev odtočne cevi pralnega stroja. V tem primeru je utor na robu cevi preozek in navidna kovinska objemka (s polžem) ni prišla v poštev.



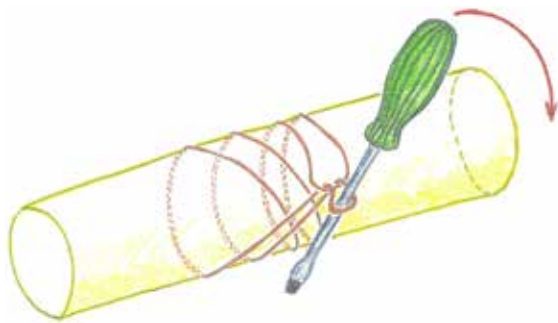
**Slika 8a :** Nadomestek objemk za cevi.

## 4.5 Zategovanje vijakov

Podrazdelek ni toliko uporaba mesarskega vozla, je bolj uporaba trenja med vrvjo in površino. Poglejmo si kar ekstremen primer, in sicer, ali bi lahko z vrvico zategnili oz. odtegnili vijake na kolesu avtomobila. Priporočljiv navor, s katerim naj bi vijake zategnili, je okoli 130 Nm. Matica vijaka ima premer 17 mm. Potrebna sila na robu vijaka, ki nam da ustrezen navor, je potem okoli 15 000 N. Glede na sliko 9a, je sila v vrvici pod



**Slika 8b :** Zatesnitev odtočne cevi pralnega stroja.



*Slika 9a : Zategovanje, odtegovanje vijaka.*

zanko enaka 7500 N, medtem ko je sila v vrvi nad zanko za faktor  $(1 + e^{-\kappa x})$ -krat večja, torej okoli 13 500 N (tu smo vzeli dyneema vrvico, kjer je  $\kappa = 0,096$ ).

Dyneema vrvica debeline 5 mm ima natezno trdnost 1400 kg, tako da bi dejansko lahko takšno vrvico uporabili pri zamenjavi kolesa avtomobila. Problem bi bila lahko le platišča, ki so pogosto takšna, da so vijaki pogrezneni in s tem nedostopni za opisani način zategovanja oz. odtegovanja. Bolj ustrezni so tudi vijaki z večjo glavo, na katero lahko navijemo več ovojev.

*Slika 9b* prikazuje bolj vsakdanji primer odvijanja in privijanja mrežice vodovodne pipe z vrvico. Mrežica je bila ravno dovolj močno privita, da se je ni dalo odtegniti brez pripomočkov, na voljo pa so bile le bolj majhne kombinirane klešče, ki se niso razprle dovolj široko.

## 4 Zaključek

Predstavljen je mesarski voz, ki je precej enostaven, vendar izredno uporaben. Iz opisanih uporab je tudi razvidno, da gre za pomemben voz, ki ga velja uvrstiti v repertoar ročnih spretnosti (sem bi sodilo še zelo veliko drugih vozlov). Uporaba in opis vozla sta pospremljena z nekoliko matematične analize trenja in napetosti v vrvi, od koder se vidi, na kakšen način prilagodimo uporabo vozla za različne tipe vrvic in podlag. Zainteresirane bralce bo gotovo zanimal tudi eden najbolj znanih člankov o analizi stabilnosti vozlov za privezovanje [3]. Najobširnejši opis vseh mogočih vozlov in uporab vrvi najdemo v [1]. Nekoliko manj obsežne zbirke pa so naslednje [2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].



*Slika 9b : Privijanje in odvijanje mrežice vodovodne pipe.*

Kot je bilo omenjeno v razdelku 3, so za uporabo mesarskega vozla najprimernejše vrvi, ki so odporne na trenje, to pa so npr. dvojno pletene statične plezalne ali navtične vrvi, vite najlonske vrvi. Vrvi iz vlaken dyneema so zelo trdne in odporne na trenje, vendar so tudi zelo neraztegljive, kar je včasih neugodno. Poleg tega so tudi bistveno dražje od ostalih tipov vrvi. Zelo uporabne so tudi posmoljene najlonske vrvi (t. i. tarred bank line) zaradi nekoliko večjega trenja in boljše obstojnosti.

## Literatura

- [1] C.W. Ashley. The Ashley Book of Knots. Faber&Faber, 1993.
- [2] Stephen W. Attaway. The mechanics of friction in rope rescue, 1999. [http://www.jrre.org/att\\_friect.pdf](http://www.jrre.org/att_friect.pdf).
- [3] Benjamin F. Bayman. Theory of hitches. American Journal of Physics, 45(2):185–190, 1977.
- [4] G.L. Findley. Rope Works Plus. BooksurgeLlc, 2007.
- [5] R. Graumont. Handbook of Knots. Cornell boaters library. Cornell Maritime Press, 1945.
- [6] R. Graumontand J.J. Hensel. Encyclopedia of Knots and Fancy Rope Work. Cornell Maritime Press, 1952.
- [7] R. Graumontand J.J. Hensel. Splicing wire and fiber rope. Cornell Maritime Press, 1955.
- [8] B. Merry. The Splicing Handbook, Third Edition: Techniques for Modern and Traditional Ropes. McGraw-Hill Education, 2011.
- [9] H.G. Smith. The Arts of the Sailor: Knotting, Splicing and Rope work. Dover Maritime. Dover, 1990.
- [10] Wikipedia. Capstan equation, 2009. [Online; accessed 28-August-2018].

## Knot - an obsolete and rarely used connecting element or a useful accessory for modern day industry

### Abstract:

We will present the packer's knot, also known as the butcher's knot, which is incredibly useful in all situations where things have to be tied up together with a rope. We will also analyze the tension in the rope and the friction between the rope and the surface of contact. It will be evident from the examples, that the knot has an almost universal applicability, and it can easily substitute more specialized tying systems, such as bungee cords or ratchet straps.

### Keywords:

packer's knot, applications of knots, friction between the rope and the surface of contact.

MEDNARODNI

# INDUSTRIJSKI SEJEM 2019

Celjski sejem  
9.–12. april 2019

- Najpomembnejši proizvajalci in nosilci ključnih blagovnih znamk
- Premierne predstavitve novih dosežkov industrije
- Največji v regiji!

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

**ZAGOTOVITE SI MESTO MED NAJBOLJŠIMI.**

Pridobite informativno ponudbo že zdaj: [info@ce-sejem.si](mailto:info@ce-sejem.si)

Medijski partner



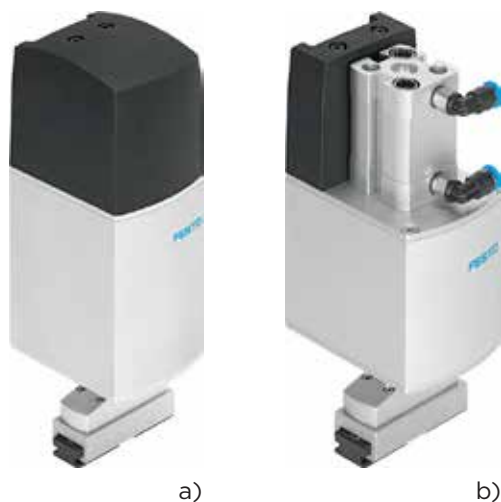
[www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si)



CELJSKI SEJEM

## ROTACIJSKO PRIJEMALNI MODUL EHMD

Najbolj kompakten rotacijsko prijemalni modul v svojem razredu je idealen za delo z majhnimi predmeti. Še posebno je primeren za avtomatizacijo v laboratorijih. Z-modul se enostavno, brez preurejanja, prilagodi vzponu različnih navojev pokrovov. Modul EMD je mogoče pri pogonu enostavno integrirati s krmilnikom motorja CMMO.



**Slika 1:** Rotacijsko prijemalni modul EHMD z a) - električnim in b) - pnevmatičnim prijemalom.

Modul EHMD je primeren za številna opravila pri diagnostiki in vitro, analizi celic ali raziskavah genomov, preizkušanju kakovosti v biotehnologiji in farmaciji, vedno je zanesljiv. Prav tako je uporaben pri pripravi vzorcev za analize, nalaganju vzorcev v centrifuge, pri prijemanju, rotaciji in nameščanju pladnjev z mikro-vzorca ter pri odpiranju in zapiranju različnih velikosti stekleničk z vzorci.

V povezavi s 3D portalnim manipulatorjem je mogoče realizirati preizkuševališča s kamerami, rotacijo vzorcev pred čitalnikom barkode ali tiskalnikom. Primeren je tudi za montažo majhnih izdelkov v elektroindustriji, živilski industriji in industriji pijač.

Rotacijski prijemalni modul EHMD ima lahko električno ali pnevmatično prijemalo, v obeh izvedbah je rotacijski pogon električen in zasak je neomejen (Slika 1).

**Preglednica 1:** Prijemanje električno ali pnevmatično

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Gib [mm]                       | 2 x 5   |
| Hitrost [mm/s]                 | 6   |
| Maksimalna prijemalna sila [N] | 35  |
| Čas odpiranja                  | 0,4 s pri gibu 2 x 2 mm   |
| Električno prijemalo           | Pozicioniranje ali krmiljenje sile, samozapora pri izgubi napajanja, masa 681 g                 |
| Pnevmatično prijemanje         | Krmiljenje sile s prilagajanjem delovnega tlaka, z utorom T za približevalni senzor, masa 577 g |
| Temperatura [°C]               | 0 do 40   |
| Razred zaščite                 | IP 20   |

Prijemalni modul odlikuje široka paleta dodatne opreme. Ta vključuje na primer pritrdilni adapter, ki omogoča prilagajanje različnemu vzponu navoja pri odpiranju in zapiranju stekleničk, tako da ni potrebno gibanje manipulatorja v osi Z (Slika 2). To poenostavi prilagajanje različnim pokrovom in navojem.

### Tehniški podatki:

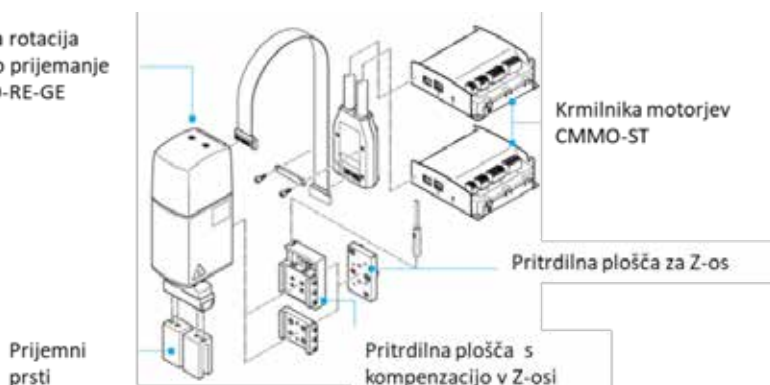
Rotacija - električni pogon z enkoderjem:

- ▶ Maksimalni vrtilni moment je 0,3 Nm, kar zadostuje za odpiranje stekleničk z vsebnostjo 15
- ▶ Natančnost 0,2°
- ▶ Vrtilna hitrost : 150 o/min, pri nižjih momentih do 240 o/min

### 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

Električna rotacija  
Električno prijemanje  
EHMD-40-RE-GE



**Slika 2:** Zgradba modula

# LINEARNI AKTUATORJI S KORAČNIMI MOTORJI THOMSON

Podjetje *THOMSON LINEAR*, ki ga na slovenskem trgu zastopa podjetje *INOTEH*, dopolnjuje svoj prodajni program z vretenskimi aktuatorji z električnim pogonom (MLA) (slika 1). Aktuatorji so zaključena enota za zeleno gibanje. Za izbiro optimalne rešitve linearnega aktuatorja MLA uporabnik enostavno določi dolžino gibov oziroma hodov, hitrost in natančnost.



**Slika 1 :** Navojna vretena z električnim motorjem  
(Vir: [www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com))

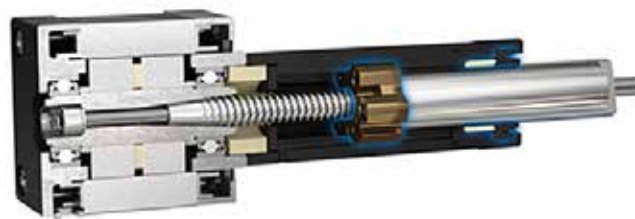
Aktuator je celovita zaključena enota z ohišjem, ki jo uporabnik enostavno vgradi v svojo aplikacijo s pritrdilnimi elementi.

Aktuator MLA ima standardno vgrajeno varovanje proti rotaciji, zato ne potrebuje zunanje vodnje.

Aktuatorji so sposobni prevzeti nekatere stranske sile in momente. To omogoča posebna izvedba puš, vgrajenih v ohišje. Odvisno od obremenitev,

hitrosti in zahtev gibanja lahko aktuatorji MLA prevzamejo stranske obremenitve do 10 % osne nosilnosti motorja. Za optimalno delovanje so kljub temu priporočljive čim manjše stranske sile in momenti v popolnoma iztegnjenem položaju aktuatorja.

Več informacij o izdelkih proizvajalca **THOMSON** dobite pri podjetju **INOTEH**.



**Slika 2 :** Zgradba aktuatorja MLA  
(Vir: [www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com))

**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)



## Vitka proizvodnja.

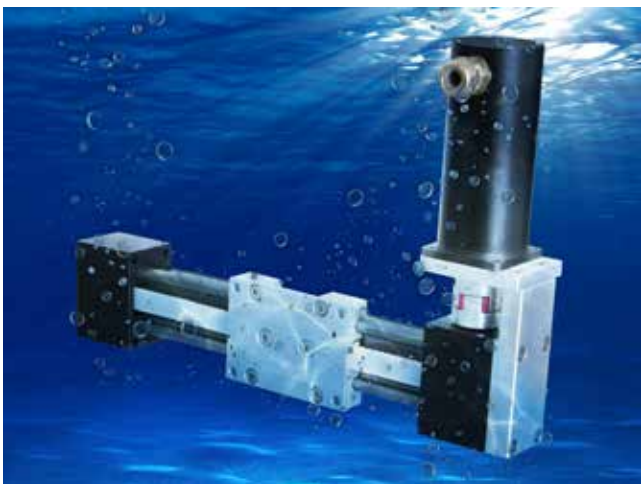
item. Your ideas are worth it.®

Sistem item Lean Production združuje preprosto rokovalje 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

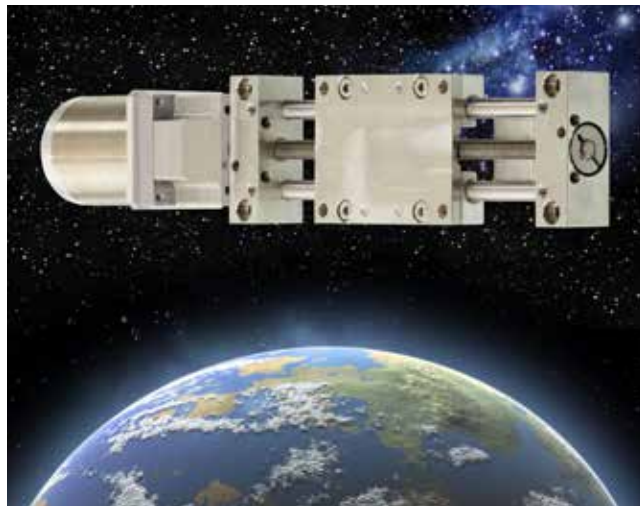
## LINEARNE POGONSKE ENOTE ZA EKSTREMNE RAZMERE

Podjetje IGUS GmbH, Köln na letošnjem sejmu v Hannoveru predstavilo novo serijo linearnih enot »ready to instali«, ki jih je mogoče uporabiti pod vodo ali v vakuumu. Razširjeni program linearnih enot »drylin« z električnim motorjem je namenjen za različna področja uporabe še posebno tam, kjer mazanje ni potrebno ali ni mogoče.



**Slika 1 :** Linearna enota z novim 2-faznim hibridnim podvodnim koračnim motorjem.

Linearna enota »drylin« ZLW z zobatim jermenom poljubne dolžine gibov je primerna za majhne obremenitve. Posebna izvedba za uporabo pod vodo z zobatim jermenom PU (ZLW-1040-UW) se lahko v kombinaciji z novim 2-faznim hibridnim podvodnim koračnim motorjem (NEMA 23) uporablja v vodi do 10 m globine (Slika 1). Motor ustreza zaščitnemu razredu IP 68. S posebnim lakiranjem je dolgoročno zaščiten pred korozijo. Tesnost je zagotovljena do 1 bara, dovoljeno temperaturno območje je od -30 do +80 °C. Razen v vodi se ta linearna enota lahko uporablja tudi pri aplikacijah, pri katerih se enote



**Slika 2 :** Linearna enota za uporabo v vakuumu

pogosto čistijo z vodo (npr. v živilski industriji). Za posebne zahteve je linearna enota izdelana iz nerjavnega jekla.

V proizvodnji polprevodnikov ali merilni tehnologiji se komponente za avtomatizacijo pogosto uporabljajo v vakuumu. Za pravilno delovanje pri teh pogojih in da ne bi onesnaževale vakuuma morajo linearne enote delovati brez uporabe maziv, z nizko stopnjo obrabe in ne smejo korodirati. Primerna je kombinacija linearne enote iz nerjavnega jekla (na primer SLW-ESX-1040) in motor NEMA 23, primeren za vakuum (fina vakuum do  $10^{-3}$  mbar). Koračni motor je odporen proti radiaciji do 10 J/kg, njegovo ohišje je iz nerjavnega jekla, dovoljena površinska temperatura motorja je od -20 do +80 °C.

**Vir:**  
tehnična dokumentacija podjetja Igus

Stojan Drobnič, HENNLICH d. o. o.

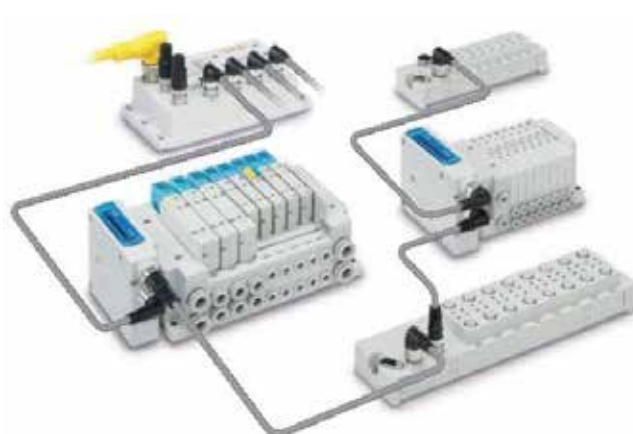


## DECENTRALIZIRANI MODULARNI SISTEM EX500

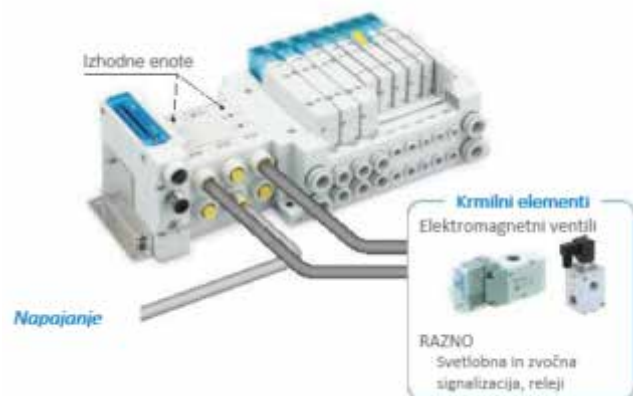
Vozliščni sistem EX500 vključuje vozlišče (gatewayunit) in enote SI (*Slika 1*). Povežete ga lahko z industrijskimi protokoli, kot so Profinet, DeviceNet™ in Profibus DP® z ventili SMC ter digitalnimi vhodi za senzorje pri distribuiranem vhodno izhodnem (I/O) sistemu. Vsako vozlišče lahko krmili do 8 ventilskih otokov (dva otoka na vozliščno vejo) ter 8 vhodnih enot (dve vhodni enoti na vozliščno vejo) z maksimalno 128 izhodi in 128 vhodi. Sistem omogoča povezavo štirih vozliščnih vej, ki so od vozlišča oddaljene do 20 m.



**Slika 1 :** EX500 vozlišče in enota SI (vmesnika za ventile)



**Slika 3 :** Primer vezave serije EX500



**Slika 2 :** Eksterno krmiljenje

Poleg krmiljenja ventilov lahko izhodne enote krmilijo tudi zvočno in svetlobno signalizacijo ter reljeje (*Slika 2*). Sistem omogoča gradnjo decentraliziranih sistemov, ventili so lahko vgrajeni blizu aktuatorjev, prihrani se material za cevi in ožičenje. Sistem omogoča fiksno naslavljanje, ki je dodeljeno v vozlišču za ventilske otoke in vhodne enote.

Sistem EX500 je kompatibilen z novim SY, VQC, SV in serijo ventilov S0700.

Vhodne enote in enote SI (128 točkovni sistem) imajo zaščito IP67. Za vhodne enote in vozlišče EX500 (64 točkovi sistem) je zaščita IP65.

Zagotovljena je funkcija web server: diagnostika in kontrola sta dostopni z uporabo spletnega brskalnika, test delovanja ventila (ON/OFF), diagnostika povezave med ventilom in vhodnimi enotami ter diagnostika kratkega stika vhodnih enot.

Posebni električni priključek Y omogoča dovod električne energije tudi z drugih enot SI.

Primer povezave modulov serije EX500 je prikazan na *sliki 3*.

### Vir:

SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7 T, 8210 Trebnje, tel.: +386 7 3885 412, e-pošta: [tehnik@smc.si](mailto:tehnik@smc.si), internet: [www.smc.si](http://www.smc.si)



**HIWIN**<sup>®</sup>

Motion Control &amp; Systems



KROGLIČNA VRETENA

**Živimo gibanje.**

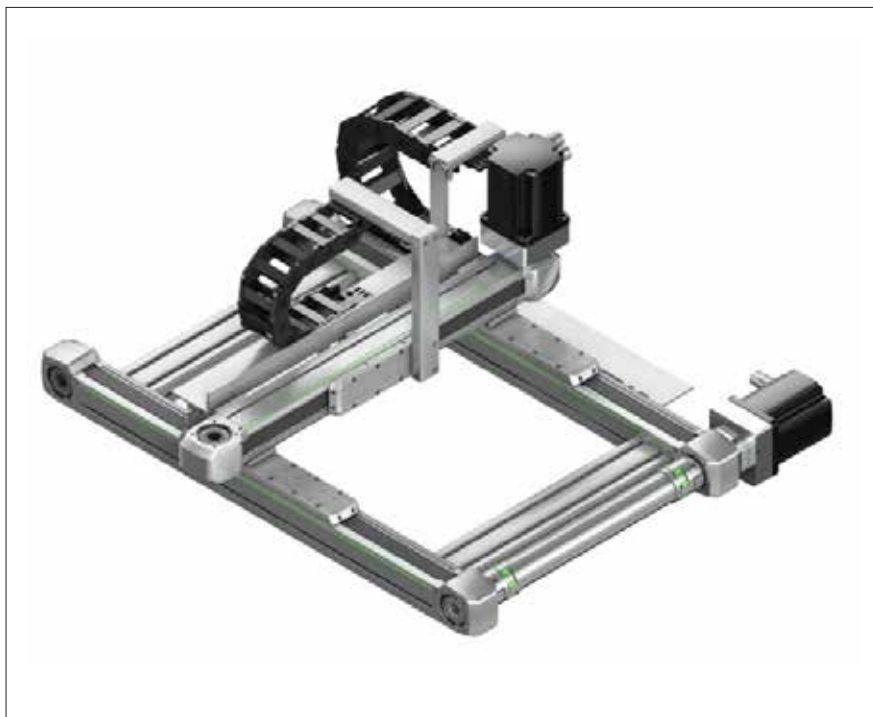
Stuttgart 08. – 11.10.2018

**MOTEK**

Hala 8 Razstavní prostor 405

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

## FLEKSIBILNI SISTEM Z LINEARNIMI OSMI HS2 IZ PODJETJA HIWIN



*Vrhunsko, prožno, zanesljivo in spremenljivo – sistem osi HS2 iz HIWINa*

Specialisti za elektromehanske pogonske tehnologije iz podjetja HIWIN so predstavili svojo najnovejšo inovacijo. V podjetju iz Offenburga so razvili močen, odporen in prilagodljiv sistem za linearne premike HS2. Sistem HS2 je sestavljen iz nove generacije linearnih osi z zobatim jermenom.

Glavne komponente sistema so dvojne linearne osi HIWIN HD za premike v osi X ter linearna os ter HIWIN HM-B z zobatim jermenom za premike v osi Y. Sistem lahko opravlja kompleksne premike v dveh dimenzijah hitro in natančno. Dimenzije hodov vseh osi so dobavljive v korakih po 1 mm. Celotnemu sistemu je dodana tudi energijska veriga.

Ne glede na to, kateri sistem potrebujete, kakšne so dimenzije ali namen, vsaka komponenta večosnega sistema je natančno usklajena s celotnim sistemom, ker se komponente sestavljajo na enem mestu. HIWIN zagotavlja enostavnost namestitve, največjo natančnost, odpornost in življenjsko dobo brez kompromisov ter tudi kratke dobavne roke. Proizvodnja in strojni inženiring bi bila težko bolj učinkovita.

**Vir:**

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



# SODELOVANJE ČLOVEKA IN ROBOTOV APAS



Slika 1: Sodelovanje robota in človeka v montaži.

nju njihovih nalog.

Boschevi roboti APAS sodelujejo s svojimi človeškimi kolegi z roko v roki, zato je varnost ljudi na prvem mestu, saj roboti delujejo popolnoma brez stika. Kapacitivna senzorska koža, ki je opremljena s 120 senzorji, omogoča robotu, da se ta ustavi brez dotika pri varni hitrosti 0,5 m/s na varni razdalji 50 mm od človeka. Tako je zagotovljena varna identifikacija ljudi na ravni učinkovitosti d (kategorija 3, dvokanalna varnost).

Robot Bosch APAS sam uravnava delovno hitrost in jo prilagaja prisotnosti oseb. Dokler ne zazna prisotnosti človeka, deluje s hitrostjo 2,3 m/s, ko se v njegovi bližini pojavi človek, se hitrost samodejno prilagodi na 0,5 m/s.

Poleg senzorske kože ima robot APAS že vgrajeno 2D ali 3D kamero ter lastno osvetlitev, s katero lahko natančno določi pozicijo sestavnih delov in drugih objektov v svojem delovnem prostoru.

Standardno triprstno prijemalo je oblikovano tako, da lahko prijema še tako majhne in zaobljene dele.

## Vir:

OPL industrijska avtomatizacija, d. o. o., Dobrave 2, 1236 Trzin, GSM: 041 383 669, mail: [info@opl.si](mailto:info@opl.si), internet: [www.bosch-apas.com](http://www.bosch-apas.com), g. Jakob Saksida

Podjetje Bosch predstavlja svojo prvo izvedbo sodelujočih robotov APAS (Slika 1). Ta edinstveni robot ima nekatere izjemne lastnosti in je primerljiv z ostalimi sodelujočimi roboti na trgu. Njegova bistvena prednost pred ostalimi je ta, da je prvi sodelujoči robot, ki je certificiran kot asistenčni sistem za neposredno sodelovanje s človekom brez dodajanja drugih varnostnih sistemov.

Čeprav so roboti natančni in vzdržljivi ter sposobni procesirati velike količine podatkov, nimajo določenih kompetenc za reševanje težav, ki jih imajo ljudje. Sodelujoči roboti podpirajo ljudi, ne da bi jih nadomeščali. Namesto tega dopolnjujejo izjemne sposobnosti ljudi in jih razbremenjujejo kot takojšnji pomočniki pri izpolnjevanju

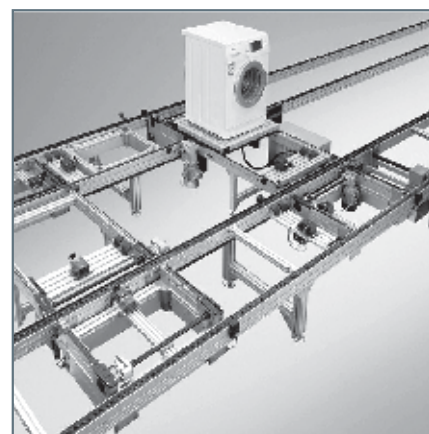
# Rexroth

# ORGATEX®

# LEANPRODUCTS®



# BOSCH



# OPL

automation

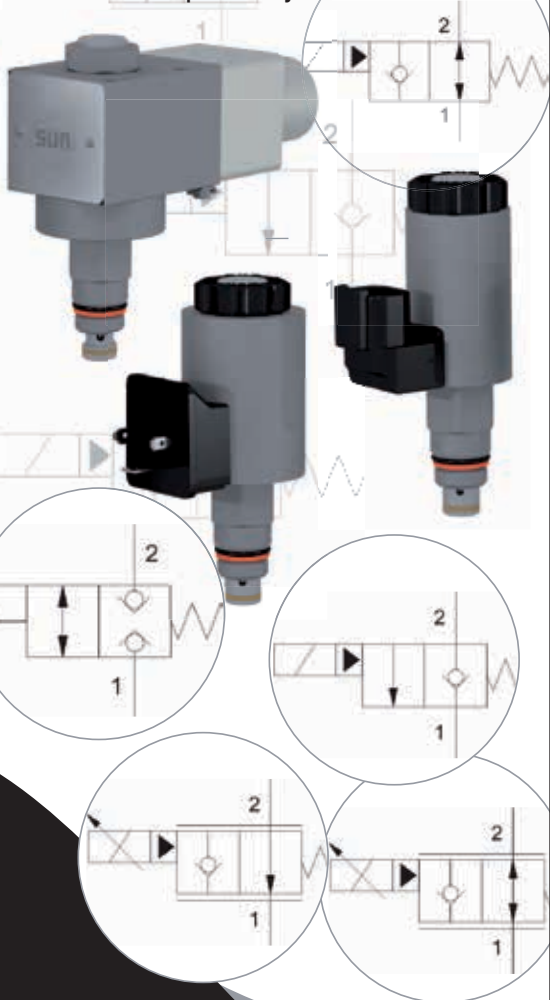
OPL avtomatizacija, d.o.o.  
Dobrave 2  
SI-1236 Trzin, Slovenija

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

## Elektromagnetni & Ventili

in Tuljave SUN FLeX™

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



## POLNILNI KOMPLET ZA VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH AKUMULATORJEV – PARKER SC-VGU



Za čim večjo zmogljivost in dolgo življenjsko dobo hidravličnih akumulatorjev so bistveni redni pregledi pred obremenitvijo ter pravilno polnjenje akumulatorja s plinom.

V ta namen predstavlja podjetje Parker nov polnilni komplet »Super Complete« SC-VGU, ki omogoča varno, natančno in enostavno polnjenje hidravličnih akumulatorjev.

Komplet je primeren tako za polnjenje Parkerjevih akumulatorjev kot tudi za akumulatorje drugih proizvajalcev. Prav tako je primeren za vse tipe akumulatorjev, in sicer batnih, membranskih in akumulatorjev z mehomo. Komplet SC-VGU ima 9 različnih

adapterjev za plinski ventil in 4 različne merilnike tlaka, zato je primeren za veliko večino akumulatorjev na trgu. Merilniki tlaka merijo tlak od nič do ?? barov ter od nič do 400 barov, kar omogoča večjo natančnost tako pri nizkih kot tudi visokih tlakih. Vgrajen je tudi omejevalnik pretoka plina, ki nadzira začetno hitrost polnjenja za varno in učinkovito vgradnjo meha. Del kompleta je tudi podaljšek za uporabo v težje dostopnih prostorih.

### Vir:

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

## NCB JE SPOJKA IZ 100-ODSTOTNEGA NERJAVNEGA JEKLA ZA UPORABO V VSEH SEKTORJIH DEJAVNOSTI



Nove spojke NCB ustrezajo zahtevam po čistoči v številnih industrijah (kemični, agroživilski, proizvodnji zraka za dihanje, plinski, jedrski itd.). Poleg tega njihova zasnova zagotavlja zanesljivo tesnjenje za vse občutljive aplikacije.

Vse komponente spojk NCB so izdelane iz nerjavnega jekla tipa 316, ki omogoča transport kislih ali jedkih tekočin. Njihova zasnova čelnih površin zagotavlja neprekinjeno povezavo brez vdiranja zunanjega zraka ali onesnaževalnih snovi v cevni sistem. Kakovost površin skupaj s sistematičnim elektrolitskim poliranjem zagotavlja enostavno čiščenje.

Na voljo so trije sistemi zaklepanja spojk: sistem z blokirnimi kroglicami (standardna opcija), varnostni blokirni sistem, zasnovan za enostavni odklop, ki deluje po principu dvojne kontrole, in vijaki sistem zaklepanja, ki je uporaben pri višjem obratovalnem tlaku pri enakem premeru cevovodov.

Spojke NCB so v celoti združljive s Stäublijevo serijo SCB, ki strankam omogoča, da sčasoma nadgradijo opremo, ne da bi spremenili standarde. Na voljo so v štirih premerih: 4, 8, 12 in 20 mm. Poleg tega družba Stäubli na zahtevo zagotovi sledljivost materiala 3.1.

Razpon serije NCB je primeren za široko paleto aplikacij: za preizkusne naprave, vzorčenje tekočin, termoregulacijo premičnih posod, inertiranje, hlajenje elektronskih omar itd.

Stäubli kot eden vodilnih proizvajalcev hitro priključnih sistemov pokriva potrebe po povezovanju vseh vrst tekočin, plinov in električne energije. Njihovi standardni in specializirani izdelki, vključno z enojnimi in večpolnimi priključki, menjalci orodij in sistemi za hitro menjavo kalupov, združujejo zmogljivost, kakovost, varnost, zanesljivost in vzdržljivost. Zato izberite originalne komponente Stäubli.

**Vir:**

[www.staubli.com](http://www.staubli.com), [d.kikelj@staubli.com](mailto:d.kikelj@staubli.com)



### STÄUBLI ELECTRICAL CONNECTORS

## Maksimalna varnost do 1000 V

#### Dodatki za meritve na glavnem viru oskrbe (CAT IV)

Bodite na varni strani z našimi izdelki in komponentami za testiranje in merjenje, ki so oblikovani posebej za uporabniški trg. V skladu s potrebami naših kupcev nudimo široko paleto izdelkov, vključno s testnimi vodi, testnimi sponkami in adapterji, itd.

Električni konektorji Stäubli (prej Multi-Contact) zagotavljajo:

- Specifične izdelke na zahtevo kupcev
- Širok portfelj izdelkov za vse kategorije meritev do CAT IV
- Najvišjo kakovost in varnostne standarde
- Mednarodno prisotnost in močno distribucijsko mrežo ter lokalno podporo

**Varno. Natančno. Zanesljivo.**

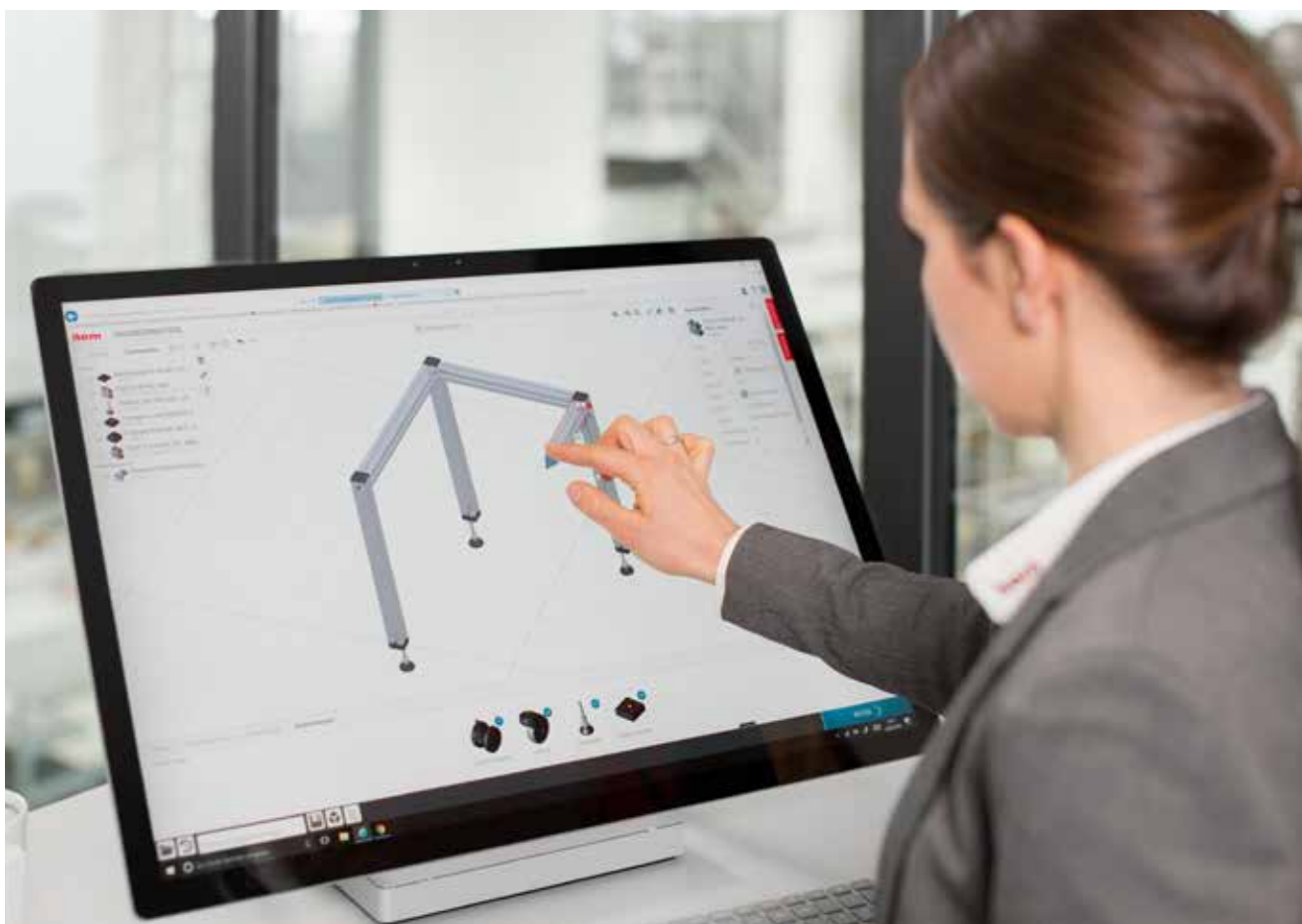
[www.staubli.com/electrical](http://www.staubli.com/electrical)



Stäubli is a trademark of Stäubli International AG, registered in Switzerland and other countries. © Stäubli 2018

# PREPROSTO KONSTRUIRAJTE ONLINE Z ORODJEM ITEM ENGINEERINGTOOL

Podjetje *Item* od leta 1976 razvija in izdeluje rešitve za gradnjo strojev, proizvodnih naprav in postrojenj. Njihov proizvodni program obsega več kot 4000 visokokakovostnih komponent za konstruiranje ogrodij strojev, delovnih mest, avtomatizacijo in realizacijo vitke proizvodnje.

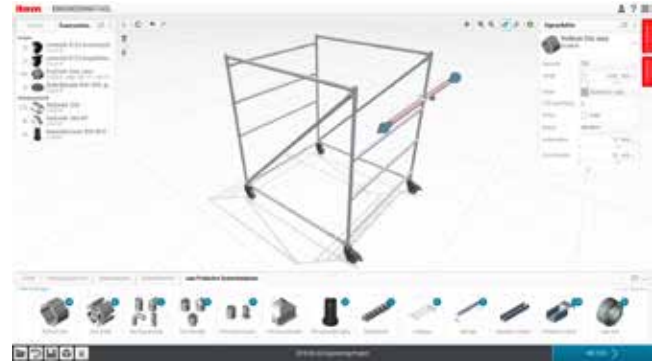
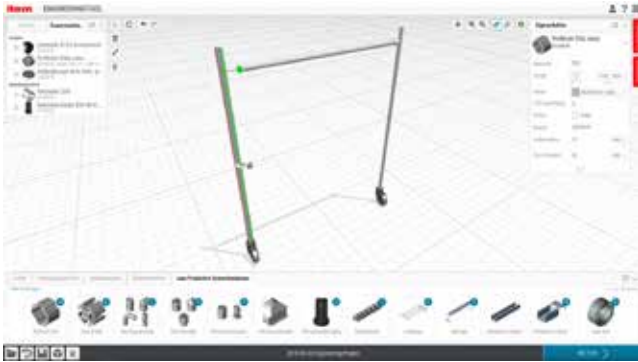


Za pomoč pri konstruiranju, in ker so procesi načrtovanja vse bolj digitalizirani, so razvili več programskih orodij. Med njimi *Item Motion Designer*<sup>®</sup> in *Item Motion Soft*<sup>®</sup> za svoje transportne linearne enote uporabno orodje *Item Machining tool* ter *Item Engineering tool*.

V prvi verziji obsega orodje *Item Engineering tool* komponente *Item MB* modularnega sistema (*Slika 7*). Za konstrukcije se lahko uporabi profilna tehnika *Item* vseh profilnih vrst, podprta s pravili kon-

struiranja. Pri tem deluje dejanska 3D konstrukcija v vseh sodobnih brskalnikih Web – povsem brez dodatne programske opreme. Na poljubnem terminalu z internetno povezavo je mogoče ustvariti osnovne konstrukcije in jih opremiti neposredno v orodju *Item Engineering tool* z ustreznimi veznimi in tudi z zaključnimi in talnimi elementi.

Razpoložljivi vgrajeni filtri in računska orodja prevzamejo kompleksne kalkulacije in nudijo uporabniku podporo pri izbiri ustreznih komponent.



Slika 1 : Razpoložljivi profili za gradnjo

Slika 2 : Ogradja CAD

Z orodjem Item Engineering tool je Item naredil pomemben korak naprej. Razširil je konfiguratorje Item on line s številnimi dodatnimi funkcijami v novo uporabno rešitev za konstruktorje. Njihov cilj je digitalno delovno mesto za vse konstrukcijske naloge s komponentami Item.

H komfortnim funkcijam orodja Item Engineering tool sodijo: integrirani iskalniki produktov, funkcionalnost postopka drag-and-drop (povleci in izpusti) za enostavno nameščanje komponent in avtomatsko poravnavanje komponent. Pri pozicioniranju elementov vezne tehnike se avtomatsko izvede preizkus primernosti elementov in dodajo se tudi vse potrebne obdelave profilov. S tem se hitro in brez sistema CAD realizirajo pogoste standardne naloge konstruktorjev. Hkrati lahko skoraj vsak uporabnik s tem orodjem enostavno konstruira in konfigurira brez dolgotrajnega uvajanja.

To orodje v bistvu omogoča 3D konstruiranje s komponentami Item tudi brez lastnega sistema CAD. Z enoličnimi številkami projektov je mogoče enostavno deliti svoje osnutke s kolegi po vsem svetu. Zahvaljujoč podatkovnemu izhodu CAD orodja Item Engineering tool je mogoč uvoz podatkov v uporabnikovo ustaljeno okolje CAD in njihova nadaljnja obdelava v njegovem sistemu CAD.

Z orodjem Item Engineering tool imajo uporabniki vso podporo za skrajšanje časa reševanja svojih problemov. Osnutke projektov je mogoče izdelati kar na obisku pri stranki. Definiranje povpraševanja v zvezi s projektom je mogoče takoj. S pritiskom na gumb se za 3D konstrukcijo izdelata obsežna projektna dokumentacija.

3D konstrukcija, izvoz CAD in projektna dokumentacija pa niso edine prednosti orodja Item Engineering tool. Samo z enim klikom se z neposredno funkcijo naročanja konstrukcija prenese v košarico.

Orodje Item Engineering tool je prvi korak na poti v strojništvo prihodnosti. Prepričajte se o jasnem in čistem vmesniku za učinkovito realizacijo konstrukcijskih zahtev. Odkrijte svoje možnosti v zvezi z digitalizacijo procesa naročanja in proizvodnje.

Orodje je na voljo na spletni strani <https://si.item24.com/en/customer-solutions/configurators/> brezplačno.

**Vir:**

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

## ILA – ZDRUŽENJE ZA MEDNARODNO PRAVO – SIDNEY 2018

78. konferenca ILA je potekala letos v Sydneyu (Avstralija) med 19. in 24. avgustom 2018. Med mnogimi vprašanji, ki so na dnevnem redu konference, je vesoljsko pravo zato, ker se ne ukvarja samo z vesoljskim, ampak tudi letalskim pravom. Vloga ICAO je zelo pomembna in ILA je naklonjena sodelovanju z ICAO in drugimi mednarodnimi organizacijami, da uredi odprta vprašanja. ILA ima trenutno 62 podružnic, 4445 članov, 23 aktivnih odborov<sup>1</sup> in 10 aktivnih študijskih skupin. Njen sedež je v Londonu. Letošnjega zasedanja se je udeležilo 650 delegatov z vsega sveta.



Morda se bo komu zdelo nenavadno, da posvečamo prispevek v VENTIL-u organizaciji, ki, vsaj na prvi pogled, nima nič skupnega z letalstvom. Pa vendar!

ILA je mednarodna neprofitna organizacija, ki proučuje, pojasnjuje in razvija mednarodno pravo, tako zasebno kot javno, in pospešuje mednarodno razumevanje in spoštovanje mednarodnega prava. Pri svojem delu se opira tudi na druge mednarodne organizacije in vključuje njihove izsledke v svoje delo, prav tako pa s svojimi stališči pomaga pri delu drugih mednarodnih organizacij.

V nadaljevanju se bomo, v okviru letošnjega zasedanja ILA v Sydneyu, osredotočili na poročila Odbora za vesolje.

Tudi osnutek tretjega poročila Odbora za vesolje je posvečen vesolju ali bolj natančno novim tehnološkim dosežkom, ki vplivajo na razvoj mednarodnega prava. Prav zato je ILA pri svojem delu povezana z mednarodnimi institucijami, kot so Stalno arbitražno sodišče (PCA), v katerem sodelujejo tudi člani ILA ali nudijo PCA strokovne nasvete in stališča, ILA sodeluje tudi s Komisijo za mednarodno pravo (ILC) Združenih narodov in Mednarodno organizacijo civilnega letalstva (ICAO) še posebej, ko gre za suborbitalne polete.

Odbor za vesolje se že nekaj časa ukvarja z reševanjem sporov v vesolju. Aktivno raziskuje učinkovitost opcijskih pravil Stalnega arbitražnega sodišča in arbitraže glede sporov, ki se nanašajo na dejavnosti v vesolju. Najbrž ni posebno presenečenje, če navedemo, da je bila leta 2017 ustanovljena Vesoljska de-

tektivska agencija (ang.: Air and Space Evidence), ki bo za svoje naročnike poskrbela za opazovanja iz vesolja (opazovanje s sateliti, droni in letali) in na ta način zbirala dokaze v prid svojih naročnikov!

Drugo področje, s katerim se ukvarja ILA, so poleti zunaj zemljine atmosfere. Velika Britanija je 15. aprila letos sprejela Zakon o vesoljski industriji, ki med drugimi vsebuje pravne definicije 'vesoljskih dejavnosti'.

Vesoljski odpadki že nekaj časa vznemirjajo pravnike. Zato je to področje že nekaj časa pod stalnim proučevanjem. Odbor za vesolje svoje delo temelji na dokumentu, sprejetem v Buenos Airesu leta 1994 in se imenuje »The International Instrument on the Protection of the Environment from Damage, caused by Space Debris« (Mednarodni instrument o zaščiti okolja pred škodo, ki jo povzročajo vesoljski odpadki). Gre za vesoljsko varnost, kibernetiko pravo in potrebo po celoviti ureditvi v okviru Združenih narodov. Drugo področje pokriva študije, ki se nanašajo na pravno naravo naravnih virov iz vesolja, rudarjenje na Luni in drugih nebesnih telesih.

Zelo široko področje, ki ga pokriva Odbor za vesolje, je varnost v vesolju in mednarodno pravo. Prevladujoča ideja je, da mednarodno pravo pokriva tudi kibernetični prostor. Ne samo, da bi Združeni narodi uredili kibernetični prostor in varovanje vesolja, ampak, da se kibernetično pravo predava kot nova tema mednarodnega prava! Glede pravne narave naravnih virov iz vesolja in rudarskih aktivnosti na nebesnih telesih pa je žal mogoče ugotoviti, da mednarodna skupnost na ta vprašanja gleda zelo različno. Kodeks obnašanja bi morda lahko vsaj minimalno uredil ta vprašanja.

Omenili smo že, da je prof. Hobe kot poročevalec razvil osnutek pravil za dejavnosti zunaj zemeljske orbite. Letošnji Sydney se je ukvarjal in potrjeval nekatere definicije, ki se nanašajo na 'zunajzemeljske aktivnosti', zunajzemeljska plovila, uporabo med-

<sup>1</sup> Avtor prispevka je član Odbora za vesolje. Kot slovenski strokovnjak predstavlja Republiko Slovenijo in Društvo za mednarodno pravo RS v Odboru za vesolje. V Odboru za vesolje je poleg predsednice prof. dr. Maureen Williams še poročevalec, prof. dr. Stephan Hobe, in 35 članov. Nekateri med člani imajo tudi svoje namestnike.

narodnega prava glede aktivnosti zunaj zemeljske orbite, avtorizacije (vsaka zunajzemeljska dejavnost mora biti dovoljena ...), registracije, skupnih elementov nacionalnih avtorizacijskih režimov, odgovornosti in zavarovanja, statusa posadke in potnikov zunajzemeljskih plovil.

78. zasedanje ILA v Sydneyu je trajalo od 19. do 24. avgusta 2018. To je bila priložnost, da veliko ljudi obišče Avstralijo in jo pobliže spozna, saj je zasedanje organizirano tako, da je del namenjen tudi spoznavanju države gostiteljice. V bližnji prihodnosti se tudi Sloveniji obeta tako vrhunsko srečanje in prepričani smo, da bo to dalo nov zagon slovenskim mednarodnim pravnikom in omogočilo, da svoja razmišljanja o problemih mednarodnega prava predstavijo kar doma, v Portorožu. ILA pa je potrdila, da bo Regi-

onalna konferenca ILA potekala od 27. do 30. junija 2019 v Portorožu!

Letošnje zasedanje ILA se je končalo s sprejemom 6 resolucij in poročil posameznih odborov, med njimi pa, žal, še ni poročila Odbora za vesolje. V obravnavo je bil priložen tretji osnutek poročila, ki pa očitno še ni dovolj zrel za sprejem. Teme, kot so: *reševanje vesoljskih sporov, suborbitalni poleti, vesoljske razbitine, varnost v vesolju, kibernetiko pravo, definicija suborbitalnih dejavnosti, definicija vesoljskega vozila, uporabnost mednarodnega prava za suborbitalne dejavnosti, avtorizacija suborbitalnih dejavnosti, registracija suborbitalnih dejavnosti, odgovornost in zavarovanje, status posadke in potnikov ter definicija udeleženca vesoljskega poleta* so vprašanja, ki še nimajo širokega konsenza med člani ILA.

## LETENJE JE BILO MOJE ŽIVLJENJE – SPITFIRE MOJE NAJLJUBŠE LETALO

Pred nekaj dnevi je v visoki starosti (doživela je 101 leto) umrla ena zadnjih preživelih pilotk britanske vojske Mary Wilkins Ellis. Leteti je začela z osmimi leti (Dh60-Month). Ko je končala svojo letalsko kariero, so jo imenovali Dekle spitfireja. Bila je tako majhna, da so ji morali na sedež v pilotski kabini namestiti vzglavnik. Od leta 1942 do 1946 je Mary letela z več kot 400 spitfireji, na 76 različnih tipih letal, vključno z bombniki tipa wellington. Leta 1950 je bila ena prvih pilotk, ki je pilotirala reaktivca meteor, upravljala pa je tudi letališče Sandown na otoku Wight.



Z vstopom med pilote je podrta vrsto tabujev v tedanji Angliji. S tem je po mnenju nekaterih ogrozila izrazito moški poklic. Reakcije so bile silovite in nezizprosne. »Ženske, ki žele služiti domovini, morajo opravljati dela, ki bolj pristojajo njihovemu spolu, namesto da se vtihotapijo v povsem moško dome-

no,« je zapisal uvodnik časopisa *Aeroplane*. Drugi je spet zapisal, da ženske, ki bi rade letele, nimajo niti toliko inteligence, da bi prav zdrgnile tla v bolnišnici.<sup>1</sup> Pilotiranje je bilo v tistem času skoraj greh, se spominja Mary Ellis.

Oglas na radiu BBC je Mary prepričal, da se je prijavila za članstvo v ATA (Air Transport Auxiliary), torej v Pomožni zračni prevoz. To je bila organizacija, ki je nastala med drugo svetovno vojno, njena naloga pa je bila prevoz novih, popravljenih ali poškodovanih vojaških letal v delavnice, tovarne, čez morje, v oddelke za vzdrževanje letal, na odpad, na aktivna letališča za boj, nikoli pa na letalonosilke. Sprva so bile članice ATE namenjene samo prevozu osebja, pošte in zdravil, toda pilotov je kmalu zmanjkalo in ATA je 1. maja 1941 prevzela transport vojaških letal iz tovarn v vzdrževalne enote, kjer so jim vgradili strojnice in drugo orožje.

Ženske pomožne zračne sile (WAARF - The Women's Auxiliary Air Force) so bile ustanovljene leta 1939. Že leta 1939 jih je bilo 180 000, opravljale pa so naloge vitalnega pomena za vojno: področje meteorologije, transporta, telefonije, telegrafije, ko-

diranja in šifriranja, varnosti in nalog v operativnih sobah. 1949. leta so se preimenovala v Ženske kraljeve zračne sile (WRAF – Women Royal Air Force).

Delo je bilo, danes bi rekli, stresno in včasih tudi nevarno. Pilotke so pogosto letele na neznanih letalih, pri čemer so uporabljale navodila iz knjižice *Ferry Pilots notes*.

Mary Ellis je bila sestreljena nad Bournemouthom (verjetno od Angležev – friendly fire), v megli pa je imela bližnje srečanje z drugim spitfirejem, ki je prihajal z nasprotne strani. Preživela je tudi pristonek z zataknjenim podvozjem. Ko je bila ATA razpuščena, je Mary Ellis prešla v RAF (Kraljeve letalske sile) in postala prva ženska, ki je pilotirala

reaktivca (Gloster Meteor). Rada je imela hitre avtomobile, izborna se je oblačila in na sploh je bila zelo urejena gospa. Poročila se je s svojim kolegom pilotom in je vse do smrti še upravljala svojo lokalno trgovino.

Rada je rekla: »Tako vesela sem, da še mnogo spitfirejev in huricanov danes še leti. To so ikone in želim si, da bi še dolgo leteli.«<sup>2</sup>

Avtorici Melody Foreman je Mary Ellis zaupala svojo zgodbo in nastala je knjiga z naslovom: *A Spitfire Girl: Mary Ellis* (<http://www.pen-and-sword.co.uk/A-Spitfire-Girl-Hardback/p/12496>), Pen & Sword Books, £ 25.

1 Glej bolj podrobno: <https://www.bbc.co.uk/news/uk-england-hampshire-43518517>, <1. 8. 2018>. Na spletu je sicer ogromno podatkov o Mary Ellis. Glej tudi Delo – Svet so ljudje, 30. 7. 2018.

2 M. Ellis: op. cit., <https://www.family-tree.co.uk/news-and-views/news/the-aviation-achievement-of.spiti>. <1.8.2018>.

## OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana .....354
- ▶ BECKHOFF, d. o. o., Medvode.....371
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....411
- ▶ DAX, d. o. o., Trbovlje ..... 345
- ▶ DOMEL, d. d., Železniki.....361
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin .....345, 428
- ▶ HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija ..... 416
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart .....404
- ▶ ICM, d. o. o., Celje.....373, 375, 399, 427
- ▶ IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)  
NORGREN, Lesce..... 345
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija .....370
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi .....413
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana .....363
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje ..... 345
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana..... 345
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... 345
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin ....345, 417
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.),  
Novo mesto..... 345
- ▶ PH Industrie-Hydraulik GmbH,  
Spröckhovel, Nemčija.....367
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri..... 345, 346
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana ..... 345, 348
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica..... 375, 404
- ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana ..... 345
- ▶ STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ..... 419
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana .....415
- ▶ SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija .....418
- ▶ UL, Fakulteta za stroj..... 355, 381, 389
- ▶ UM, Fakulteta za strojništvo .....365
- ▶ Založba Pasadeana, Ljubljana ..... 405
- ▶ YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica.....359

## ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

- 7. Fachtagung Hybride und energieeffiziente Antriebe für mobile Arbeitsmaschinen
- 7. strokovno srečanje »Hibridni in energijsko učinkoviti pogoni za mobilne delovne stroje«

20. 02. 2019 | Karlsruhe, ZR Nemčija

### Organizator:

- ▶ Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen; Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

### Program:

- ▶ energijsko učinkovita električna pogonska tehnika,
- ▶ energijsko učinkovita hidravlična pogonska tehnika,
- ▶ hibridna pogonska topologija,
- ▶ krmilna in regulacijska tehnika ter
- ▶ pogonske strategije.

### Informacije:

- ▶ e-pošta: [hybridtagung2019@fast.kit.edu](mailto:hybridtagung2019@fast.kit.edu)



© Ventil 24(2018)5. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 24(2018)5. 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** 24  
Year **Letnica** 2018  
Number **Številka** 5

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

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

**Znanstveno-strokovni svet:**

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

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

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

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

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

## ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] **Avtonomi zapisovalnik podatkov za internetne strani** – [www.keller-druck.com/arc-1](http://www.keller-druck.com/arc-1) – Avtonomi zapisovalnik podatkov (nem: Avtonomer Dattenlogger) z enoto za daljinski prenos vključuje senzorje v Internetu stvari (angl. krat.: IoT). Temu je namenjen avtonomni daljinski kolektor podatkov ARC-1 s serijsko sondo nivoja Serije 36XiW firme Keller. Njegove odlike so predvsem naslednje:
- ▶ dolga življenjska doba – trajanje baterije do 10 let,
  - ▶ visoka zanesljivost podatkov – integrirani pomnilnik TLS z zaklepanjem,
  - ▶ maksimalna kompatibilnost – z vsemi sondami novijanivoja in senzorji tlaka,
  - ▶ statusni nadzor – senzorji in ura dejanskega časa (RTC),
  - ▶ brezlicenčna programska oprema – podatkovni manipulator in Kellerjev –oblak,
  - ▶ mogoča dogradnja – iz predhodnega modela GSM-2 v ARC-1,
  - ▶ možnosti izbire prenosnega omrežja – 2G/3G/4G/LoRa.
- [2] **Osnove hidravličnih naprav** – [www.abtts.ch/weiterbildungskurse](http://www.abtts.ch/weiterbildungskurse) – Švicarska tehniška šola – ABB Technikerschule in Baden (Schweiz) – ponuja tridnevne osnovne tečaje o hidravličnih napravah. Tečaji obsegajo teoretične osnove ter izvedbe, lastnosti, delovanje in uporabo vseh osnovnih sestavin in vezij hidravličnih naprav, vključno z njihovo demonstracijo na laboratorijskih modelih. Tečaji se ponavljajo štirikrat letno. Letošnji zadnji tečaj bo od 5. do 7. decembra.
- Več na zgornjem spletnem naslovu. (Glej tudi podrobnejšo predstavitev na str. 380 v tej izdaji Ventila).
- [3] **Pametni merilni sistem za merjenje poti** – [www.liebherr.com](http://www.liebherr.com) – Merilni sistem za merjenje poti hidravličnih valjev firme Liebherr pod imenom LiView omogoča natančno merjenje položaja in hitrosti gibanja bata v hidravličnih valjih. Robustna izvedba in visoka ločljivost sistema je idealna za uporabo pri mobilnih delovnih strojih. Odlikuje ga enostavnost in strnjenost mehanske izvedbe, ki je primerna za uporabo na vseh valjih brez omejitve imenskega premera in delovnega giba. Funkcionalni monitoring omogoča samodejno diagnosticiranje mogočih napak pri delovanju, vse do ravni zaznavala.
- [4] **Prava hidravlična sestavina za vašo aplikacijo** – [www.hawe.com](http://www.hawe.com) – Izberite prave sestavine za vašo hidravlično napravo. Firma HAWE Hydraulik izdeluje hidravlične sestavine vrhunske kakovosti z najmanjšo prostornino in največjo trajnostjo za vašo industrijsko ali mobilno uporabo. Hawe nudi vedno pravo rešitev vašega problema!
- [5] **Vrhunski dosežki v tehniki spajanja hidravličnih cevovodov:**
- ▶ gibki cevovodi za milijon delovnih ciklov – [www.eton.com](http://www.eton.com),
  - ▶ alternativa cevni priključki z zareznim obročkom – [www.voss-fluid.de](http://www.voss-fluid.de),
  - ▶ zanesljivi kotni cevni priključki – [www.eisele.eu](http://www.eisele.eu),
  - ▶ več gibljivosti pri vrtljivih cevni priključkih – [www.stauff.com](http://www.stauff.com),
  - ▶ varnostna sita v cevni priključkih – [www.ganter-griff.com](http://www.ganter-griff.com).
- [6] **Vrhunski dosežki na področju povečane in virtualne realnosti:**
- ▶ daljinske dejavnosti (pogoni, obratovanje, vzdrževanje, usposabljanje) – [www.re-flekt.com](http://www.re-flekt.com),
  - ▶ ekspertne dejavnosti (planiranje, snovanje, izdelovanje – posebno strežne funkcije in naprave) – <http://bit.ly/OptimaVR>,
  - ▶ mešana realnost (naglavni prikazovalniki z različnimi senzorji in računalniškimi enotami) – [www.microsoft.com/de-de/hololens](http://www.microsoft.com/de-de/hololens),
  - ▶ obdelava cevi in VR (VR-tehnologija, smartphone, VR-očala) – [www.transfluid.net](http://www.transfluid.net),
  - ▶ digitalna asistenca (povečana in virtualna realnost za vzdrževalna dela) – [www.iff.fraunhofer.de](http://www.iff.fraunhofer.de).
- [7] **Vse za hidravlične cevovode** – [www.stauff.com](http://www.stauff.com) – *Linija Stauff* je pojem sposobnosti in učinkovitosti, ki jo podjetje *Stauff Grupe* nudi na področju hidravličnih cevovodov. Ponudba obsega vse od analize, zasnove, optimiziranja in dobave cevovodov skupaj z vsemi stranki prilagojenimi gradniki. Za uporabnike, graditelje naprav in strojev ima nabava kompletiranih vezij vključno s krivljenimi cevmi in konfekcioniranimi gibkimi cevovodi mnoge prednosti, saj zmanjšuje zahtevnosti naročila, zalog in montaže in še posebno napak pri montaži.
- [8] **Zanesljiva tehnika spajanja** – [www.ph-hydraulik.de](http://www.ph-hydraulik.de) – Uveljavljena mednarodna korporacija PARKER HANNIFIN Inc. (v Nemčiji: PH Industrie-Hydraulik GmbH & Co. KG) povečuje zanesljivost hidravličnih cevovodov s ponudbo cevni priključkov, spojki, zapiral in druge armature v izvedbi iz nerjavnega jekla (ang.: Stainless Steel Fluid Connectors).

# Robotics



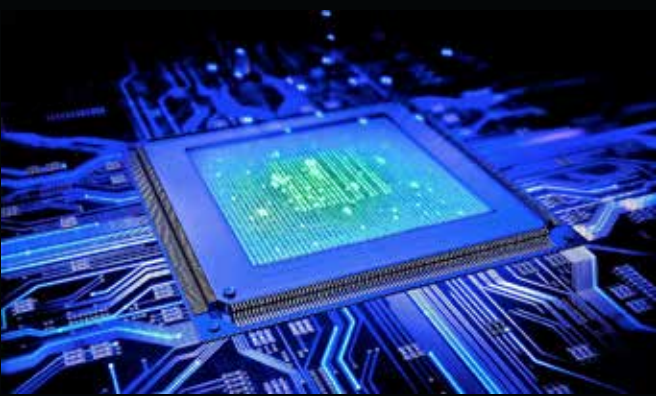
**IFAM**  
International trade fair for  
automation & mechatronics



**SMART INDUSTRY**  
**12.-14.02.2019**

Ljubljana, Slovenia, GR  
[www.icm.si](http://www.icm.si)

**INTRONIKA**



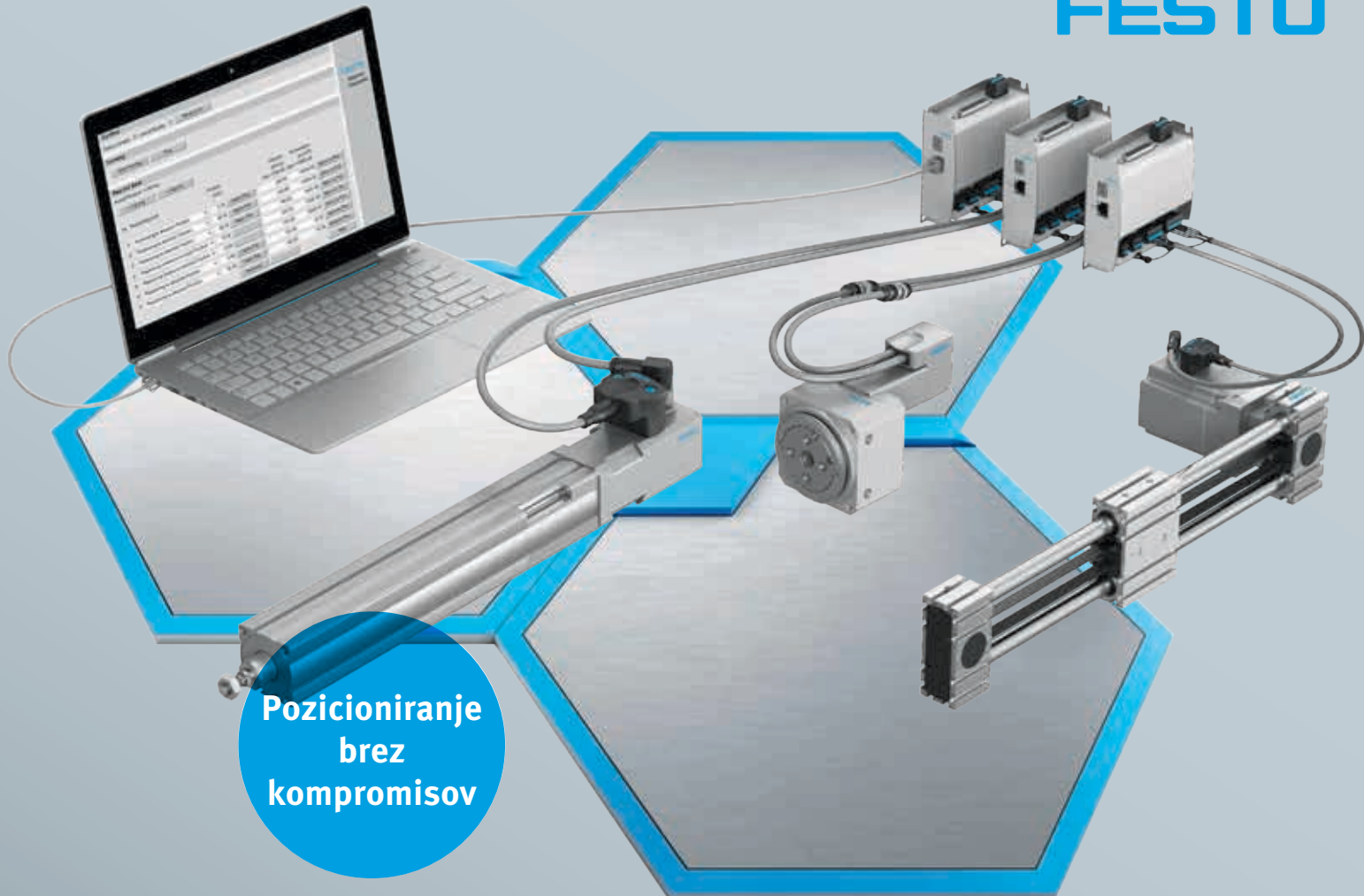
**ICT 4 Industry**



**icm**

# Optimised Motion Series

**FESTO**



**Pozicioniranje  
brez  
kompromisov**

**Vi rabite enostavno pozicioniranje.  
Vi potrebujete optimalno zmogljivost.  
Mi vam nudimo celovit sistem.**

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

**Električno pozicioniranje in enostavno krmiljenje – to je povezljivost s Festom!**  
Optimized Motion Series: paket, ki naredi gibanje in pozicioniranje enostavnejše kot kadarkoli. Cenena avtomatizacija, povezana z optimirano zmogljivostjo in eno samo kodo - od konfiguracije preko naročanja do zagona.

**Festo, d.o.o. Ljubljana**  
Blatnica 8  
SI-1236 Trzin  
Telefon: 01/ 530-21-00  
Telefax: 01/ 530-21-25  
Hot line: 031/766-947  
sales\_si@festo.com  
www.festo.si