

# VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 24 / 2018 / 6 / December

Razvoj dvopotnega tokovnega ventila

Robotsko lasersko varjenje

Vzdrževanje hidravličnih naprav

Bionični človek z vsadki s celega sveta

## PPTcommerce d.o.o.

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

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



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



# Širok nabor hidravličnih ventilov

- Za odprte in zaprte tokokroge
- Zasnovani za delovanje z visokim tlakom in tokom
- Optimirani za delovanje s Poclain Hydraulics sistemi

## > Ventili za zaprte tokokroge

### → Ventili za zagotavljanje oprijema koles

- Ventili za preprečevanje zdrsanja
- Delilniki toka
- "Twinlock" ventili



### → Ventili za prosti tek



### → Ventili za izpiranje tokokroga



## > Ventili za odprte tokokroge

### → Protipovratni ventili



### → Tlačni ventili



### → Tokovni ventili



### → Potni ventili



## > Ventili za zavore

### → Ventili za prostenje zavore (zračilne/parkirne in italovne zavore)



### → Ventili za polnjenje akumulatorja



### → Kompaktni multifunkcijski ventili (prostenje zavore in polnjenje akumulatorja)



## > Namenski krmilni bloki

- Ventili za odprte in zaprte tokokroge so lahko integrirani v kompakten blok, ki celovito izvaja želeno funkcijo hidravličnega krmiljenja



## ALI SLOVENIJA NA STROJNIŠKEM PODROČJU ZAOSTAJA ZA NAJBOLJ RAZVITIMI DRŽAVAMI?



V zadnjem Uvodniku v tej reviji sem zapisal, da imamo danes v Sloveniji na širšem področju strojništva enakovredna znanja v primerjavi z nemško ali neko drugo industrijo v razvitih državah, da pa zaostajamo predvsem zaradi naše nizke produktivnosti. Po obisku sejma Formnext v Frankfurtu letos v sredini novembra pa moram prejšnji zapis popraviti, ker vanj ne verjamem več popolnoma. To je bil sejem, ki pokriva 3D-tehnologije. Na sejmu so se predstavila podjetja s celotnega sveta. Prikazane so bili najnovejše tehnologije in procesi izdelave končnih izdelkov iz različnih materialov, naprave za 3D-tehnologije, naprave za skeniranje starih in novih produktov, preproste in komplicirane naprave za merjenje v prostoru, oprema za razne toplotne obdelave produktov, ki so izdelani s temi procesi, pa vse do dodatnih materialov za 3D-tehnologije. Prav na področju dodatnih materialov je bil narejen največji korak. Na sejmu so bili razstavljalci, ki so prvič predstavljali prašek iz orodnih jekel za 3D-tehnologijo. Od drugih materialov pa smo kot dodatni material v obliki prahu ali žice srečali les, umetne snovi, vse vrste barvnih kovin, nerjavna jekla in drugo.

Na tem sejmu je bilo skoraj 1000 razstavljalcev z vsega sveta. Prevladovali so razstavljalci iz azijskih in evropskih držav. Bežen pogled na podjetja, ki so se predstavila na sejmu, pokaže močno prevlado Evrope na tem področju pred ZDA in pred Azijo. Toda žal med razstavljalci ni bilo niti enega iz Slovenije. Ali to pomeni, da se je razvoj v Sloveniji na tem področju ustavil?

Zakaj pri nas nimamo podjetja, ki bi bilo sposobno proizvajati naprave za 3D-tehnologije za področje kovin, ali podjetja, ki bi izdelovalo prah ali žico za te tehnologije. Na to vprašanje nimamo odgovora. Pri tem naj za primerjavo zapišem, kako je na drugih svetovnih sejmih s širšega področja strojništva. Slovenci imamo svoje predstavnike praktično na vseh drugih svetovnih sejmih s področja strojništva

v Evropi. Celo več: na svetovnem varilskem sejmu, na primer, smo imeli v preteklosti po osem podjetij s širšega varilskega področja, ki so razstavljala, kar nas je glede na število prebivalcev uvrščalo v sam svetovni vrh.

Zavedamo se, da je 3D-tehnologija za kovinske materiale zelo zahtevna, da jo številna svetovna podjetja razvijajo že več desetletij in so prišla na trg s primerno opremo in tehnologijo šele pred kratkim. Kot primer naj navedem podjetje Trumpf, ki je izjemno velika mednarodna korporacija na področju opreme za izdelovalne tehnologije. V začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja so pričeli z razvojem laserjev z nakupom švicarske firme Haas. Najbolj so se posvetili laserjem za razrez kovinskih materialov, nato laserjem za varjenje in proti koncu prejšnjega stoletja so že imeli prve prototipne naprave za 3D-tehnologije. Rezultati pa so bili slabi in stroji niso bili primerni za trg. Več let to podjetje s to tehnologijo sploh ni več prihajalo na svetovne sejme. Šele pred letom so se vrnili z zelo dobro opremo in zanesljivo tehnologijo.

V Sloveniji smo prve naprave za 3D-tehnologije kovinskih materialov dobili iz tujine v začetku tega stoletja. S temi napravami je bilo mogoče izdelati le manjše prototipe za nezahtevne primere. Prve resnejše naprave pa smo dobili v zadnjih letih. Toda to so naprave z eno lasersko glavo, ki niso produktivne in ne zagotavljajo izdelave produktov z visokimi mehanskimi lastnostmi.

Najnovejše naprave za 3D-tehnologije kovinskih materialov imajo štiri laserske glave, kar zagotavlja zanesljive metalurške procese, visoko produktivnost in produkte z visokimi mehanskimi in drugimi lastnostmi.

Očitno v Sloveniji ta trenutek nimamo vizionarjev niti pogumnih in pravih ljudi na ministrstvih, ki pokrivajo razvoj, raziskave in tehnologijo. Pred mesecem je bil na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani ustanovljen laboratorij za 3D-tisk kovin v sodelovanju s slovensko industrijo. To je spodbuden korak v pravo smer. Škoda je, da se snovalci laboratorija niso odločili za sodobnejšo napravo za 3D-tehnologije s štirimi laserskimi glavami. Prav tako je škoda, da se pri takšnem projektu ni združilo več orodjarjev in livarjev in drugih kovinarjev iz celotne Slovenije. Iz zapisa preprosto sledi, da bomo, če ne bomo več naredili na 3D-tehnologijah, zaostali. Zaostanek na tem področju pa pomeni zaostanek na področju celotne industrije, ki je ta trenutek zelo vitalna veja našega gospodarstva.

*Janez Tušek*

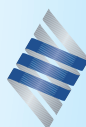
# PPTcommerce d.o.o.

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>  INTERVJU</b>	
Prof. dr. Mitjan Kalin – dekan Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani .....	434
<b>  DOGODKI • POROČILA • VESTI</b> .....	440
<b>  NOVICE • ZANIMIVOSTI</b> .....	454
<b>  HIDRAVLIČNI FILTRI</b>	
<b>Jaka Čadež, Anže Čelik</b>	
Razvoj dvopotnega tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem .....	462
<b>  LASERSKO VARJENJE</b>	
<b>Klemen Pompe, Robert Ivančič, Primož Repnik, Janez Tušek</b>	
Robotsko lasersko varjenje nerjavne pločevine .....	472
<b>  VZDRŽEVANJE HIDRAVLIKE</b>	
<b>Franc Majdič</b>	
Vzdrževanje hidravličnih naprav – 2. del .....	478
<b>  MEROSLOVJE</b>	
<b>Rado Lapuh, Dominika Rozoničnik</b>	
Novembra v Parizu slavnostno potrjena redefinicija sistema merskih enot SI .....	484
<b>  BIONIKA</b>	
<b>Gregor Grosman</b>	
Prihodnost človeštva: bionični človek z vsadki s celega sveta .....	486
<b>  AKTUALNO IZ INDUSTRIJE</b>	
Rotacijsko prijemalni modul EHMD ( <b>FESTO</b> ) .....	490
Novi visokonapetostni 2,5 kV modul CombiTac ( <b>STAUBLI</b> ) .....	491
<b>  NOVOSTI NA TRGU</b>	
Krogelna vretena za velike obremenitve ( <b>INOTEH</b> ) .....	492
Novi PIAB-ovi priseski piGRIP® ponujajo neverjetno fleksibilnost ( <b>INOTEH</b> ) .....	493
Hidravlični akumulatorji z mehomo za nizke temperature ( <b>PARKER HANNIFIN</b> ) .....	494
<b>  PODJETJA PREDSTAVLJAJO</b>	
Vodila drylin® ( <b>HENNLICH</b> ) .....	496
Odličnost v pnevmatiki ( <b>HALDER</b> ) .....	498
<b>  LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA</b>	
Literatura - letalstvo .....	499
Nove knjige .....	503
<b>  PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI</b>	
Zanimivosti na spletnih straneh .....	505
<b>  ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE</b> .....	452

# PROF. DR. MITJAN KALIN – DEKAN FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI

Janez Tušek

Univerza v Ljubljani bo drugo leto praznovala stoto obletnico delovanja. V okviru Univerze je bilo pet fakultet in med temi tudi tehniška. Tako lahko rečemo, da je današnja Strojna fakulteta njena prava naslednica. Tehnika se je od takrat pa do danes nesluteno spremenila, razširila in postala ljudem v veliko oporo pri vsakdanjih opravilih. Zato je prav, da v naši reviji damo prostor in besedo prvemu človeku te fakultete – prof. dr. Mitjanu Kalinu, dekanu Fakultete za strojništvo.

Spoštovani prof. dr. Mitjan Kalin, dekan Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, prosim vas za odgovore na spodnja vprašanja, da vas bralci naše revije Ventil bolje spoznajo.



Prof. dr. Mitjan Kalin

**Ventil:** Že skoraj leto in pol vodite eno večjih in uglednejših fakultet ljubljanske univerze. Kako v splošnem ocenjujete dejavnosti in obveznosti dekana, kakšne so razlike med tistim, kako ste si pred-

stavljali vodenje fakultete pred dvema letoma, in resničnim stanjem.

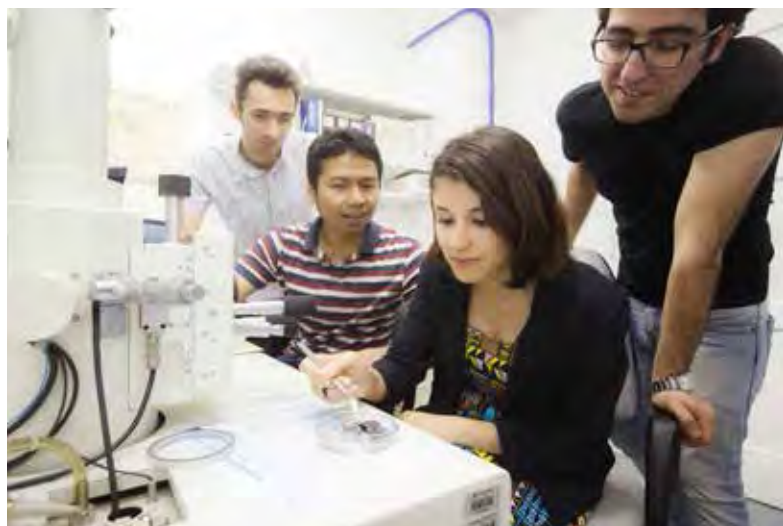
**Mitjan Kalin:** Lahko rečem, da sem vlogo in naloge dekana že prej precej dobro poznal, saj sem bil v letih 2007–2011 prodekan za znanstvenoraziskovalno delo, v letih 2013–2017 pa še prodekan za magistrski in doktorski študij. Tako so mi bili delovanje fakultete in konkretne razmere poznane. Z odlično ekipo prodekanov pa mi je delo kljub napornemu urniku v veselje.

Res pa je, da se univerza v zadnjem obdobju bistveno spreminja. Na novo so sprejeti razvojni cilji, ukrepi za dvig kvalitete, prenova več pravilnikov in statuta, strategija raziskovalcev, nov način delitve sredstev in še druge podobne spremembe, ki znatno povečujejo potrebne dejavnosti vodstva fakultet. Ob tem se pojavljajo še številne spremembe v splošni zakonodaji, kot so varovanje osebnih podatkov, skrbništvo nad bazami podatkov, ukrepi za internetno varnost, hramba podatkov ipd. To je le nekaj večjih sprememb, ki se jih spomnim v tem trenutku, a pomenijo korenite premike in zahtevajo številne dodatne aktivnosti. Fakulteta nima ustreznega števila delavcev strokovnih služb za vse to. Sodelavci so preobremenjeni, zato bomo to področje v naslednjem letu okrepili za 1 ali 2 zaposlena, torej na pravnem področju in področju spremljanja kvalitete dela.

Sicer pa menim, da na fakulteti zelo dobro delamo, tako na strokovnem kot pedagoškem in razvojno-raziskovalnem področju, tudi vzdušje je optimistično, za kar so zaslužni zadnji raziskovalni uspehi: dva ERC-projekta, vrhunski članki ipd. Mladi sodelavci to zaznajo in opazijo in si tudi sami želijo napredka in uspehov. Vodstvo in kolektiv jih morata pri tem le spodbujati, če je potrebno, predvsem pa ne ovirati.



*Utrinek po podelitvi diplom (Skupni študijski program 2. stopnje TRIBOS) v katerem sodelujejo Univerza v Lulei, Univerza v Coimabri, Univerza v Leedsu in Univerza v Ljubljani.*



*Kreativno timsko raziskovalno delo*

Vse pa opravijo posamezniki in skupine po laboratorijih. Več je tudi sodelovanja in verjamem, da smo si kljub razlikam kolegi in sodelavci in da skupaj zmoremo več, če si medsebojno pomagamo. Sprejeli smo tudi Strategijo Fakultete do leta 2025, ki nas je še bolj zblížala in začrtala pot naprej.

**Ventil:** Študij strojništva je bil pred tridesetimi in štiridesetimi leti eliten. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je iz znanih razlogov izgubil skoraj ves svoj ugled. Zadnja leta ponovno pridobiva na pomenu. Kako nameravate ugled študija strojništva dvigniti na nekdanji nivo? Tu mislim predvsem pri mladih, pri dijakih, ki po maturi izbirajo smer študija.

**Mitjan Kalin:** Ne bi se strinjal, da je študij strojništva izgubil ugled, četudi je treba marsikaj popraviti. Težava je, da smo v strojništvu zelo odvisni od gospodarskih razmer. Ko so te slabe, je tudi interes manjši. S tem so povezani tudi zaslužki in začarani krog se sklene. Kriza po letu 2008 je naredila svoje, a trenutno plače naših diplomantov v gospodarstvu že občutno rastejo, veliko bolj kot naše, ki delamo na fakulteti in v javnih službah. To moramo jasno sporočiti dijakom, ki se odločajo za poklic. Vseeno pa ne smemo graditi le na tem, predvsem je naša naloga, da pokažemo, kako zelo se strojništvo spreminja, kako je nujno potrebno in udeleženo v skoraj vsakem segmentu industrije, energetike, medicine, farmacije idr., kakšna vrhunska znanja so za ta poklic potrebna in kako atraktivno delo bodo lahko imeli. Veliko smo že storili na področju komuniciranja z javnostjo, pojavnost v medijih se je v zadnjem letu več kot podvojila, vidni smo v najbolj odmevnih medijih. Ustanovili smo Službo za gospodarske zadeve in komuniciranja z javnostjo, ki bo na tem področju lahko naredila še več, načrtujemo tudi še eno zaposlitev prav na področju komuniciranja in trženja. Vse to mora popraviti splošni videz strojništva in potem bodo tudi najboljši dijaki in dijakinje radi prišli k nam.

**Ventil:** V zadnjih letih je Fakulteta za strojništvo v Ljubljani v slovenskem prostoru dobila kar nekaj konkurence z ustanovitvijo novih fakultet, na primer Fakultete za energetiko v Krškem in višjih strokovnih šol v Novem mestu, Celju, Škofji Loki in drugje. Kako se soočate s to konkurenco in kaj sporočate mladim pri izbiri študija in višje šole oziroma fakultete. V čem ima Fakulteta za strojništvo v Ljubljani prednost pred drugimi podobnimi ustanovami?

**Mitjan Kalin:** Na naši fakulteti se ne smemo bati konkurenčnih fakultet, preprosto biti moramo toliko boljši, da dijaki ne bodo dvomili, kam se spleča na študij. Mislim, da naši rezultati že danes ne puščajo nobenih dvomov. O tem morda najbolje pričajo prav izjave iz gospodarstva. Pogosto celo slišimo, da so naši diplomanti in magistri boljši od inženirjev v priznanih razvitih državah, s katerimi so v kontaktu pri različnih projektih. Naši inženirji so zelo pogosto na najbolj odgovornih mestih, razvojnih in menedžerskih. Vseeno pa so naše ambicije še višje, zato načrtujemo v bližnji prihodnosti številne nove ukrepe, skladne s strateškimi cilji, ki smo jih opredelili letos. Pravkar poteka tudi prva faza celovite prenove vseh študijskih programov. Za ta namen izvajamo podrobne vsebinske analize programov in vsebin študija strojništva pri nas in po svetu. Ključna podpora pedagoškega dela pa je vedno strokovno in raziskovalno delo, ki v zadnjem času dosega vrhunske rezultate v širšem slovenskem okolju, ne le na strojništvu. Zato smo glede prihodnosti zelo optimistični.

**Ventil:** Poklic inženirja strojništva je še vedno doma na moških. Kako to, da se tega poklica ne da v večji meri približati mladim dekletom in jih navdušiti za vpis in študij strojništva? Poklic inženir strojništva je po svojih značilnostih prav gotovo zelo primeren tudi za ženski spol.

**Mitjan Kalin:** Drži. Tu smo precej slabši, kot bi si želeli. Čeprav smo z nekaterimi akcijami že pričeli, npr. s promocijskimi materiali, ki bodo očitno pokazali na enakopravnost ženskega spola v strojništvu, pa sedaj še ni nobenih pomembnejših uspehov na tem področju. Vsekakor to ostaja nujna naloga za naprej, verjamem pa, da bo potrebno več kot le nekaj promocijskega materiala. Prepričan sem, da je treba spremeniti miselnost v širši družbi, kaj je strojništvo in kaj omogoča. Za to pa je potrebnih veliko korakov, sistematičnih, odločnih in dolgoročnih. Zadeva je povezana s spremembo celovite podobe strojništva, ki jo gradimo na več segmentih, začenši pri strategiji FS, do medijev, promocijskega študijskega materiala, spletnih strani, alumni kluba, dela z industrijo, študijskih programov, celovite podobe, nove stavbe, prepoznavnosti v znanosti, družbene odgovornosti itn. To terja čas, a koordinirana dejavnost v tej smeri je načrtovana in aktivno poteka.

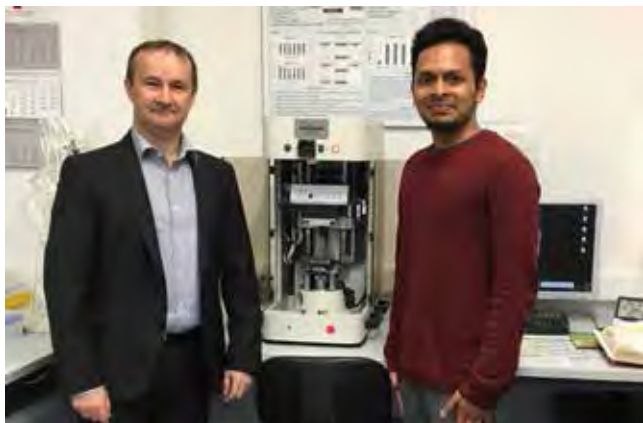
**Ventil:** Na Fakulteti za strojništvo že nekaj let poteka študij po bolonjski prenovi. Kako ga ocenjujete danes, katere so največje prednosti in katere slabosti, ki so se v primerjavi s starim programom študija pokazale v zadnjih letih?

**Mitjan Kalin:** Strojništvo se zelo spreminja, zato je težko primerjati današnjo kvaliteto in kompetence študentov s starimi programi, saj ti ne morejo več biti vzor ali referenčno stanje. Danes je potreben pogled v prihodnost in te zahteve primerjati s sedanjimi. To ni vedno najlažje, vendar odlična ekipa, ki sodeluje pri prenovi, in pomlajena generacija učiteljev, ki imajo svojo vizijo za naslednjih 20 in več let, bosta gotovo pripravili modern in kvaliteten program s kompetencami študentov, ki bodo dosegali cilje v naslednjem desetletju. Predvsem pa bo moral program omogočati in zagotavljati sprotno preverjanje kvalitete, modifikacije in posodobitve, skladne s spremembami v okolju in stroki.



Promocija doktorjev znanosti na Univerzi v Ljubljani





Doktorski študent na Erasmus izmenjavi

**Ventil:** Fakulteta za strojništvo veliko sodeluje z domačo in tujo industrijo. Zaenkrat pa še ni tega, da bi imela posamezna večja podjetja na fakulteti svoje prostore ali celo laboratorije, v katerih bi skupaj raziskovali nove produkte in storitve raziskovalci s fakultete in iz industrije. Ali ni zaupanja v industriji ali ni interesa na Fakulteti? Na čigavi strani je večja krivda?

**Mitjan Kalin:** Tudi v tujini teh primerov ni prav veliko v taki obliki. Veliko bolj običajno je dolgoročno projektno sodelovanje med industrijo in fakulteto, kar pa tudi mi še vedno pogrešamo, kljub nekaterim odličnim primerom take prepletenosti. Vseeno pa smo na fakulteti prav prejšnji mesec postavili Laboratorij za 3D-tisk kovin, kjer je konzorcij podjetij investiral v opremo in s tem lahko celo ovržemo hipotezo vašega vprašanja. Res pa je, da je to edini tak večji primer, prvi celo v slovenskem merilu, upamo pa, da bo v prihodnje sledil še kakšen. Poudariti pa moram, da industrija posredno ali neposredno veliko vlaga v opremo na fakulteti, saj imamo takega neposrednega sodelovanja največ ali skoraj največ v državi. Prav ti viri pa so ključni za naše investicije v opremo, saj nimamo drugih sistemskih državnih oz. univerzitetnih virov za opremo, največkrat pa celo pridobljeni projekti prepovedujejo nakup opreme. S tem pa se sodelovanje med industrijo in fakulteto še najbolj okrepi, saj je oprema prilagojena prav določenemu podjetju, kar pomeni, da se bodo tudi bodoče raziskave usmerjale v isto ali sorodno problematiko, novo znanje pa lahko industrija ponovno izkoristi tudi kasneje.

**Ventil:** Veliko profesorjev na Fakulteti za strojništvo je vrhunskih svetovno priznanih strokovnjakov, ki veliko objavljajo v eminentnih tujih znanstvenih revijah, veliko profesorjev zelo veliko dela za industrijo, so praktično usmerjeni in nekoliko manj objavljajo v tujih revijah. Veliko profesorjev je odličnih pedagogov, ki manj delajo z industrijo in manj objavljajo, a so zelo priljubljeni med študenti. Vemo, da vsak pedagog na vseh treh prej omenjenih podro-

čjih ne more biti v sami svetovni špici. Kakšen tip profesorja je po vašem mnenju idealen za Fakulteto za strojništvo v Ljubljani?

**Mitjan Kalin:** Nihče ni enako zainteresiran ali enako dober na vseh možnih segmentih delovanja, o tem se vsi strinjamo. A univerzitetni profesor ni poklic, ki se ga izučiš, ampak ga moraš doseči s svojim delom. Povsod po svetu pa veljajo na področju tehnike vsebinsko enaki kriteriji za profesorja. Biti mora vse, kar ste vprašali. Pedagog, strokovnjak, znanstvenik. Ob tem pa še vodja, sodelavec, kolega, menedžer, popotnik, družabnik, organizator, vizionar in še kaj. Seveda vsak po svojih najboljših močeh. Vedno bomo različni, a profesor mora opravljati vse te naloge, ki so neločljivo povezane z mestom profesorja na univerzi. Povsod je tako. Kdor je najboljši v nekem trenutku, je pač izbran. Nivo za vsakega od teh kriterijev pa mora biti dovolj visok, da bo profesor lahko kos vsem nalogam in pričakovanjem univerze. Povsem jasno pa je tudi, da so nivoji ter naloge in pričakovanja na različnih univerzah, tudi med fakultetami iste univerze, različni. Tudi konkurenca je različna. Pri nas poznamo, kaj so naši trenutni nivoji in stremeti moramo k čim višjim, hkrati pa izbrati najboljše, kar imamo. Pri tem pa lahko izrazito pomaga vzpostavljen sistem kakovosti, ki bo profesorja usmerjal in mu pomagal k boljšemu delu na vseh segmentih. Na dobrih tujih univerzah je to povsem vpeto v sistem univerze, pri nas pa pravkar začenjamo z bolj odločnimi in organiziranimi aktivnostmi v tej smeri.

**Ventil:** Fakulteta za strojništvo ima velike prostorske težave. Že vrsto let se dogovarjamo o novih prostorih in novi gradnji. Danes vemo, da za novo gradnjo niti lokacija še ni povsem natančno določena. Kako boste v bodoče reševali to problematiko?



Skupina laboratorija za tribologijo in površinsko nanotehnologijo (TINT)

**Mitjan Kalin:** Moram vas popraviti. Pravkar poteka javni natečaj za gradnjo nove fakultete, ki je bil objavljen julija 2018, vse postopke vodi ZAPS, tudi vsi dokumenti so dostopni na njihovi spletni strani. Lokacija nove stavbe je tako določena, vsaj parcela. Prva faza natečaja poteka prav sedaj, urbanistična stroka pa bo zelo natančno povedala, kje na parceli bo stala fakulteta za strojništvo in kje fakulteta za farmacijo, s katero si delimo parcelo. Ta faza javnega natečaja se bo zaključila decembra 2018, nadaljevala pa se bo 2. faza - arhitekturni natečaj, ki bo zaključen konec leta 2019. Zmagovalec arhitekturne faze bo vodil tudi največji, torej inženirski del projektiranja, ki bo sledil. Zmagovalec urbanistične faze pa bo pripravil OPPN v sodelovanju z MOL, upamo, da čim prej, saj je to predpogoj za nadaljevanje aktivnosti in kasneje gradbeno dovoljenje. Tudi MOL, tako kot mi, si želi čimprejšnjega urejanja področja in gradnje. Seveda bo na koncu vse odvisno od financ, a tudi v tej smeri že dalj časa intenzivno delamo na več segmentih, ki naj bi se celovito združili z uspešno pridobljenimi sredstvi.

**Ventil:** Celotna Univerza v Ljubljani, podobno je tudi na drugih univerzah pri nas, je izredno zaprta za druge strokovnjake. Praktično je nemogoče, da bi še tako priznan znanstvenik, domač ali tuj, dobil službo na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Kar veliko profesorjev je na tej fakulteti študiral, magistriralo, doktoriralo in pridobilo najvišje pedagoške naslove. Vemo, da je drugje po svetu drugače. Ali se na tem področju načrtujejo kakšne spremembe?

**Mitjan Kalin:** Vsebinsko se popolnoma strinjam z vašo ugotovitvijo, da je pri nas premalo tujcev in da to ni dobro za naš razvoj. A tudi ta medalja ima dve plati. Stalna učiteljska mesta so, tako kot povsod na svetu, tudi pri nas omejena. Ko je mesto učitelja zasedeno, se le stežka zamenja, kar velja vsepovsod. Zato novih učiteljev ni enostavno kar pripeljati in jim zagotoviti delovno mesto učitelja, razen, če se dolgoročno poveča obseg finančnih virov na fakulteto, hkrati ustanovijo novi predmeti, pridobi nova akreditacija programa, zagotovi vzporedno predavanje istega predmeta tudi v slovenščini itn. Stvari so povezane in rešitev ni enostavna. Če pa govorimo o možnostih zaposlitve tujih strokovnjakov, znanstvenikov, profesorjev na nekem mestu, kjer se zagotovi dolgoročna pogodba, sicer kandidatov ne bo, in če to ni nujno mesto učitelja, je pa povsem možno in dokaj enostavno že danes, npr. na delovnem mestu raziskovalca, ki lahko delno tudi predava. Še več, univerza z novimi razvojnimi cilji to celo podpira in prepričan sem, da bo takih v prihodnje vedno več. V Sloveniji pa imamo vsaj dve objektivni oviri, ki nista problem Fakultete za strojništvo, pač pa slovenske zakonodaje. To je sistem financiranja plač učiteljev, ki so z zakonom vezane neposredno in izključno na kontaktne ure, zato »posoja« ali »predaja« ur ni

enostavna, saj s tem učitelj preda plačo, fakulteta pa običajno nima virov za nadomestilo oz. povečanje obsega učiteljskih ur. Druga ovira, povezana s tujci, je jezik. Po zakonu morajo predavanja potekati vzporedno v slovenskem in tujem jeziku, zato ozko specializiran tujec na novem področju sam po sebi še ni rešitev, saj potrebujemo še slovenskega. Le malo tujcev pa bi prišlo v Slovenijo in bi se ob že tako manjši plači, kot je v večjem delu Evrope, še naučilo slovenskega jezika. Ni nemogoče, a sam vidim oviro v teh dveh vidikih. Verjamem pa, da se bodo omejitve rahljale in bomo našli poti tudi za to. Konec koncev je vsak razpis za učiteljsko mesto mednaroden in se že danes lahko, in se, prijavijo tudi tujci. Zakaj pa na naši fakulteti ni bil nihče izbran? Lahko zatrdim, da so bili slovenski kandidati v vseh teh primerih pač boljši, saj zelo dobri učitelji iz tujine, ki bi našim konkurirali, očitno nimajo pravega motiva, še posebej, če upoštevamo ovire, o katerih sem že govoril.

**Ventil:** Število študentov se v zadnjih letih ni prav veliko povečalo. Med mladimi pa se interes za študij strojništva povečuje. Vemo pa tudi, da povečano število vpisanih študentov še ne pomeni večje kakovosti diplomantov. Verjetno bi si želeli pridobiti večje število nadarjenih dijakov, ki jim je talent strojništva prirojen ali vsaj privzgojen v otroštvu. Kako takšne dijake v srednji šoli prepoznati in navdušiti in kako jih privabiti za študij na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani?

**Mitjan Kalin:** O tem sem delno govoril že prej, problem je širši in dolgoročen. Potrebno je namreč povečati splošen ugled strojništva, vpliv strojnikov v družbi, povečati pojavnost strojnikov na odločevalskih funkcijah, povečati razpoznavnost pomena in vpliva strojništva v širši družbi, predstaviti dijakom nove sodobne veje strojništva, navdušiti za



Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo prof. dr. Mitjana Kalina

to tudi njihove starše, zagotoviti dolgoročno višje plače inženirjev ipd. Gre za dolgoročne cilje. Hkrati pa moramo seveda aktivno delati na kratkoročnih aktivnostih promocije in prepoznavnosti strojništva v medijih, z organizacijo poletnih šol, dnevi odprtih vrat, nočjo raziskovalcev, se udeleževati drugih poljudnih dogodkov o znanosti in strojništvu in drugih podobnih aktivnosti.

**Ventil:** *V svetu se kakovost univerz in fakultet ocenjuje tudi po številu vpisanih tujih študentov. Na Fakulteti za strojništvo se število študentov iz tujine sicer povečuje, a številka je še vedno relativno nizka. Imate v zvezi s tem kakšne načrte ali na primer načrte za sodelovanje s tujimi sorodnimi fakultetami, s katerimi bi izmenjavali študente?*

**Mitjan Kalin:** Internacionalizacija je ena od prioritete fakultete. Letos smo že povečali število mednarodnih izmenjav študentov za 40 %. To smo dosegli s spodbujanjem zaposlenih pri pridobivanju novih mednarodnih pogodb, iskanju povezav s študentskimi izmenjavami, z uvedbo vzporednih predavanj v angleškem jeziku na dveh smereh ipd. Pred kratkim smo ustanovili Mednarodno pisarno in zaposlili sodelavko, ustanovili smo tudi Komisijo za izmenjave Erasmus, ki jo sestavljajo predvsem mlajši sodelavci in pomaga koordinatorju teh iz-

menjav. Kot je razvidno, si zelo prizadevamo v tej smeri, a tudi tu rezultati niso vidni takoj, čeprav se premika na bolje. Največ pa šteje, ko tuji študenti prenesejo dobro besedo o nas na domačo univerzo in s tem naslednje leto dobimo nove tuje študente. Njihovo zadovoljstvo pa je odvisno ne le od vsebine predmetov in učiteljev ter asistentov, temveč tudi od našega sodelovanja z njihovimi matičnimi univerzami, od gostovanj naših učiteljev na teh univerzah, prepoznavanja naše kvalitete in dosežkov iz promocijskih aktivnosti, npr. na spletni strani in FB, in sploh celovitega doživetja in strokovnega »servisa« na fakulteti, tudi od bivanja v Sloveniji na sploh.

**Ventil:** *Spoštovani prof. dr. Mitjan Kalin, najlepša hvala za zelo zanimive ter izčrpne odgovore in hvala za vaš čas. V imenu uredništva revije Ventil, vam želim še veliko vodstvenih, znanstvenih in v današnjem času tudi poslovnih in drugih uspehov ter še naprej dobro vodenje tako ugledne in pomembne organizacije, kot je Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani.*

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

Powered by  
**iCm**

**Robotics**  
Ljubljana, Slovenia  
Gospodarsko razstavišče  
**12.-14.02.2019**  
robotics@icm.si www.icm.si

## ODKRILI SMO OBELEŽJE V ČAST AKAD. ZASL. PROF. DR. JANEZU PEKLENIKU

Akademik zaslužni profesor doktor Janez Peklenik je bil vrhunski znanstvenik svetovnega merila, ki je v svoji karieri pomembno prispeval k razvoju znanosti na področju strojništva. V njegovo čast smo slavnostno odkrili obeležje in ga postavili ob bok njegovih predhodnikov, ki so prav tako pustili velik pečat v razvoju Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani. Obeležje, ki je v avli fakultete, je izdelal kipar Matjaž Štine.



*Akademik zasl. prof. dr. Janez Peklenik*

Akademik zaslužni profesor doktor Janez Peklenik je bil raziskovalec, znanstvenik, pedagog, dekan, rektor, akademik, stanovski kolega in prijatelj. Na slovesnosti so se mu z nagovori poklonili njegovi stanovski kolegi, predstavniki inštitucij, del katerih je bil tudi akad. Peklenik, ter soproga.

Njegov zadnji učenec in naslednik prof. dr. Peter Butala je osvetlil življenje akad. zasl. prof. dr. Peklenika in se spominjal sodelovanja z njim: »Spomnim se, da nam je govoril, naj vedno iščemo nove izzive in naj ne pogrevamo problemov, ki jih obravnavajo drugi. Ponosen sem na to, da sem bil eden od njegovih sodelavcev. Zavedam se, da je to sodelovanje pomembno vplivalo na moje življenje.«

Akad. zasl. prof. dr. Igor Grabec, stanovski kolega in osebni prijatelj, je v nagovoru akad. zasl. prof. dr. Peklenika opisal: »Njegove vrhunske lastnosti so bile zelo izstopajoče v našem raziskovalnem in pedagoškem okolju. Ob njih je bila opazna tudi njegova pedagoška in socialna kakovost, ki se je odražala v svetovanju, spodbujanju in pomoči mlajšim.«

Na slovesnosti je spregovoril tudi akad. prof. dr. Tadej Bajd, predsednik Slovenske akademije znanosti in umetnosti, katere redni član je akad. zasl. prof. dr. Peklenik postal 29. marca 1979. Z nagovorom se mu je poklonil tudi predsednik Inženirske akademije Slovenije dr. Mark Pleško, čustveno noto dogodku pa je z nagovorom dodala soproga akad. Peklenika.

Obeležje akad. zasl. prof. dr. Janeza Peklenika je v avli Fakultete za strojništvo na častnem mestu, kjer so že postavljena obeležja njegovih predhodnikov, ki so prav tako pomembno prispevali k razvoju Fakultete za strojništvo. To so: akad. prof. dr. Feliks Lobe, zasl. prof. dr. Albert Struna, akad. zasl. prof. dr. Anton Kuhelj, prof. dr. Zoran Rant, zasl. prof. dr. Franček Kovačec, prof. dr. Ervin Prelog, zasl. prof. dr. Bojan Kraut.

### O akad. zasl. prof. dr. Janezu Pekleniku

Akad. zasl. prof. dr. Janez Peklenik je bil vrhunski znanstvenik svetovnega merila, ki je v svoji karieri



*Ob odkritju obeležja akad. zasl. prof. dr. Janezu Pekleniku*



Utrinek s slovesnosti

pomembno prispeval k razvoju znanosti na področju strojništva. S svojo jasno vizijo je premikal meje na raziskovalnem področju in kreiral izobraževalni sistem na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani ter kasneje kot rektor Univerze v Ljubljani. Bil je redni član Slovenske akademije znanosti in umetnosti ter ustanovitelj in častni predsednik Inženirske akademije Slovenije.

O akad. zasl. prof. dr. Janezu Pekleniku sta bila objavljena intervju v reviji Ventil 17/2011/4 in prispevek v reviji Ventil 22/2016/4. V prispevku se sodelovanja z njim spominja tudi njegov hrvaški kolega prof. dr. Branimir Milčič, ki se je prav tako udeležil slavnostnega dogodka.

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

**Robotics**

**IAM**  
International Trade fair for  
automation and industrial robotics

**15**

**SMART INDUSTRY**  
**12.-14.02.2019**  
Ljubljana, Slovenia, GR  
[www.icm.si](http://www.icm.si)

**INTRONIKA**

**4Industry**

**icm**

## SLAVNOSTNA AKADEMIJA STROJNIŠTVA 2018

Slavnostna *Akademija strojništva 2018* je z vodilom Povezovanje in mreženje združila strokovnjake znotraj stroke. Zveza strojnih inženirjev Slovenije v sodelovanju s Fakulteto za strojništvo Univerze v Ljubljani z organizacijo dogodka opozarja na pomembnost inženirskega poklica in se najuspešnejšim podjetjem in zaslužnim posameznikom pokloni tudi s podelitvijo nagrad in priznanj.



*Utrinek s podelitve nagrad*

Mreženje in s tem povečevanje lastne socialne mreže je večina uspešnih - Akademija strojništva spodbuja mreženje strokovnjakov znotraj stroke in tako prispeva k tesnejši povezljivosti znanstvene in gospodarske sfere. Nagrajenci so tudi letos dokazali, da je ekipa zelo pomembna za uspeh, saj so s povezovanjem, sodelovanjem in ustreznim pristopom dosegli preboj doma in v svetu.

Letošnja volilna komisija je izvolila 4 nagrajence: nagrado za globalno prodornost slovenskega inženirstva sta prejela gospod Ivan Kralj, direktor podjetja Arex iz Šentjerneja, ter dr. Jure Knez, direktor podjetja Dewesoft iz Trbovelj. Za dolgoletno in bleščečo akademsko kariero na področju inženirstva sta bili podeljeni nagradi za življenjsko delo akad. dr. Igorju Emriju in prof. dr. Francu Koselu s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Za izstopajoče dosežke je Zveza strojnih inženirjev Slovenije podelila tudi priznanja: mag. Vili Malnarič je prejel priznanje za sodelovanje v številnih inovatorskih projektih podjetja TPV, doc. dr. Tomaž Požar priznanje za najbolj prestižno objavo na področju strojništva v letu 2018. Podeljeni sta bili tudi 2 priznanji perspektivnima študentskima ekipama, ki sodelujeta v projektu Formula Študent, to sta eki-

pa Grand Prix Engineering Univerze v Mariboru ter ekipa Superior Engineering Univerze v Ljubljani. V okviru Akademije strojništva je potekala tudi posterska sekcija, kjer se je predstavilo prek 60 posterjev in prikazalo sodelovanje industrije s fakultetami. Priznanje za najboljši poster je prejel Matjaž Kos.

### Okrogla miza

Kako se povezovati, da pridemo do najboljših rezultatov, in kako v največji meri izkoristiti naše slovenske inženirske potenciale, je bila tema okrogle mize, na kateri so združili moči Alenka Knez, inženirka strojništva, prof. dr. Mitjan Kalin, dekan Fakultete za strojništvo UL, Ivan Kralj, direktor podjetja Arex, d. o. o., prof. dr. Zoran Ren, prorektor za znanstvenoraziskovalno dejavnost Univerze v Mariboru, mag. Sonja Šmuc, generalna direktorica Gospodarske zbornice Slovenije, ter Radovan Bolko, predsednik uprave Kolektor Group.

Vež med inženirstvom in kulturno-zabavnim programom so stkali zasedba D'Zombies, Katrinas in F & B Acrobatics. Prireditelj je povezovala Eva Longyka Marušič.

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

## DELAVNICA GROZDA STV – SRIP ToP, OKTOBER 2018, S TEMATIKO TEHNOLOGIJA VODENJA IN INDUSTRIJA 4.0

V Ljubljani je 18. oktobra potekala Delavnica grozda STV – SRIP ToP, katere ključni tematiki sta bili tehnologija vodenja in industrija 4.0. Delavnico je organiziral Zavod Kompetenčni center za sodobne tehnologije vodenja (Zavod KC STV) za člane grozda Sistemi in tehnologije vodenja (STV) v okviru Strateškega razvojno-inovacijskega partnerstva Tovarne prihodnosti (SRIP ToP). Glavni namen delavnice je bil pogovor o ključnih vsebinskih poudarkih in načinu sodelovanja članov pri realizaciji akcijskih načrtov za prihodnje obdobje.



*Udeleženci delavnice STV – SRIP ToP, oktober 2018 med predavanjem*

V prvem delu dogodka je v okviru predavanj potekala kratka predstavitev grozda STV. Najprej je bil predstavljen SRIP ToP in upravičenec Zavod KC STV, sledila je predstavitev akcijskega načrta (AN) horizontalne mreže (HOM) Tehnologija vodenja (TV), tretje predavanje pa je obsegalo predstavitev akcijskega načrta za vertikalno verigo vrednosti (VVV) Inteligentni sistemi vodenja za tovarne prihodnosti (ISVOD).

Drugi sklop predavanj je zajemal kratke predstavitve prioriternih smeri razvoja s sledečimi vsebinami:

- ▶ inteligentni sistemi za upravljanje proizvodnih operacij (MES – MOM),
- ▶ diagnostika, prognostika in samovzdrževanje pametnih strojev,
- ▶ razvoj sodobnih orodij in gradnikov za vodenje in nadzor sistemov ter procesov,
- ▶ distribuirani sistemi vodenja in IoT,
- ▶ pametni aktuatorji in
- ▶ energetika v tovarnah prihodnosti.

V tem sklopu je bila predstavljena tudi aktualna tematika potencialnih razpisov, ki so zanimivi za širše področje ToP, tako trenutno odprtih kot tistih v pripravi.

V sklepnem diskusijskem delu je potekala usmerjena razprava o vsebini in načinu sodelovanja članov v okviru SRIP. Večina pobud je bila v povezavi s strategijo industrije 4.0, s področij digitalnega vodenja procesov, umetne inteligence, avtonomije vodenja procesov, digitalne avtonomne vhodne kontrole materialov, tehnološke varnosti, prediktivnega vzdrževanja in podobno. Udeleženci dogodka so poudarili, da je področje industrije 4.0 pre slablo razumljeno. Predlagajo, da se za boljše poznavanje tega področja pripravijo izobraževanja z ustreznimi primeri dobrih praks v taki obliki, da bo ta tematika postala razumljiva kar največ vključenim strokovnjakom.

Dr. Mihael Debevec,  
UL, Fakulteta za strojništvo  
Dr. Nadja Hvala, IJS

## POSVET ASM '18

Na GZS v Ljubljani je 6. decembra potekal tradicionalni, že petnajsti strokovni posvet na temo Avtomatizacija strege in montaže 2018 – ASM '18. Posvet, ki je najpomembnejši dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko (LASIM) Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani, soorganizatorji dogodka pa so bili Gospodarska zbornica Slovenije, SRIP ToP, Zavod KC STV, RS, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo ter EU, Evropski sklad za regionalni razvoj.



*Udeleženci posveta ASM '18 med predavanji*

Glede na razmere v gospodarstvu in družbi nasploh je bil posvet zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo preko 150 udeležencev iz kar 50 podjetij, iz sedmih raziskovalnih in izobraževalnih inštitucij ter iz štirih medijev. Dober in raznovrsten obisk kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost področja avtomatizacije strege in montaže v gospodarstvu. Za posvet ASM danes že kar velja, da je postal dogodek, na katerem enostavno moraš biti prisoten, če deluješ na področju strege in montaže.

Na posvetu so se predstavila številna podjetja s svojimi dosežki, tehnološkimi rešitvami in novostmi. Mnoge prikazane rešitve so plod lastnega razvoja podjetij in inovativnosti njihovih inženirjev in bodo prav gotovo marsikomu pripomogle k rešitvi

njegovih problemov in dilem, s katerimi se srečuje v vsakodnevni praksi. Predavatelji so izhajali iz sledečih organizacij: FESTO, d. o. o., GZS – Združenje kovinske industrije, Yaskawa Ristro, d. o. o., Podkrižnik, d. o. o., ABB, d. o. o., Fanuc Adria, d. o. o., Halder d. o. o., Nopromat, d. o. o., Laboratorij za robotiko – Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij LASIM – Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ptica – zavod, KOLEKTOR ORODJARNA, d. o. o., UNISTAR LC, d. o. o., TPV, d. o. o., Proel Zagreb, Kibernova, s. p., INEA RBT, d. o. o., in LOTRIČ Meroslovje, d. o. o.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil izredno zanimivo srečanje, ki ga je podprlo več ustanov, podjetij in medijev. Med njimi naj posebej omenimo generalnega pokrovitelja FESTO





*Prijeten pogovor udeležencev posveta*

Ljubljana, ki je dobro znan dobavitelj opreme za ceneno avtomatizacijo v svetovnem merilu. Njegov najpomembnejši cilj je strankam s svojo ponudbo zagotoviti maksimalno produktivnost in konkurenčnost.

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano so imela podjetja možnost predstavitve svoje dejavnosti s publikacijami, demonstracijskimi paneli ali na dveh večjih promocijskih zaslonih. Posvet ASM '18 je bil torej enkratna priložnost za predstavitve novosti in naprednih pristopov, prav tako pa za srečanje strokovnjakov s področja avtomatizacije ter danes vse pomembnejše digitalizacije in za medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj.

Vsem udeležencem se za obisk in sodelovanje na ASM '18 najlepše zahvaljujemo in vse zainteresirane vabimo, da se nam kot soorganizatorji ali udeleženci pridružijo na naslednjem posvetu ASM, ki ga načrtujemo v začetku decembra 2019.

Več utrinkov s posveta ASM '19 je dostopnih na spletni strani posveta [www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si).



*Na posvetu je bila izvedena tudi delavnica na tematiko Učinkovita tovarna*

Dr. Mihael Debevec, OO ASM '18 in UL, FS, LASIM

## POSVET AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2019 - ASM '19

4. decembra 2019  
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

## KONFERENCA SLOTRIB 2018

V organizaciji Slovenskega društva za tribologijo je 20. novembra v hotelu Radisson Blu Plaza v Ljubljani potekalo strokovno-znanstveno posvetovanje o tribologiji, mazivih in tehnični diagnostiki. Posvetovanje, ki tradicionalno poteka vsaki dve leti, je bilo letos že 13. po vrsti. Letošnjega posvetovanja se je udeležilo okoli 60 udeležencev iz 18 različnih podjetij ter 5 različnih raziskovalnih institucij in društev, ki se ukvarjajo s problemi trenja, mazanja, obrabe in vzdrževanja.

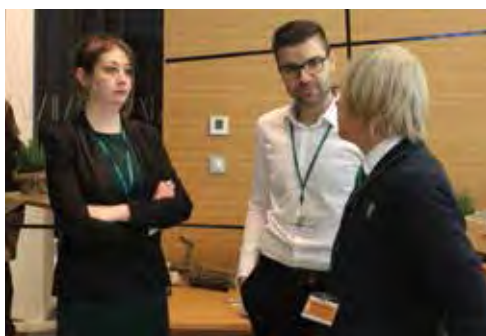


*Udeleženci na posvetovanju SLOTRIB 2018*

Konferenco je z nagovorom odprl predsednik Slovenskega društva za tribologijo prof. dr. Mitjan Kalin. V nadaljevanju je bilo v štirih sekcijah predstavljenih 16 zanimivih prispevkov. V dopoldanskih sek-

cijah sta kot vabljeni predavatelja nastopila dr. Marta Svobljak Jerman, ki je predstavila proizvode in storitve podjetja Petrol v luči trajnostne transformacije, ter prof. dr. Tomaž Katrašnik z ljubljanske

Fakultete za strojništvo, ki je spregovoril o prihodnosti cestnega transporta. Popoldanski sekciji sta odprla prof. dr. Maja Remškar z Inštituta »Jožef Stefan« s predavanjem o uporabi nanocevk v



*Sproščen klepet in druženje udeležencev posvetovanja*

kombinaciji s standardnimi aditivi za znižanje trenja in obrabe ter Gregor Sablič iz SKF Slovenija, ki je predstavil novo metodo izbire ležajev. Večina ostalih predavanj je bila iz slovenskih podjetij ali plod sodelovanja med industrijo in akademskimi ustanovami.

Letošnje posvetovanje so finančno podprla slovenska podjetja Olma, d. o. o, Gazela, d. o. o., in Petrol, d. d. Kot razstavljavci pa so sodelovali Gazela, d. o.

o., Mettler Toledo, d. o. o., AS Teh, d. o. o., Hennlich, d. o. o., revija Ventil in IRT3000.

Dober odziv obiskovalcev, predvsem pa zanimive debate ob posameznih predstavitev so pokazali, da so tovrstni dogodki v našem prostoru še vedno zelo dobrodošli in tudi v prihodnje potrebni.

Dr. Lucija Čoga  
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.

**Varno sobivanje z uporabniki**  
**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«






Krmiljen z YRC1000

A Bismode Solution



**INOVACIJE • RAZVOJ • TEHNOLOGIJE**

# SPLAČA SE BITI NAROČNIK



**ZA SAMO 50€ DOBITE:**

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

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

UGODNOSTI ZA NAROČNIKE REVIE

Vsak novi naročnik prejme majico in ovratni trak

WWW.IRT3000.COM

Na voljo tudi digitalna različica revije



# EVROPSKI TEDEN ROBOTIKE V SLOVENIJI

Igor Kovač

Evropski teden robotike (ERW) je vse bolj odmeven dogodek, na katerem poteka že okoli 1200 interaktivnih dogodkov, povezanih z robotiko po vsej Evropi. Pri tem se nakazuje, kako bodo roboti v sedanjem času in v prihodnosti vplivali na naš način dela, življenja in učenja. Vsako leto ERW izbere osrednji dogodek na določeni lokaciji. Tokrat je bil izbran Augsburg v Nemčiji. Pri tem je generalni sekretar euRobotics poudaril, da »si mora Evropa prizadevati za spodbujanje robotike in digitalnega izobraževanja kot osnove za oblikovanje ustvarjalne, demokratične družbe znanja. Evropski teden robotike 2018 je tako namenjen utrjevanju poti Generaciji R (Robot), se pravi digitalno usposobljenih robotikov. V okviru glavne teme – Naslednja Generacija R – se z osrednjim dogodkom ERW2018 v Augsburgu omogoči tako mladim kot tudi starejšim stik z današnjo tehnologijo robotike na način, ki presega učilnico. Preoblikuje se v nekaj bolj vključujočega in sodelujočega.«



**Slika 1 :** Slovenski prispevek k Evropskemu tednu robotike. Vir leva slika: [https://www.eu-robotics.net/robotics\\_week/newsroom/press/erw2018-next-generation-robot-press-release.html?changelang=4](https://www.eu-robotics.net/robotics_week/newsroom/press/erw2018-next-generation-robot-press-release.html?changelang=4). Vir desna slika: [https://www.eu-robotics.net/robotics\\_week/events/index.html?c=si](https://www.eu-robotics.net/robotics_week/events/index.html?c=si)

Kaj se pravzaprav dogaja v tem tednu v Evropi? Raziskovalci robotike na inštitutih, univerzah in v industriji odpirajo svoja vrata po vsej Evropi. Srednjevzhodna Evropa se na primer osredotoča na razširitev dostopa do novih tehnologij za vse. V Ro-

muniji e-Civis, organizator Evropskega foruma robotike 2019, poučuje učitelje, kako vključiti robotiko v učne načrte, Bosna in Hercegovina in Madžarska pa bosta organizirali otroške delavnice in tekmovanja iz programiranja.

Doc. dr. **Igor Kovač**, univ. dipl. inž., Institut Jožef Stefan, Ljubljana

Evropskemu tednu robotike se je tradicionalno in uradno pridružila tudi Slovenija, saj ima na tem področju marsikaj pokazati. Strateško razvojno-inovacijsko partnerstvo Tovarne prihodnosti (SRIP ToP),



**Slika 2 :** Predavanje doc. dr. Bojana Nemca v atriju ZRC Ali bodo roboti kmalu naši sodelavci?



**Slika 3 :** Inauguracija Centra za sodelujočo robotiko na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani (foto: Center za sodelujočo robotiko)

ki ga vodi Institut »Jožef Stefan«, je organiziralo oziroma najavilo pester in raznovrsten program s tega področja. Dogodki so potekali po vsej Sloveniji.

Teden robotike se je pričel v Ljubljani na Odseku za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko Instituta »Jožef Stefan«. Odsek, ki ga vodi prof. dr. Aleš Ude, je odprl svoja vrata s strokovnim vodenjem po robotskih laboratorijih. Tudi Univerza v Ljubljani je bila aktivna v evropskem tednu robotike in je izvedla inauguracijo Centra za sodelujočo robotiko, ki je potekala na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Dogodek s pestrim programom je organiziral nacionalni koordinator Evropskega tedna robotike prof. dr. Marko Munih. Spremljala jo je tudi razstava sodelujočih robotov različnih proizvajalcev. V razprodani dvorani Atrija ZRC je v sodelovanju s SRIP ToP na dogodku Znanost na cesti doc. dr. Bojan Nemeč iz Laboratorija za humanoidno in kognitivno robotiko Instituta »Jožef Stefan« pripravil zanimivo predavanje z naslovom Ali bodo roboti kmalu naši sodelavci? Poleg napovedi dosežkov v svetu se je doc. dr. Nemeč dotaknil tudi prispevka slovenske znanosti na tem področju. V večernih



**Slika 4 :** Razstava robotike na letališču Jožeta Pučnika na Brniku

Odmevih na RTV Slovenija sta v sklopu dogodkov, ki jih je organiziral SRIP ToP na temo robotike, nastopila tudi direktor Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Jadran Lenarčič in direktor podjetja Yaskawa Slovenija dr. Hubert Kosler.

Na kratko sta orisala znanstvenoraziskovalno in industrijsko delovanje Slovenije na tem področju. V Celju je Kompetenčni center Roboflex sredi tedna organiziral Dan odprtih vrat. Dr. Brane Semolič, Tone Sagadin in Matjaž Preložnik so prikazali democenter sodelujoče robotike in predstavili možnosti sodelovanja. Četrtek je bil rezerviran za Kočevje. Tu je bila strokovna mrežna konferenca ob Evropskem tednu robotike Kočevje 4.0, in to v času, ko Kočevje pričakuje fazo testnega zagona tovarne robotov Yaskawa. Tudi tu so bili aktivno prisotni predstavniki lokalne skupnosti, države, SRIP ToP in podjetij. Odmevna pa je vsekakor razstava robotike v prostorih na letališču Jožeta Pučnika na Brniku, ki jo je v sklopu Evropskega tedna robotike organiziral SRIP ToP. Razstava s panoji vodilnih slovenskih akterjev na področju robotike in z delujočimi roboti v vitrinah je obiskovalcem in potnikom na ogled še vse do polovice decembra.

# IN MEMORIAM PROF. DR. MONIKI IVANTYSYNOVI

V prejšnji številki Ventila (2018/5) smo bralce obvestili o mnogo prezgodnjem zaključku nadvse uspešne znanstvene kariere prof. dr. Monike Ivantysynove. Po kratki in težki bolezni je umrla 11. avgusta v ZDA, stara samo 63 let. Glede na to, da je bila na področju fluidne tehnike, in to skoraj izključno samo na področju pogonsko-krmilne hidravlike, znanstvenica svetovnega slovesa, je primerno, da tudi v naši reviji na kratko podamo vsaj del njene izjemne življenjske in znanstvene kariere. Nepričakovano in prezgodaj jo je zaključila kot profesorica in direktorica na Maha Fluid Power Research Centru Univerze Purdue v Lafajettu (Indiana, ZDA).



*Prof. dr. Monika Ivantysynova*

Rojena je bila leta 1955 v tedanji Češkoslovaški. Že v času študija strojništva je vzljubila fiziko, mehaniko fluidov in termodinamiko. Za raziskavo dinamičnih razmer med batom in cilindrom je kot študentka doma v Češkoslovaški dobila prvo nagrado, ki jo je tako motivirala, da je s tega področja magistrirala in leta 1983 doktorirala na Tehnični univerzi v Bratislavi. Po doktoratu se je zaposlila v industriji kot inženirka projektantka hidravličnih sistemov in sodelavka pri snovanju črpalk. Tedaj ni predvidevala profesorske kariere.

Še pred padcem »zidu« ji je uspelo z družino pobegniti na Zahod. Skupaj z možem dr. Jarom Ivantysynom sta že bila znana znanstvenika na področju fluidne tehnike. Strokovno in osebno sta bila

povezana s tedanjim svetovno znanim predstojnikom IFAS-a (Institut für Fluidtechnische Antriebe und Steuerungen) v Aachnu prof. dr. Wolfgangom Backéjem (predhodnik prof. dr. Hubertusa Murrenhoffa, ki se je letos upokojil). Delovno in življenjsko pot sta z možem nadaljevala na Zahodu.

Po 7 letih dela v industriji se je vrnila na akademijo in nadaljevala z raziskavami na področju fluidne tehnike, in sicer na razvoju krmilnih sistemov za velika komercialna letala. Že leta 1996 je dobila povabilo na Duisburg-Essensko univerzo in postala profesorica za aksialne hidrostatične enote. Tu je začela ustanovljati svoj laboratorij in pridobivati prve doktorske študente (doktorande). Že leta 1999 pa se je odzvala vabilu Tehnične univerze Hamburg-Harburg. Tja je iz Duisburga preselila svoj laboratorij in vse svoje doktorande. Na Tehnični univerzi Hamburg-Harburg je lahko zgradila velik laboratorij. V njegovem sklopu so izvajali raziskave na področju aksialnih batnih črpalk ter hidrostatičnih in cilindričnih pogonov. Tu so zgradili tudi pomembna preskuševališča za tribološke raziskave gibajočih se elementov (delov), ki imajo znotraj hidrostatične enote relativno (medsebojno) hitrost. V tem času je razvila tudi simulacijsko orodje CASPAR, s katerim je kot prva uspela računati in analizirati razmere v režah znotraj hidrostatičnih enot. To je velik uspeh, saj je reza osnovni »element« hidrostatične. Običajne znane visokostrokovne enačbe pa za višine tovrstnih rež izpod približno 3 mikrometrov ne veljajo več (to smo že pred nekaj leti ugotovili tudi na FS v LFT).

V življenju prof. dr. Ivantysynove je leta 2003 sledil nov »veliki skok«. Dobila je povabilo za delo na Purdue University v ZDA. To je štela za čudovito priložnost. Tja je preselila tudi svoj laboratorij, vsa preskuševališča, in sicer v na novo ustanovljeni Raziskovalni center za fluidno tehniko, katerega direktorica je bila od samega začetka, od avgusta 2004. Temu centru je nekdanji izvršni direktor Parker Hannifina Otto Maha dodelil 4 milijone ameriških do-



Stavba Maha Fluid Power Research Centra (M.F.P.R.C) z vsemi raziskovalci, to je študenti in doktorandi prof. Ivantysynove leta 2012 [2]

larjev za promocijo in izobraževanje na področju fluidne tehnike. Maha Fluid Power Research Center izvaja temeljne in aplikativne raziskave s področja varčevanja z energijo, hidravličnih hibridnih sistemov ter računalniškega snovanja črpalk in hidravličnih motorjev. Center ima od leta 2004 stalno rast, zunanje financiranje je pred šestimi leti doseglo 2,6 milijona dolarjev. Že tedaj je v njem delalo v laboratorijih več kot 30 raziskovalcev. Težišče znanstvenega dela enega od laboratorijev je na področju mobilne hidravlike in tribologije.

Za bralce revije Ventil je najbrž zanimivo še sledeče: ob korespondenčnem intervjuju za revijo Ventil leta 2012 [2] je prof. Ivantysynova navedla sledeče: primerjava razvojnih uspehov na področju fluidne tehnike med ZDA, EU in Azijo kaže, da je bil v 70., 80. in 90. letih razvoj v ZDA zelo skromen v primerjavi z EU in Azijo. Po njenem prihodu v ZDA je bila za področje fluidne tehnike ustanovljena fundacija CCEFP, kar je razmere drastično spremenilo. Danes je več kot 50 fakultet (profesorjev) v ZDA vključenih v raziskovalno delo na področju fluidne



Slika v enem od laboratorijev M.F.P.R.C. prikazuje člane in doktorande. Matteo Pelosi, ki je pravkar doktoriral, je v beli obleki oblike bata črpalke; prof. Ivantysynova je ob njem na desni strani [2].

tehnike. Razmere so se približno izenačile, vendar Kitajska vlaga vse več naporov v to področje.

Očitno so se pristojni ali odgovorni v ZDA zavedli te situacije in zato Ivantysynovo povabili v ZDA ter ji nudili velike ugodnosti za razvojno-raziskovalno delo.

Njena knjiga *Hydrostatic Pumps and Motors*, katere soavtor je njen mož dr. Jaroslav Ivantysyn, je bila leta 2000 objavljena v nemščini in angleščini. Knjiga je znanstvena in visoko strokovna ter zelo uporabna za vse, ki se poglobljeno ukvarjajo s hidrostatičnimi črpalkami. Sicer pa je opus njenih znanstvenih in strokovnih del zelo obsežen.

V [2] je tudi obsežno in konkretno podala svoje videnje prihodnjega razvoja hidravlike ter hidrostatičnih in »konkurenčnih« električnih pogonov. Preteklih šest let pretežno potrjuje njene napovedi.

Prof. Ivantysynova je od samega začetka glavna urednica zelo dobro oziroma svetovno znane revije *International Journal of Fluid Power*.

V njenem razmeroma kratkem, a ustvarjalnem življenju so ji podelili dva častna doktorata, medaljo

American Society of Mechanical Engineers, medaljo Institution of Mechanical Engineers in London. Bila je članica in/ali sodelavka svetovno znanih znanstveno-strokovnih združenj ter uredništev številnih znanstveno-strokovnih revij s področja fluidne tehnike.

Prof. dr. H. Murrenhoff in prof. dr. K. Schmitz sta zelo upravičeno zapisala [1], da si še ne predstavljamo, kakšne bodo konference brez njenega strokovnega in človeškega prispevka.

Področje hidravlike je izgubilo vrhunsko znanstvenico, njena družina pa soprogo, mater in babico.

### Viri

- [1] Nachruf zum Tode von Prof. Monika Ivantysynova; Prof. HubertusMurrenhoff, Prof. Katharina Schmitz, O + P, 09. September 2018.
- [2] Globalization in the Field of Fluid Power; Ventil 18/2012/4; Jožef Pezdirnik, Franc Majdič, korespondenčni intervju.

Dr. Jože Pezdirnik  
Uredništvo revije Ventil  
UL, Fakulteta za strojništvo

## 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

# POSVET AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2019 - ASM `19

4. decembra 2019  
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani



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**

## ĚKIPNI DUH TEKAĚEV FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO NA LJUBLJANSKEM MARATONU

Ěestitke vsem in vsakemu posamezniku, ki je tekel na Ljubljanskem maratonu! Z organizirano tekaško vadbo na Fakulteti za strojništvo smo doživeli za prvo leto zelo dober odziv in rezultati na maratonu so nad prićakovanji. Toda rezultat ni zgolj pretećeni Ljubljanski maraton, ampak većja povezanost sodelavcev na fakulteti. V pripravljalni sezoni smo imeli 20 skupnih vadb in 26 zaposlenih se je udelećilo vsaj kakšne vadbe, velik del ekipe pa je bil zelo resen na treningih in v prićakovanih tekaških dosećkov, kar je kljub dećevnemu vremenu videti na obrazih tekaćev na Ljubljanskem maratonu.

Fakultetno tekaško zgodbo bomo nadaljevali tudi v zimskih mesecih, sicer nekoliko prilagojeno in manj ambiciozno kot v pripravljalnem obdobju za maraton. Spomladi pa nadaljujemo še bolj sproščeno in optimistićno. S tem bi Ňeleli privabiti tiste, ki so na poti odnehali, in tudi nove strojnike Ňportnike. Še naprej pa nas bo fakulteta podpirala, saj so odnosi in Ňivljenje na Fakulteti za strojništvo već kot le znanost in stroka.

**Mihael Sekavćnik:** »Med pripravami sem vas spremljal na samotnih tekih po gorenjskih kolovozih, ker mi slućbena in drućinska dinamika pać ne omogoćata, da bi se srećevali na skupinskih tekih. Vćeraj pa sem zaćutil, da imamo poleg strojništva še en skupni cilj, in sicer: da se s Ňportom drućimo in v potu lastnega obraza (in sem pa tja – nujno – kakšne bolećine) pridemo do spoznanj, ki presegajo zgolj ćas na koncu teka.«

**Marko Ňimic:** »Hvala vsem tudi z moje strani. Vsekakor se mora to nadaljevati, z vašo pomoćjo sem Ňe na poti, da vzljubim tudi tek, do sedaj je bilo Ňe 10 km muka in dolćas. će bo moćnost, se veselim zimskega drućenja na spinningu, spomladi pa nadaljujemo.«

**Muhammad Shahid Arshad:** »I would like to thank Mitja, Ajda and Lana as well as the dean of the faculty for their encouragement, time and effort. I am looking forward to winter training.«

**Anće Sitar:** »Noge so oddelale svoje, tako da bi se po koncu maratona Ňelel zahvaliti vsem, ki so popelšali torke (petke in nedelje) v zadnjih nekaj mesecih. Ekipi (Mitja, Ajda, Lana) hvala za naćrt vadbe, organizacijo in smernice, ki so mi bile kot nepismenemu tekaću v veliko pomoć. Današnji dan je zaradi vaše pomoći in usmerjanja potekal izjemno sproščeno in nestresno, kar je verjetno velika redkost pri prvem obisku maratona. Hvala tudi Vidi, Mitji, Mihi, Roku in Vanetu za pomoć, posojilo opreme, nasvet, najden nahrbtnik ... Upam, da nadaljujemo s kakšnim planom/ciljem tudi ćez zimo.«

**Mitjan Kalin, dekan:** »Timski duh in kolegialnost v laboratorijih in tudi Ňirše je to, kar Ňteje, ko si pomagamo po poti skozi vsakodnevno delo in profesionalno pot na fakulteti. Najbolje to poznajo in razumejo Ňportniki, zato se mi zdi sproščena tekaška ekipa idealna za većjo povezanost med sodelavci fakultete v eno veliko strojniško drućino. Pravo veselje in ponos.«



*Tekaći Fakultete za strojništvo Ljubljana*

### Nekaj odzivov

**Mitja Mori, glavni trener:** »će se dotaknem zgolj maratona, lahko rećem, da sem ponosen na ekipo in v veselje mi je delati z vsemi. Vsak je imel svoj cilj in svojo zgodbo. Mislim, da so cilj vsi vsaj deloma dosegli in na poti ućivali. Res je, da je vreme malenkost nagajalo, a pripravili smo se optimalno v danih razmerah in odšli ogreti na Ňtart. Od tu naprej je bila samo še rutina.«

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

## »NARAVOSLOVJE POD SENIKOM«

Dijaki Gimnazije in srednje šole Rudolfa Maistra iz Kamnika med prvimi spoznavali redefinicijo mednarodnega sistema merskih enot SI.

Kamniška Bistrica je bila prvi teden v septembru prizorišče pestrega znanstvenega dela. Dijaki četrtnih letnikov Gimnazije in srednje šole Rudolfa Maistra (GSŠRM) iz Kamnika so pri pripravi na maturo iz naravoslovnih predmetov izvajali laboratorijske vaje.

Biologi so merili ekološke dejavnike, ki vplivajo na številčnost in raznolikost vrst v danem okolju. Prepoznavali so značilnosti organizmov in jih uvrščali v taksonomsko zgradbo živega sveta. Dijaki so sošolcem merili nivo krvnega sladkorja in tlaka ter pH telesnih tekočin pri različnih obremenitvah in mirovanju ter tako spoznavali delovanje svojega telesa.

ekstrahirali iz listov okoliške trave. Ker je klorofilov več vrst, so jih najprej ločili med seboj s papirno kromatografijo. Čistost posamezne frakcije so preverili tako, da so posneli njen absorpcijski spekter in dobljene rezultate primerjali s podatki iz literature.



*Določanje hitrosti zvoka z merjenjem časovne zakasnitve odbitega zvoka v cevi*



*Merjenje gostote energijskega toka svetlobe, osvetljenosti in določanje UVA, UVB ter UV indeksa*

Fiziki so izmerili naravno radioaktivno sevanje okolja, v katerem živimo. Preverili so tudi, ali lahko z merjenjem hitrosti zvoka v plinu določimo temperaturo plina, merjenje nihajnega časa nitnega nihala pa je pokazalo, da je gravitacijski pospešek res tak, kot obljublja tabele. Z merjenjem nihajnega časa nog so določili hitrost gibanja pri hoji. Dijaki se niso mogli izogniti merjenju relativne vlažnosti zraka, ker se je vreme kot naročeno spreminjalo iz ure v uro. Žal so astronomska opazovanja Sonca in zvezdnega neba preprečili oblaki.

Tudi kemiki so bili znanstveno razpoloženi. Določali so vsebnost karbonatov v okoliški prsti z opazovanjem spreminjanja mase vzorca po dodani klorovodikovi kislini. Zelo zanimiva so bila spektralna merjenja absorbirane svetlobe v klorofilu, ki so ga

Pri vseh treh področjih so se dijaki srečevali z merilnimi instrumenti, različnimi metodami in zakonitostmi merjenja ter merskimi enotami. To področje je še dodatni dokaz, kako so stvari v življenju spremenljive ter kako tehnološki razvoj in napredek krojita tudi spremembe na področju merjenj in merskih enot. Težave in vzroke, ki so narekovali spremembe definicij enot za maso (kg), električni tok (A), temperaturo (K) in množino snovi (mol), je dijakom in profesorjem predstavil dr. Rado Lapuh iz Urada RS za meroslovje. Te spremembe definicij merskih enot bodo, kot smo slišali, začele veljati že maja 2019 in bodo krojile tudi naše delo ter poglobljeno izobraževanje na področju naravoslovja.

[Suzana Perhavec, profesorica fizike na GSŠRM](#)

## 25 LET PODJETJA HALDER

Oktobra je podjetje Erwin Halder KG praznovalo 80 let obstoja, njegova slovenska podružnica pa četrto stoletje. »Poslovne srebrne poroke« so se udeležili številni domači in tuji poslovni partnerji in stranke.

25. obletnica delovanja je lep uspeh, posebej, če se podjetje lahko ob tem pohvali, da ima tako zaposlene, kot dobavitelje in stranke, s katerimi sodeluje že od samega začetka. Tako je tudi v primeru podjetja Halder, d. o. o., kjer so se na praznovanju lepega jubileja zbrali tako sodelavci kot kupci in dobavitelji podjetja, vodstvo podjetja pa se jim je zahvalilo za izkazano zaupanje in zvestobo.



Kolektiv podjetja HALDER

V preteklih 25 letih je Danilo Zgrabič, soustanovitelj podjetja, skupaj s sodelavci s pridnostjo, pravilno orientacijo in občutkom nadgrajeval podjetje, širil poslovanje in odkrival nove trge. Takoj, ko je politična situacija omogočala, se je podjetje razširilo tudi na Hrvaško in v Srbijo, kjer odlično posluje še danes.

»Številke so sicer pomembne, a nam danes ne povedo veliko. In tudi nismo tukaj, da bi merili, tehtali in seštevali. To danes ni naš namen. Na pot, ki smo jo prehodili skupaj, smo ponosni. Pa naj se zdi kratka ali dolga. Je stvar pogleda, razumevanja, osebnega doživljanja in pričakovanja. Naključje ali usoda sta hotela, da naš jubilej sovpada tudi z 80. obletnico delovanja matične družbe Erwin Halder KG. V imenu vseh nas iskrene čestitke tudi njim,« je svoj govor začel Zgrabič in nadaljeval z zahvalo: »Partnerstvo je eden izmed najdragocenejših elementov dolgoročnega uspešnega odnosa bodisi v poslovnem bodisi v zasebnem življenju. Vsega tega ne bi uresničili brez vas, spoštovani partnerji in dragi sodelavci.«

### Halderjeva pot na Slovenskem

Zgodba podjetja Halder, d. o. o., se je začela v tovarni avtomobilov Maribor (TAM), kjer je svojo poklicno in karierno pot začel tudi Zgrabič. V njej se je srečal s Halderjevimi izdelki in tehnologijo. Leta 1985 je namreč TAM Maribor kot prvi kupec Halderjevih izdelkov iz socialističnih držav postal pionir v uporabi na zahodu takrat že znane in uveljavljene modularne tehnologije vpenjanja. Rešitev je vpeljal v proizvodnjo motorjev za licenčnega partnerja KHD Deutz. »To je bila izredna priložnost, da sem se prvič kot orodjar in kasneje kot konstruktor srečal s Halderjevo modularno vpenjalno tehniko in standardnimi elementi, kar je bilo odločilnega pomena, ko je leta 1991 prišlo do politične in gospodarske krize,« se je začetkov spomnil Zgrabič. Slabša politična in gospodarska situacija je konec 90. let prejšnjega stoletja prizadela tudi TAM, prihodnost je bila negotova in treba se je bilo odločiti kako naprej. Zgrabiču sta se porodili zamisel in želja o ustanovitvi družbe, speciali-

zirane na področju vpenjalne tehnike in standardnih elementov, zato je prvič vzpostavil neposreden stik z družinskim podjetjem Erwin Halder KG. Sledili so spoznavni razgovori in dogovori. Leta 1993 je sledila dokončna odločitev o ustanovitvi mešane nemško-slovenske družbe Halder, d. o. o.

## Ne le prodajalci tudi proizvajalci

Glavni stebri delovanja podjetja so ves čas ostali nespremenjeni in so zasidrani še danes: podjetje neguje usmerjenost h kupcem in gradi dolgoročne odnose. Skrbi tudi za stalen razvoj in krepitev lastne blagovne znamke Halder. Danes družba, ki iz leta v leto zdravo raste, pokriva štiri ključna področja, in sicer:

vpenjalno tehniko, rešitve za avtomatizacijo, standardne elemente za strojogradnjo in orodjarstvo ter ročna orodja. Ambicije so podjetje popeljale

tudi čez meje Slovenije, saj je družba aktivno prisotna na celotnem področju bivše skupne države Jugoslavije. Kmalu bo tudi hčerinska družba Halder Srbija praznovala 10 let delovanja.

Podjetje Halder se ni zanašalo le na prodajni asortiman matičnega podjetja, temveč je že pred dvestoletjem vanj tudi aktivno vključeno. Že 20 let namreč v Sloveniji proizvaja kladivo SECURAL, proizvodnjo pa je razširilo še na udarne vložke za kladivo SIMPLEX.

Prav tako, udarno in zanesljivo, želi podjetje Halder tudi nadaljevati svojo poslovno pot. »Ponosen sem, da smo skupaj s sodelavci ustvarili uspešno in prepoznavno podjetje, ki se ne boji prihodnosti. Danes stopamo skupaj novim izzivom naproti, 25 let delovanja je velika motivacija tudi za naprej,« je svoj govor zaključil Zgrabič.

Miran Varga

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

## FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V MARIBORU PREJELA PROGRAMABILNEGA HUMANOIDNEGA ROBOTA

Podjetje PROFIDTP, d. o. o., organizator osrednjega slovenskega strokovnega dogodka s področja strojništva Industrijski forum IRT in založnik strokovne revije IRT3000 je Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru doniral 60 cm visokega programabilnega humanoidnega robota Blue NAO Evolution.

Robot proizvajalca SoftBank Robotics Europe SAS je do sedaj najbolje prodajan robot za izobraževalne namene, ne uporablja pa se v industriji. Robot bo na Fakulteti za strojništvo UM namenjen pretežno raziskovanju tehnologij, delno pa bo vključen v izobraževanje, saj se trend servisne robotike povečuje, fakulteta pa želi s tovrstnimi znanji seznaniti študente, ki bodo tako pridobili osnovne veščine pri upravljanju servisnih oziroma humanoidnih robotov. Upravljanje in programiranje humanoidnega robota bo vključeno v izobraževanje študentov, predvsem tistih na drugi stopnji. Ti bodo pridobili znanja osnovnega in poglobljenega programiranja, upravljanja, osnove strojnega vida za prepoznavanje objektov in vodenja humanoidnega robota. Spoznali bodo tudi, kako prisotnost humanoidnega robota vpliva na človekovo počutje oziroma lagodje.

»Na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru se trudimo študentom zagotoviti čim boljše pogoje za študij, kar vključuje tudi uvajanje naprednih tehnologij v izobraževalni proces. Veseli nas, da je podjetje PROFIDTP, s katerim že dlje časa zelo uspešno sodelujemo, prepoznalo potencial za prenos najsoodnejših tehnologij na bodoče inženirske kadre, ki se bodo morali spopasti z izzivi industrije 4.0, ter se odločilo za donacijo, ki bo študentom bistveno olajšala osvajanje praktičnih znanj in nabiranje izkušenj že v času študija. Podjetju PROFIDTP se za donacijo in izkazano zaupanje v imenu fakultete ter njenih sedanjih in prihodnjih študentov iskreno zahvaljujemo,« je ob predstavitvi nove pridobitve fakultete dejal njen dekan red. prof. dr. Bojan Dolšak.

Humanoidni roboti postajajo del človekovega vsakdana, še posebej na Japonskem, kjer se starostna skupina ljudi drastično povečuje in bodo ti v veliko



*Predaja humanoidnega robota Blue NAO Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru*

pomoč pri vsakdanjih opravilih. S pomočjo humanoidnega robota bodo študenti preučevali možnosti opravil, ki jih lahko ta robot opravlja, ter načine, kako ga vključiti v človekov vsakdan. Prav tako bodo opazovali čustven odziv ljudi na prisotnost humanoidnega robota, saj se človek precej hitro naveže na stroj, ki je vsaj delno podoben človeku.

»Bodoči inženirji strojništva so ljudje, ki bodo oblikovali prihodnost. Zavedamo se, da bo ta močno povezana z roboti, in to ne zgolj s tistimi, ki jih vidimo v industriji, temveč tudi s takšnimi, ki bodo človeku še precej bližje. Z donacijo humanoidnega robota Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru želimo med ustvarjalci prihodnosti vzbuditi zanimanje za humanoidno robotiko, saj smo prepričani, da lahko slovensko inženirsko znanje veliko da tudi širši družbi,« je ob predaji humanoidnega robota povedal Darko Švetak, direktor podjetja PROFIDTP, d. o. o.

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

## INDUSTRIJA IN OGREVANJE PRI S3C, D. O. O.



V podjetju S3C, d. o. o., nudijo tudi dodaten prodajni program opreme za industrijo in ogrevanje poznanih proizvajalcev. Izdelki

niso dostopni preko spletne trgovine, ampak po povpraševanju. Širok asortiman izdelkov ponuja skoraj vso industrijsko opremo ter naprave za ogrevanje, in sicer: krogelne pipe, zaporne ventile, kompenzatorje, ventile s pogonom, varnostne ventile, tesnila, cevi, črpalke in tlačne posode, termostate, manometre, tipala, frekvenčne pretvornike, merilnike pretoka in še veliko več.

Prednosti ponudbe podjetja S3C, d. o. o., so prilagajanje kupcem, hitra odzivnost in celovita obravnava. Zaupajte jim odločitev pri izbiri pnevmatike, hidravlike in industrijskih armatur.



Za vas so na voljo vsak delavnik od 8.00 do 16.00 - temeljito se bodo posvetili 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)



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)



## POMURSKI SEJEM VABI K SODELOVANJU V LETU 2019

Pomurski sejem organizira v prihodnjem letu 4 sejme in 6 strokovnih ocenjevanj kakovosti.

Od petka, 12., do nedelje, 14. aprila 2019 bo Gornja Radgona s sejmom **LOV** in **RIBO-LOV** množično srečevališče in praznik ljubiteljev narave. Privabile jih bodo predstavitve novosti in pestra prodajna ponudba opreme za lovstvo, kinologijo in ribištvo, oblačila in obutev, terenska vozila in izdelki za preživljanje prostega časa ter preživetje v naravi. Sejem bodo obogatile strokovne predstavitve najpomembnejših slovenskih in mednarodnih stanovskih lovskih, ribiških, kinoloških, gozdarskih in naravovarstvenih organizacij. V radoživi festival medsebojnega druženja in prijateljstva z neokrnjenim okoljem bodo razstavljalci in obiskovalci povezali številni stanovski, družabni, tekmovalni, zabavni in kulinarčni dogodki.



Sejem lovstva in ribištva bo spremljal 5. mednarodni sejem zelenega turizma in bivanja **NATURA**. Ta bo obiskovalcem ponujal zamisli, opremo, izdelke in napotke za potepe, dejavnosti ter bivanje v naravi. Na živahen in neposreden način jim bo predstavil destinacije, pohodniške in planinske ture, taborjenje, rekreativne in adrenalinske športe v naravi ter razvajanje v naravnih zdraviliščih, na turističnih kmetijah in pri ponudnikih zdrave kuhinje. S prikazi naravne gradnje, opreme za dom in urejanje okolice bo ozelenil bivališča. Telesa in duha bo oživel z delavnicami zdravilskih in meditativnih praks.

Od sobote, 24. avgusta, do četrta, 29. avgusta 2019 bo na sporedu 57. mednarodni kmetijsko-živilski sejem **AGRA**, največja taka prireditev v sosedski regiji Slovenije, Avstrije, Hrvaške in Madžarske. V žarišču sejmskih predstavitev in strokovnega dogajanja bodo nove tehnologije za pridelavo in predelavo hrane: digitalno kmetijstvo, digitalizacija

v agroživilstvu, precizno in ekološko kmetijstvo ter kmetijstvo kot pomemben del krožnega gospodarstva. S številnimi predstavitvami tujih držav in regij bo poudarek na mednarodnem sodelovanju. Mladi v agroživilstvu bodo pozivali h generacijski pomladitvi. Domača živilsko-predelovalna industrija in pridelovalci bodo opozarjali na pomen in kakovost hrane iz naše bližine, ki zaradi načina pridelave in kratkih transportnih verig ni le okusnejša, temveč tudi bolj zdrava.

Več kot 1800 razstavljalcev z vseh kontinentov bo ponujalo najboljše s področja pridelave in predelave. Obiskovalci bodo lahko videli, otipali in preizkusili vrhunsko tehniko in mehanizacijo za kmetijstvo, gozdarstvo, sadjarstvo, vinogradništvo in predelavo živil. Istočasno bodo lahko okusili najboljše kmetijske pridelke, jedi in vina. Med njimi bodo v ospredju izdelki, nagrajeni na strokovnih ocenjevanjih kakovosti.







Zelena stalnica sejma AGRA bodo strokovne razstave slovenskih avtohtonih pasem živali, goveje živine, konjev, prašičev, drobnice, čebelarstva in rib

v ribniku. Organizirani bodo zanimive delavnice in vodeni ogledi na osrednjem sejmskem vrtu, na permakulturnem in demonstracijskem vrtu Zeleni dragulji narave ter v trajnih nasadih hmelja, slovenskega trsnega izbora, starih sort jablan in v gozdno parkovnem nasadu.

Agra 2019 bo potrdila strokovno preverjeno kakovost, ki jo bodo ocenjevale komisije ekspertov od pomladi pa vse do sejma. Zvrstili se bodo: 40. mednarodno ocenjevanje mesa in mesnih izdelkov, 33. mednarodno ocenjevanje mleka in mlečnih izdelkov, 23. mednarodno ocenjevanje sokov, brezalkoholnih pijač in embaliranih vod, 45. odprto državno ocenjevanje vin "Vino Slovenija Gornja Radgona", 9. odprto državno ocenjevanje BIO vin, 17. ocenjevanje medu z mednarodno udeležbo ter 39. mednarodno ocenjevanje kmetijske mehanizacije in opreme.

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

## Pomurski sejem za inovativnost in odličnost



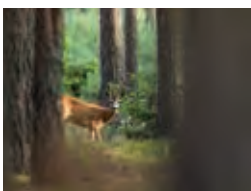
Pomurski sejem, d.d.  
Cesta na stadion 2  
9250 Gornja Radgona  
[www.pomurski-sejem.si](http://www.pomurski-sejem.si)

Tel.: 02/ 5642 116  
Fax: 02/ 5642 160  
E-mail: [info@pomurski-sejem.si](mailto:info@pomurski-sejem.si)

12. - 14. 4. 2019



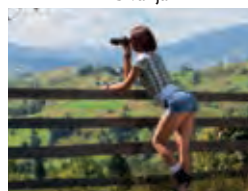
**LOV**  
Mednarodni  
sejem lovstva



**RIBOLOV**  
Mednarodni  
sejem ribištva



**NATURO**  
Mednarodni sejem  
zelenega turizma  
in bivanja



## Mednarodna ocenjevanja kakovosti 2019

40. mednarodno ocenjevanje mesa in mesnih izdelkov  
15. maj 2019 (sveže meso) 12. junij 2019 (mesni izdelki)

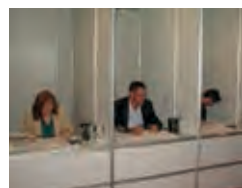
33. mednarodno ocenjevanje mleka in mlečnih izdelkov  
4.-7. junij 2019

23. mednarodno ocenjevanje sokov, brezalkoholnih pijač in embaliranih vod  
18. junij 2019

45. odprto državno ocenjevanje vin "Vino Slovenija Gornja Radgona" in 9. odprto državno ocenjevanje BIO vin  
14.-18. julij 2019

17. ocenjevanje medu z mednarodno udeležbo  
6. avgust 2019

39. mednarodno ocenjevanje kmetijske mehanizacije in opreme  
22.-23. avgust 2019



24. - 29. 8. 2019



**AGRA**  
Mednarodni  
kmetijsko-živilski sejem



# RAZVOJ DVOPOTNEGA TOKOVNEGA VENTILA S TLAČNIM KOMPENZATORJEM - 1. DEL

Jaka Čadež, Anže Čelik

## Izveček:

Dvopotni tokovni ventil s tlačnim kompenzatorjem predstavlja v hidravliki člen, ki omogoča kontroliranje količine toka fluida (tj. pretoka), posledično pa tudi hitrosti izvršilnih elementov. Omenjeno funkcionalnost je sicer mogoče doseči tudi s črpalko z nastavljivo iztisinno, vendar je z uporabo namenskega ventila to mogoče izvesti precej enostavneje. Tovrstni ventil ima vgrajen tlačni kompenzator, ki vzdržuje konstanten padec tlaka (med vhodno in izhodno stranjo ventila), posledično pa se z nastavljivimi režami določa potrebna količina pretoka.

V prispevku je prikazan postopek razvoja dvopotnega ventila s tlačnim kompenzatorjem. Glede na ciljno področje uporabe (mobilne aplikacije) se za tovrstni ventil zahteva visok delovni tlak (do 500 barov) pri predpisanem nazivnem pretoku (do 100 l/min). Pri tovrstnih aplikacijah so želene stabilnost delovanja v celotnem področju obratovanja in nizke energijske izgube v ventilu.

Uvodoma sta predstavljena osnovni princip delovanja dvopotnega tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem in tipičen primer vgradnje. Nadalje so prikazani teoretične osnove tokovnega ventila, razvojne aktivnosti na ključnih detajlih ter koraki do njihove optimizacije.

Eksperimentalno izmerjene karakteristike dvopotnega tokovnega ventila so v nadaljevanju primerjane z rezultati simulacij. Začetno neujemanje je bilo vzrok za podrobnejšo analizo obstoječega koncepta. Dodatna razvojna iteracija je odpravila pomanjkljivosti na ventilu, ponovna primerjava med eksperimentalnim in numeričnim pristopom pa je pokazala precej boljše ujemanje rezultatov oz. karakteristik dvopotnega tokovnega ventila.

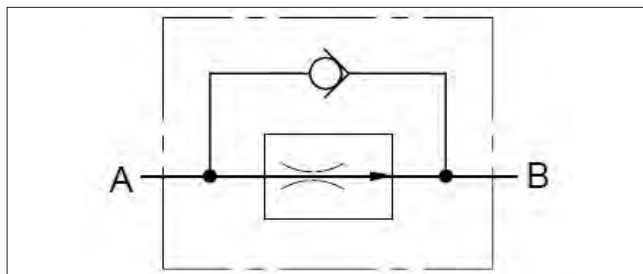
Na osnovi uspešnega razvoja osnovne funkcije dvopotnega tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem bo slednja razširjena na celotno družino tokovnih ventilov (tj. za različne nazivne pretoke).

## Ključne besede:

hidravlika, tlačni kompenzator, tokovni ventil, padec tlaka, razvoj, simulacije

## 1 Uvod

V hidravliki je zelo pomembno, da lahko nastavljamo oziroma reguliramo hitrost končnega porabnika



**Slika 1:** Simbol dvopotnega tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem

Jaka Čadež, dipl. inž., mag. Anže Čelik, univ. dipl. inž., oba Poclairn Hydraulics, d. o. o., Žiri

v hidravličnem sistemu. Največkrat sta to hidravlični valj ali hidravlični motor. Zato v ta namen uporabimo tokovni ventil.

Tokovne ventile delimo na dve osnovni veji:

- ▶ tokovni ventili brez kompenzacije tlaka in
- ▶ tokovni ventili s kompenzacijo tlaka (tlačni kompenzator).

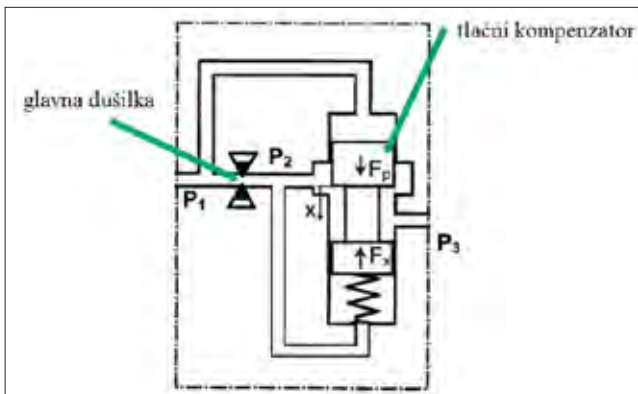
Ker je za hidravlične sisteme skoraj vedno značilna razlika tlakov, lahko hitrost končnega porabnika reguliramo z ventilom, ki vsebuje tlačni kompenzator.

V praksi bi lahko namesto tokovnega ventila uporabili tudi hidravlično črpalko z nastavljivo iztisinno, vendar je bolj praktično uporabiti črpalko s konstantno iztisinno in tokovni ventil.

Članek temelji na diplomskem delu [4], iz katerega so povzeti nekateri potrebni podatki za predstavitev razvoja dvopotnega tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem.

## 1.1 Princip delovanja

Tokovni ventil s tlačno kompenzacijo (slika 2) deluje na sledečem principu: sila vzmeti ( $F_x$ ) in sila zaradi razlike tlakov  $p_1 - p_2$  ( $F_p$ ) delujeta na krmilni bat, ki ga imenujemo tlačni kompenzator oziroma tlačna tehtnica. Omenjeni sili pozicionirata krmilni bat v določeni legi. Funkcija tlačnega kompenzatorja je, da ohranja konstanten padec tlaka preko glavne dušilke oziroma zaslonke. Običajna vrednost razlike tlakov ( $\Delta p_t$ ) je med 4 in 10 bar. V začetni legi bata ta razlika tlakov proizvaja silo, ki je enaka sili vzmeti ( $F_p = F_x$ ).



Slika 2 : Tokovni ventil s tlačnim kompenzatorjem [2]

V primeru povišanja razlike tlakov v sistemu ( $p_1 - p_2 > \Delta p_t$ ) se zviša tudi pretok kapljevine. Krmilni bat se pomakne v smeri zmanjšanja preseka efektivne površine, skozi katero se pretaka kapljevina. Pretok in razlika tlakov se na glavni dušilki zmanjšata, ventil pa se postavi v ravnotežno stanje ( $p_1 - p_2 = \Delta p_t$ ).

Obratno pa je v primeru zmanjšanja razlike tlakov ( $p_1 - p_2 < \Delta p_t$ ), saj se zmanjša tudi pretok kapljevine. V tem primeru je sila vzmeti večja od sile tlaka, zato se krmilni bat pomakne v položaj, v katerem omogoči največjo možno odprtino za pretok kapljevine.

## 1.2 Primer vgradnje

Slika 3 predstavlja poenostavljen prikaz vgradnje tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem. V tem primeru gre za regulacijo pretoka na vhodni strani hidravličnega valja. Tokovni ventil zagotavlja konstantno gibanje hidravličnega valja, ne glede na velikost bremena.

Če teoretično ozadje povežemo s prakso, bi si lahko predstavljali dvigalo, ki dviga različno težka bremena. V primeru težkega bremena se tlak poveča, hkrati pa se zmanjša razlika tlakov, kar pomeni, da se površine za pretok kapljevine bolj odprejo. Obratno velja za dviganje lažjih bremen.

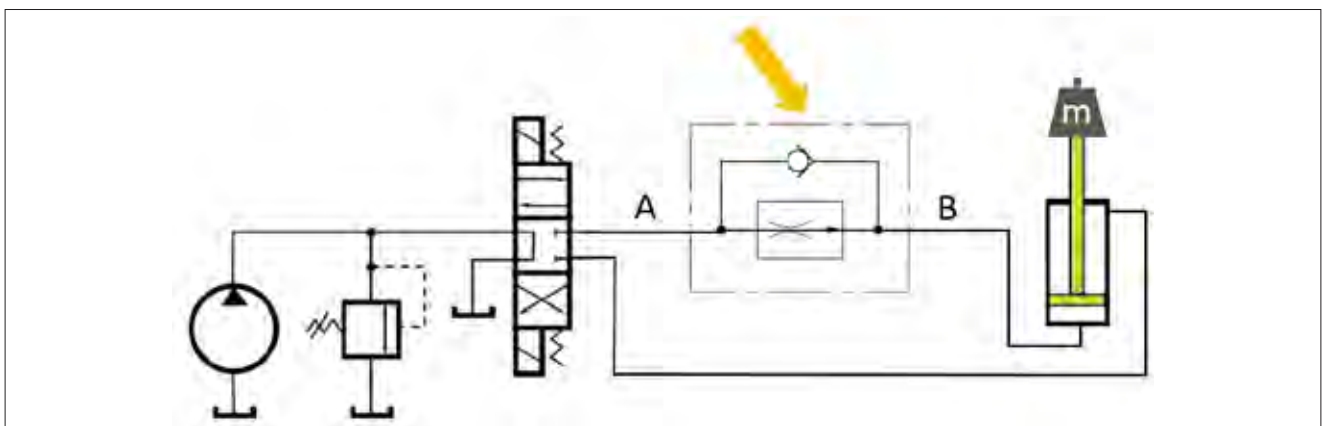
## 2 Teoretične osnove

### 2.1 Pretakanje skozi dušilke in zaslonke

Pri pretakanju kapljevine skozi različne zaslonke oziroma dušilke se pojavljajo spremembe parametrov kapljevine. Glavni parametri pri obravnavanju kapljevine v hidravliki so: pretok, hitrost ter razlika tlakov.

Volumski pretok kapljevine je v splošnem volumen kapljevine, ki preteče na časovno enoto skozi določen presek. V primeru tokovnega ventila pa se s pretokom določi hitrost porabnika. Slednji je v hidravliki največkrat hidravlični valj ali motor. Pretok, ki ga generira hidravlična črpalka, je konstanten skozi tokovni ventil. Spreminja se presek, skozi katerega teče kapljevina. Posledično je razlika tlakov vedno konstantna.

Hitrost pri pretakanju kapljevine skozi ventil je odvisna predvsem od preseka površine, skozi katero teče kapljevina. Manjši kot je presek površine, večja je hitrost kapljevine. To je mogoče opisati na primeru, s katerim se pogosto srečamo v vsakdanjem življenju: zalivanje vrta ali pranje avtomobila z vrtno cevjo. Ko odpremo vodo, ta teče iz cevi z določeno



Slika 3 : Primer vgradnje tokovnega ventila v odprtem hidravličnem tokokrogu

hitrostjo. Če želimo hitrost vode povečati, s prstom nekoliko pripremo odprtino cevi. S tem zmanjšamo presek odprtine cevi, hitrost vode pa naraste. Posledično je tudi domet vodnega curka daljši.

Tudi pri tokovnem ventilu je podobno. Krmilni bat s svojim aksialnim pomikanjem spreminja velikost preseka površine, s tem pa se spreminjata tlak in hitrost kapljevine.

Tlačni padec ali razliko tlakov lahko definiramo kot razliko med dvema točkama, preko katerih prehaja kapljevina.

Na razliko tlakov najbolj vplivajo:

- ▶ nenadna sprememba geometrije,
- ▶ vrsta kapljevine,
- ▶ temperatura kapljevine,
- ▶ pretok kapljevine,
- ▶ trenje med kapljevino in površino idr.

Tlačni padec je v hidravliki dokaj kritičen element in ga moramo zato dobro poznati pri konstruiranju ventilov. Če poznamo tlačne padce, lahko zagotovimo, da izberemo ustrezne ventile in druge komponente za doseganje zahtev sistema.

Če povzamemo našete primere, na spremembo tlaka vpliva vse, kar »ovira« kapljevino, da bi enostavno potovala skozi ventil ali katere koli druge hidravlične sestavine

## 2.1.1 Dušilke

Dušilke so elementi, ki se uporabljajo na različnih področjih tehnike. Njihova glavna funkcija je, da omejijo pretok kapljevine (pri podanem/razpoložljivem tlaku) v sistemu. V enačbi (1) za preračun pretoka skozi dušilko bomo v nadaljevanju opazili, da v njej nastopa viskoznost kapljevine ( $\eta$ ). To pomeni, da je pretok skozi dušilko odvisen od viskoznosti.

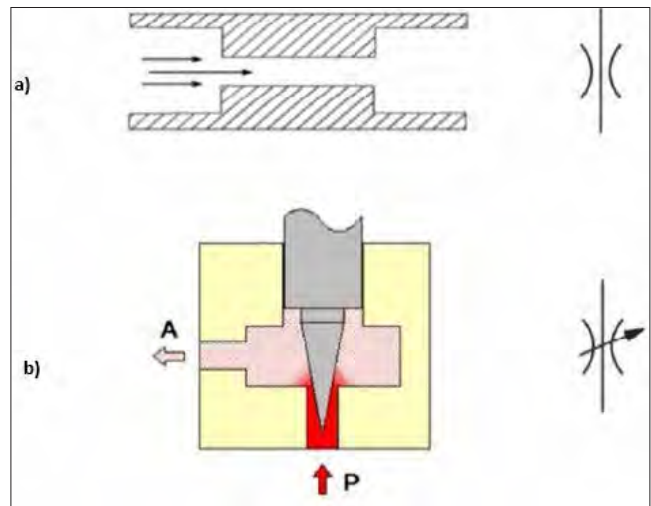
$$Q = \frac{\pi \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot l} \cdot \Delta p \quad (1)$$

V primerjavi z zaslonkami, ki jih bomo opisali v naslednjem poglavju, imajo dušilke mnogo manjši premer glede na dolžino ( $d \ll l$ ).

Dušilke lahko razdelimo v dve kategoriji (slika 4):

- ▶ nenastavljive dušilke,
- ▶ nastavljive dušilke.

Z dušilkami v hidravličnih sistemih dosežemo porabo hidravlične energije, s katero posledično kontroliramo pretok, ki ga generira hidravlična črpalka. Dušilke so zelo velik porabnik energije, kar si v hidravliki najmanj želimo. Zaradi velike porabe energije pa se komponente lahko začnejo tudi pregrevali, v najslabšem primeru lahko pride tudi do njihovih poškodb.



Slika 4 : Shema in simbol nenastavljive (a) in nastavljive dušilke (b)

## 2.1.2 Zaslonke

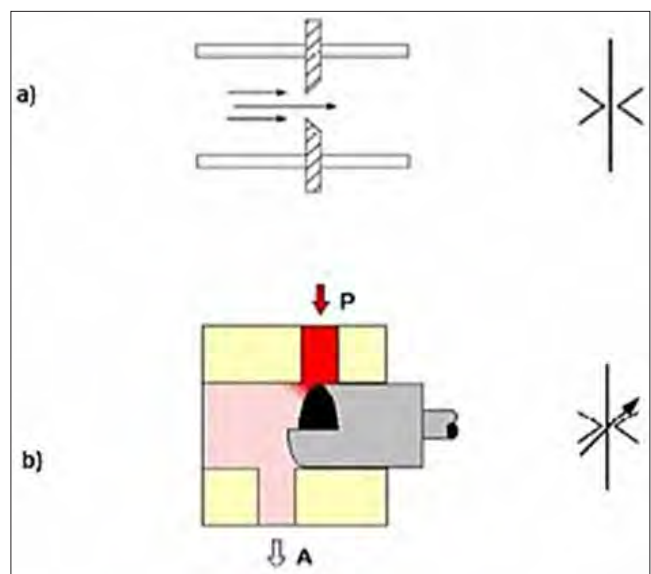
Zaslonke so elementi, ki so funkcijsko podobno opredeljeni kot dušilke. Omejujejo pretok kapljevine v sistemu oziroma ventilu.

V nasprotju z dušilkami pa zaslonke niso odvisne od viskoznosti. To nam pojasnjuje tudi enačba za izračun pretoka skozi zaslonko, ki jo bomo spoznali v naslednjih poglavjih.

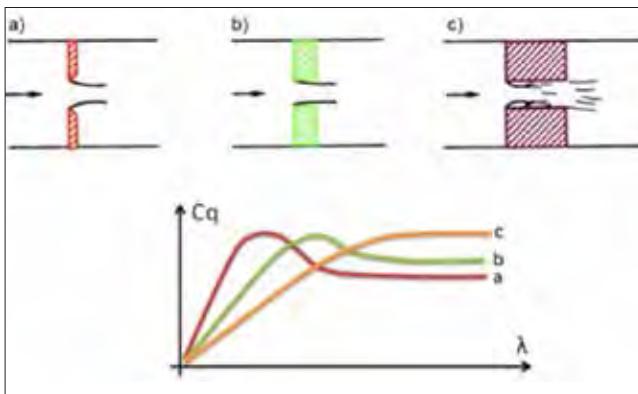
Če primerjamo zaslonke z dušilkami glede dimenzij, imajo mnogo večji premer glede na dolžino ( $d \gg l$ ).

Tudi zaslonke razdelimo v dve skupini (slika 5):

- ▶ nenastavljive,
- ▶ nastavljive.



Slika 5 : Shema in simbol nenastavljive (a) in nastavljive zaslonke (b) [1]



Slika 6 : Karakteristika  $C_q - \lambda$  [5]

V splošnem tok tekočine skozi (fiksno ali variabilno) dušilko oz. zaslonko popisuje Bernoullijeva enačba, ki povezuje tok fluida in tlačni padec:

$$Q = A \cdot v = C_q \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \quad (2)$$

pri tem se koeficienti  $v$ ,  $A$ ,  $C_q$ ,  $\Delta p$  in  $\rho$  nanašajo na hitrost fluida, presek dušilke, koeficient pretoka, tlačni padec in gostoto fluida.

Koeficient pretoka  $C_q$  je brezdimenzijsko število in predstavlja hidravlični izkoristek komponente;  $C_q$  je odvisen od lokalne geometrije. Koeficient pretoka ima v turbulentnem področju (večinoma) konstantno vrednost (tj. pri visokih tokovnih številih  $\lambda$ ); v področju laminarnega toka pa se linearno povečuje s povečevanjem tokovnega števila. Slika 6 prikazuje odvisnost koeficienta pretoka v odvisnosti od tokovnega števila, in sicer za tri različne tipe dušilk (tj. a - zaslonka, b in c - dušilki).

V praksi je tako, da imamo pri konstruiranju novega izdelka podane zahteve kupca oziroma naročnika. Glede na podane parametre izračunamo preostale (tj. nepoznane) in tako lahko začnemo konstruirati izdelek. Pri tem si pomagamo z osnovnimi enačbami. To je približen preračun, ki nam omogoča, da sploh vemo, kje začeti. Za bolj natančno določanje parametrov pa uporabljamo računalniško programsko opremo, ki nam nudi izvajanje različnih analiz in preračunov.

Tudi v našem primeru, to je pri razvoju tokovnega ventila, smo se držali istih korakov. Najprej preračunamo parametre s pomočjo enačb, v drugem delu pa z računalniško opremo dokončno določimo vse parametre, ki najbolj ustrezajo zahtevam ventila.

## 2.2 Notranje puščanje skozi kolobarjasto režo

Notranje puščanje [3] je na področju hidravlike nezogibno. Notranje puščanje hidravlične kapljevine

poteka skozi režo, ki jo tvorita dva elementa. Ta pojav v današnjem času pogosteje obravnavamo, saj vpliva na izkoristek hidravlične sestavine.

Reže oziroma ohlapi, ki se pojavljajo med elementi, so zaradi:

- ▶ geometrijske oblike elementov (odstopanje od idealnih oblik),
- ▶ temperaturnih raztezanj elementov (različne temperature delovanja hidravličnih sestavin),
- ▶ medsebojnega gibanja elementov.

V našem primeru bomo obravnavali notranje puščanje na delu med sedežem in notranjim batom. Tu gre za notranje puščanje skozi kolobarjasto režo med batom (notranji bat) in izvrtino (sedež).

Za preračun toka notranjega puščanja v kolobarjasti reži uporabimo enačbo (3), ki med drugim zajema tudi vpliv izsrednosti [3]:

$$Q_L = \frac{\pi \cdot \Delta p \cdot D_{sr} \cdot s^3}{12 \cdot \rho \cdot v \cdot L} \cdot \left[ 1 + 1,5 \cdot \left( \frac{e}{s} \right)^2 \right] \quad (3)$$

Za popolnoma centrično lego bata ( $e = 0$ ) velja enačba (4):

$$Q_L = \frac{0,2618 \cdot \Delta p \cdot D_{sr} \cdot s^3}{\rho \cdot v \cdot L} \quad (4)$$

Za izsredno lego bata ( $e = s$ ) pa velja enačba (5):

$$Q_L = \frac{0,2618 \cdot \Delta p \cdot D_{sr} \cdot s^3}{\rho \cdot v \cdot L} \cdot 2,5 \quad (5)$$

Pred začetkom preračuna toka notranjega puščanja pa moramo izračunati še velikost reže in srednji premer. Za srednji premer vzamemo vrednost imenske vrednosti sedeža oziroma notranjega bata.

Velikost največje reže izračunamo po enačbi (6):

$$S_{maks} = \frac{D_{s,maks} - D_{nb,min}}{2} \quad (6)$$

Velikost najmanjše reže izračunamo po enačbi (7):

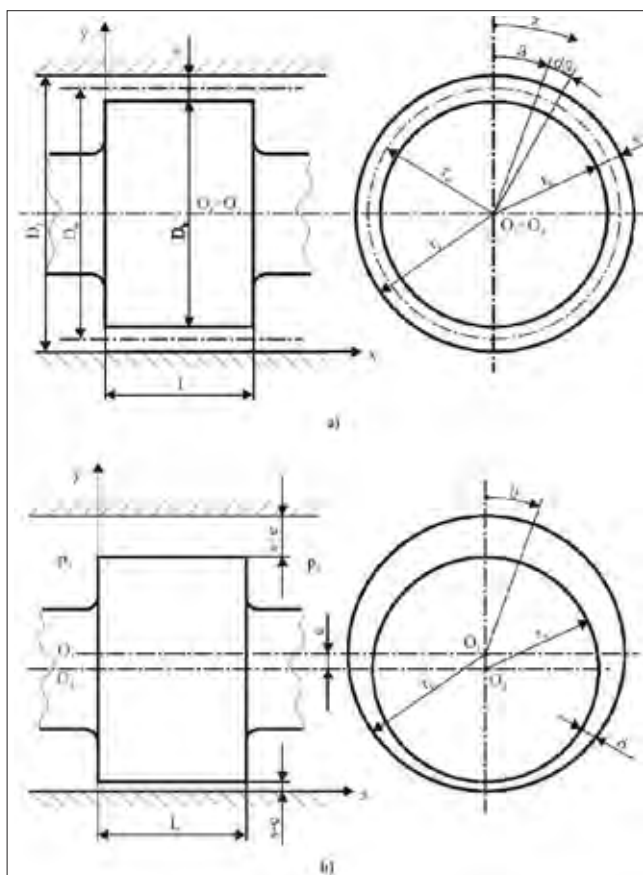
$$S_{min} = \frac{D_{s,min} - D_{nb,maks}}{2} \quad (7)$$

Pri tem preračunu je pomembno, da se upoštevajo oziroma predpostavljajo [3]:

- ▶ nestisljiva kapljevina,
- ▶ nespremenljiva gostota pri toku skozi režo,
- ▶ nespremenljiva kinematična viskoznost pri toku skozi režo,
- ▶ laminarni tok in
- ▶ vzporedne tokovnice.

V primeru puščanja skozi kolobarjasto režo sta možna dva scenarija (slika 7):

- ▶ centrična lega bata glede na izvrtino,
- ▶ izsredna lega bata glede na izvrtino.



Slika 7 : Centrična postavitev (a) in izsredna postavitev (b) bata glede na izvrtino [3]

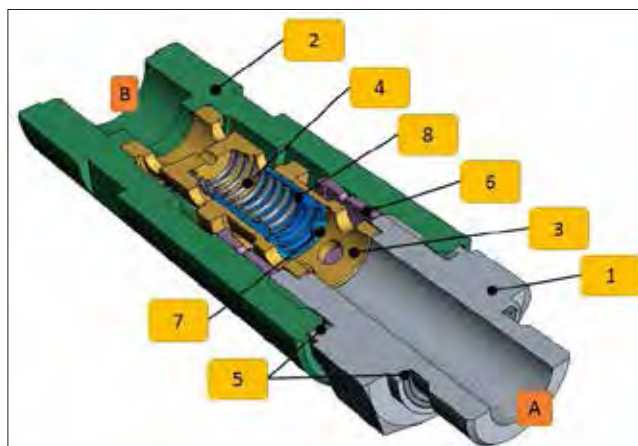
## 3 Potek razvoja

### 3.1 Metodologija raziskave

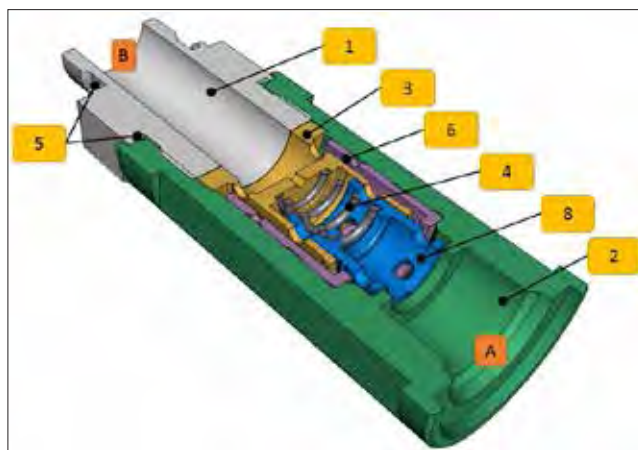
Razvoj smo začeli na osnovi tokovnih ventilov, ki so že dostopni na tržišču, in koncepta, ki je bil delno že narejen v podjetju. Po analiziranju vseh izhodiščnih idej smo se odločili, da začnemo ventil konstruirati od začetka, ohranili pa smo idejo koncepta (slika 8).

Prikazane komponente so sledeče: priključek (1), ohišje (2), zunanji bat (3), vzmet (4), tesnilo (5), bat s protipovratno funkcijo (6), vskočnik (7) in notranji bat (8).

Kot izhodišče za dvopotni tokovni ventil se uporablja kombinacija batov, ki omogočajo nastavljanje pretočne reže kapljevine in funkcijo protipovratnega ventila. Da smo koncept ventila izboljšali, smo se izognili uporabi vskočnika za pozicioniranje notranjega bata (težavno tudi v fazi montaže), hkrati pa so komponente bolj toge, saj je predvideno, da



Slika 8 : Prerezna slika začetnega CAD-modela tokovnega ventila



Slika 9 : Prerezna slika CAD-modela tokovnega ventila

bo ventil deloval v sistemih z višjimi tlaki (do 500 barov).

Končna oblika dvopotnega tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem je prikazana na spodnji sliki (slika 9). Ventil vsebuje 7 sestavnih delov, ki so med seboj funkcijsko povezani.

### 3.2 Digitalni model in njegova validacija

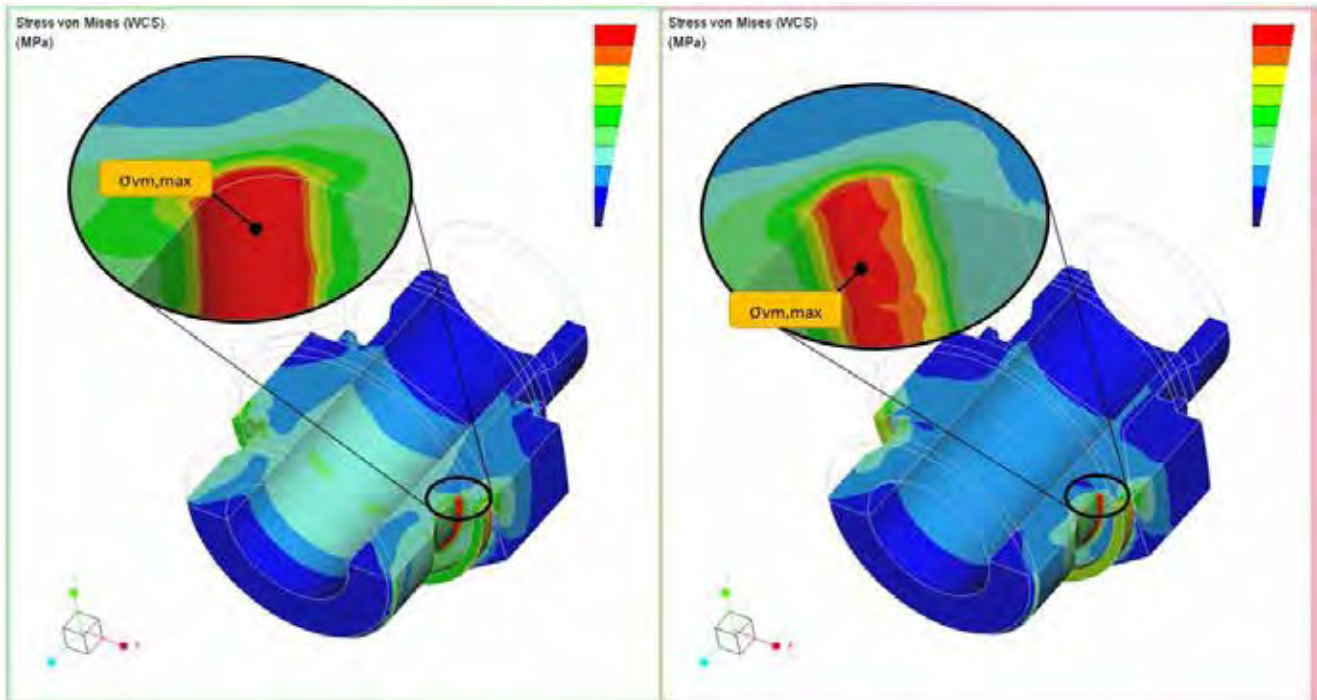
Dobršen del korakov razvojnega procesa (tj. od začetne ideje oz. koncepta naprej) poteka v t. i. virtualnem okolju, kjer se ustvarja virtualni (CAD) model. Slednji je namenjen vizualizaciji produkta samega, vrednotenju idejnih zasnov, izdelavi delavniških risb ... ter tudi virtualni validaciji (oz. simulaciji) produkta in njegovih sestavnih delov.

Slika 9 prikazuje CAD-model tokovnega ventila z označenimi pozicijami sestavnih delov. Model je v prvi vrsti uporabljen za vizualizacijo osnovne funkcionalnosti tokovnega ventila kakor tudi za izvedbo različnih numeričnih simulacij in analitičnih izračunov.

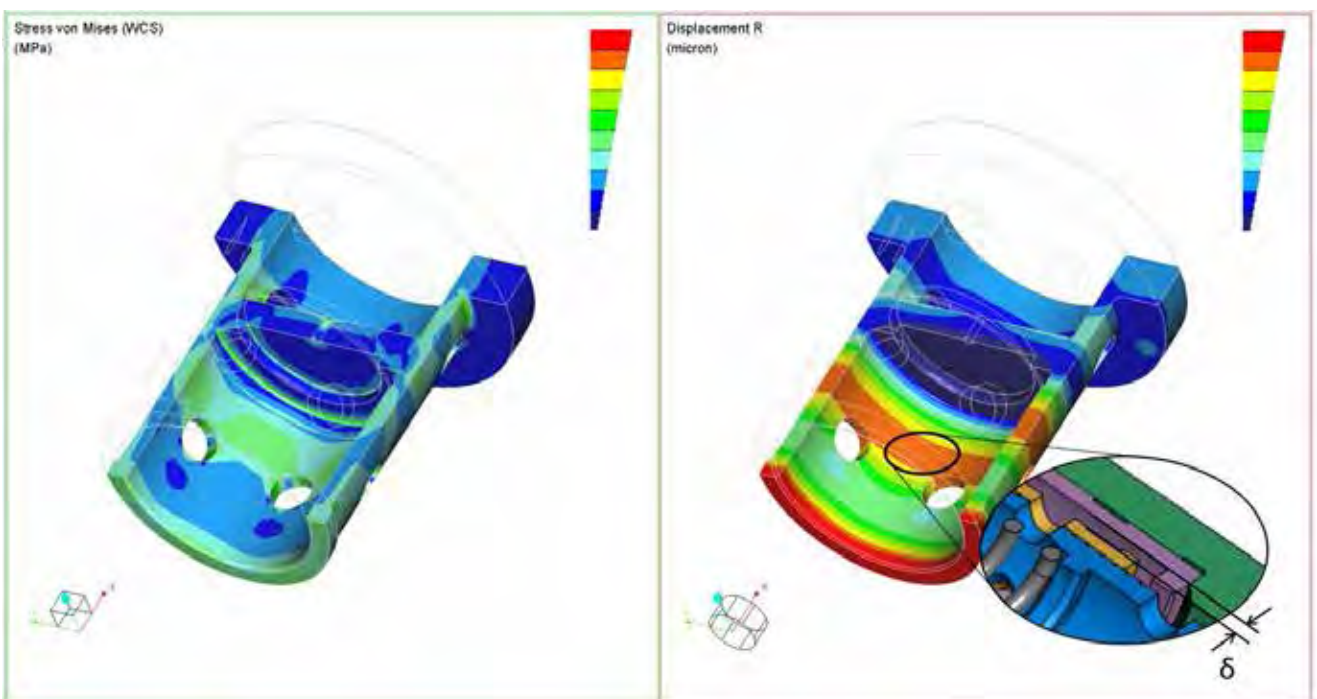
### 3.2.1 Trdnostne analize

Simulacije na osnovi metode končnih elementov (MKE) smo v danem primeru uporabili že v fazi idejne zasnove produkta, s čimer smo potrdili oz. ovrgli določeno geometrijsko rešitev (ki npr. trdnostno ne ustreza zahtevanim pogojem glede dopustnih napetosti in posledično življenjske dobe izdelka).

Prav vsak (nestandardni!) sestavni del tokovnega ventila smo vrednotili na osnovi MKE-analize. Ob ustrezni uporabi omenjenega simulacijskega pristopa se je mogoče izogniti nepotrebnim ter (časovno in stroškovno) potratnim testiranjem idejnih zasnov oz. prototipov. Eksperimentalni pristop je vsekakor še vedno nujen, a le za potrebe končne validacije izdelka.



Slika 10 : Von Misesove napetosti za različni tip obremenitve



Slika 11 : Von Misesove napetosti (levo) in radialni pomiki (desno)

1 Pod pojmom nestandarden je mišljen sestavni del, ki ga ni mogoče prosto kupiti na tržišču.

► Priključek (poz. 1)

Velikost in tip obremenitev na priključku sta odvisna od načina obremenjevanja. Slednji zajema vpliv tlaka, momenta zatezanja in spenjalne sile. *Slika 10* prikazuje von Misesove napetosti za različen tip obremenitve. Lokalno se pojavijo koncentracije napetosti, ki pa ne presežejo dopustnih napetosti.

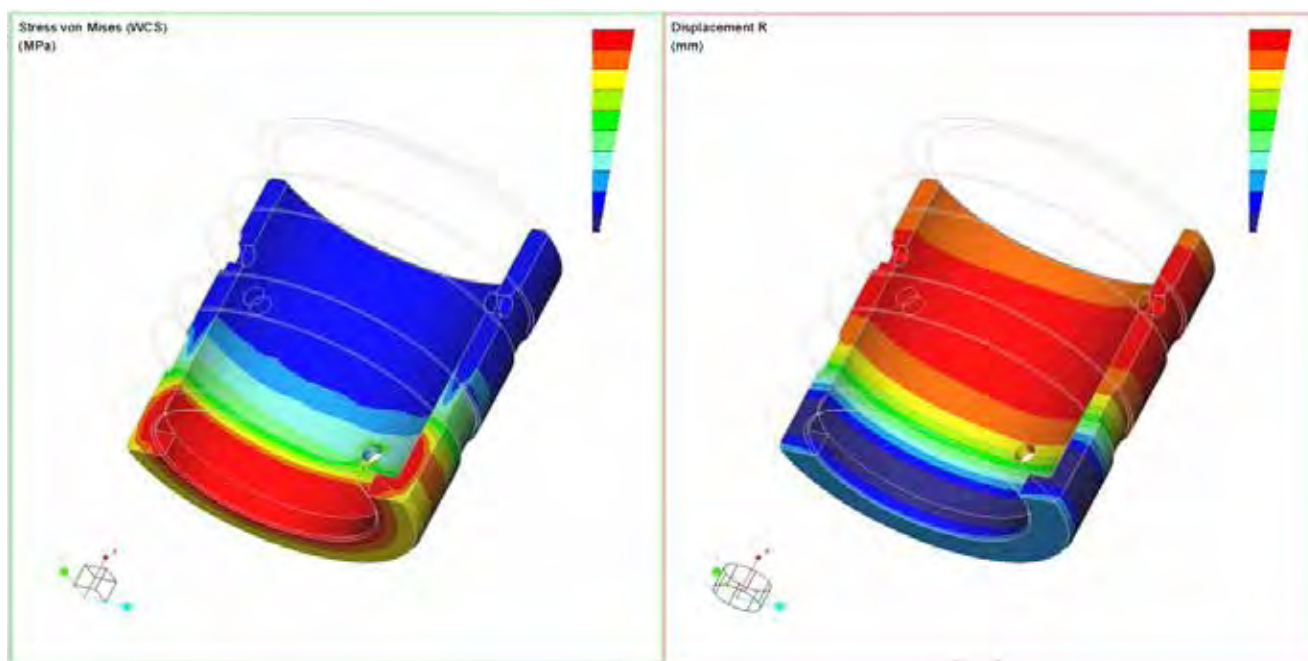
► Sedež (poz. 3)

*Slika 11* prikazuje von Misesove napetosti (levo) in radialne pomike (desno) za obremenitveni primer

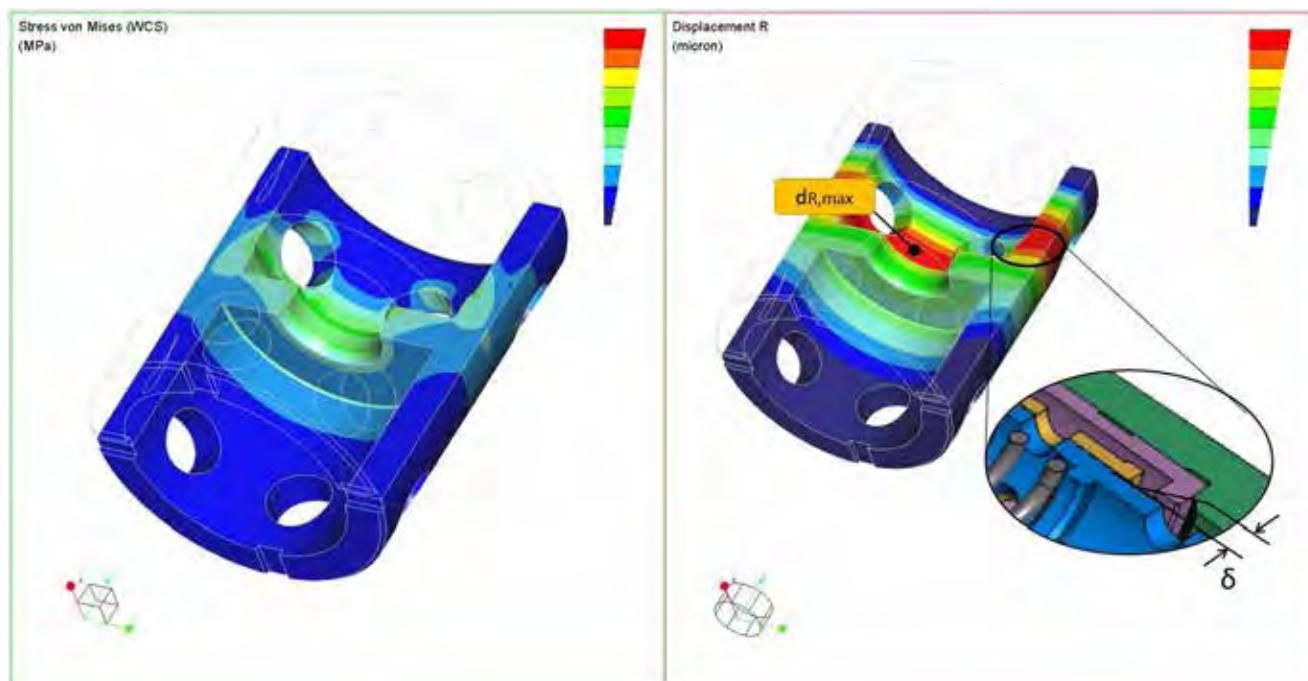
maksimalne tlačne razlike. Maksimalne napetosti nikjer na modelu ne presežejo dopustnih napetosti. Prav tako tudi radialni pomiki niso kritični z ozirom na velikost reže v kontaktu s sosednjim elementom.

► Bat (poz. 6)

*Slika 12* von Misesove napetosti (levo) in radialni pomiki (desno) za obremenitveni primer maksimalne tlačne razlike. Maksimalne napetosti se sicer precej približajo dopustni napetosti, a je nikjer na modelu ne presežejo. Prav tako tudi radialni pomiki niso kritični z ozirom na velikost reže v kontaktu s sosednjim elementom.

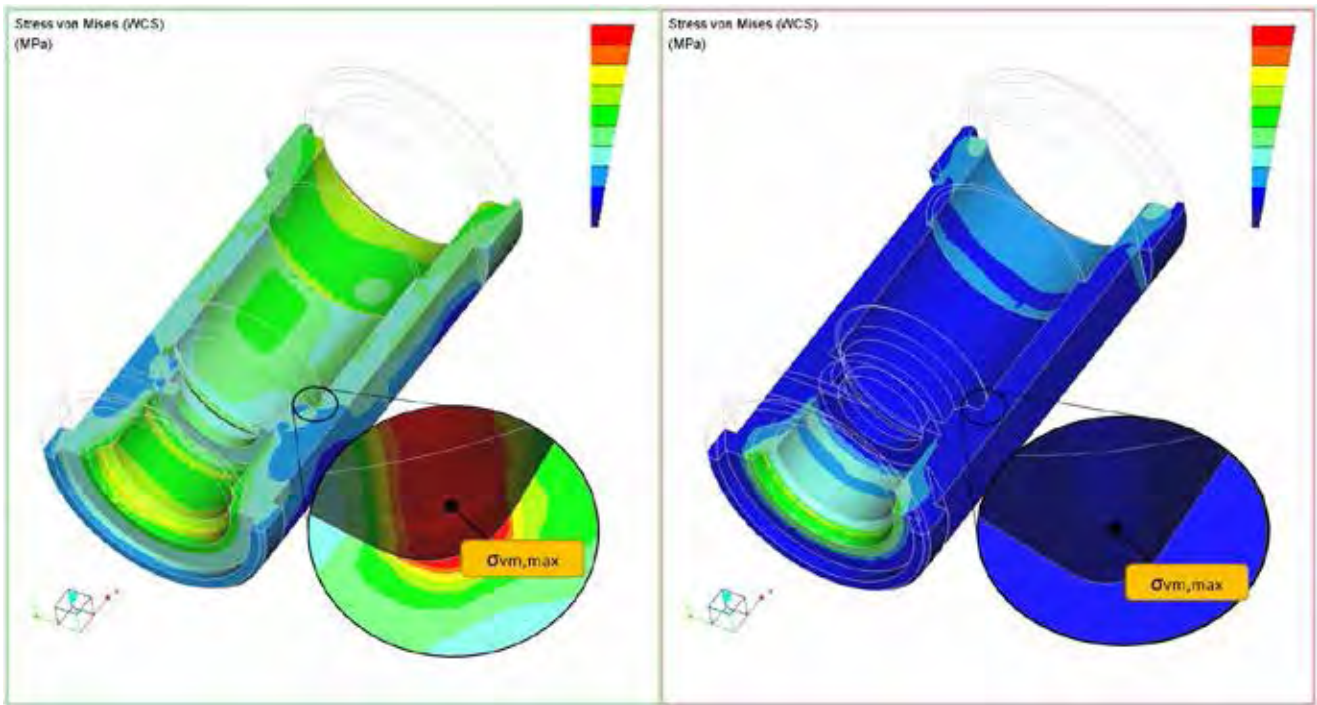


*Slika 12* : Von Misesove napetosti (levo) in radialni pomiki (desno)



*Slika 13* : Von Misesove napetosti (levo) in radialni pomiki (desno)





Slika 14 : Von Misesove napetosti za različen tip obremenitve

- ▶ Bat (poz. 8)

Slika 13 prikazuje von Misesove napetosti (levo) in radialne pomike (desno) za obremenitveni primer maksimalne tlačne razlike. Tudi v danem primeru maksimalne tlačne razlike nikjer na modelu ne presežejo dopustnih napetosti. Prav tako tudi radialni pomiki niso kritični z ozirom na velikost reže v kontaktu s sosednjim elementom.

- ▶ Ohišje (poz. 2)

Tudi v danem primeru sta velikost in tip obreme-

nitev na ohišju odvisna od načina obremenjevanja. Slednji zajema vpliv tlaka, momenta zatezanja in spenjalne sile. Slika 14 prikazuje von Misesove napetosti za različen tip obremenitve. Lokalno se pojavijo koncentracije napetosti, ki pa ne presežejo dopustnih napetosti.

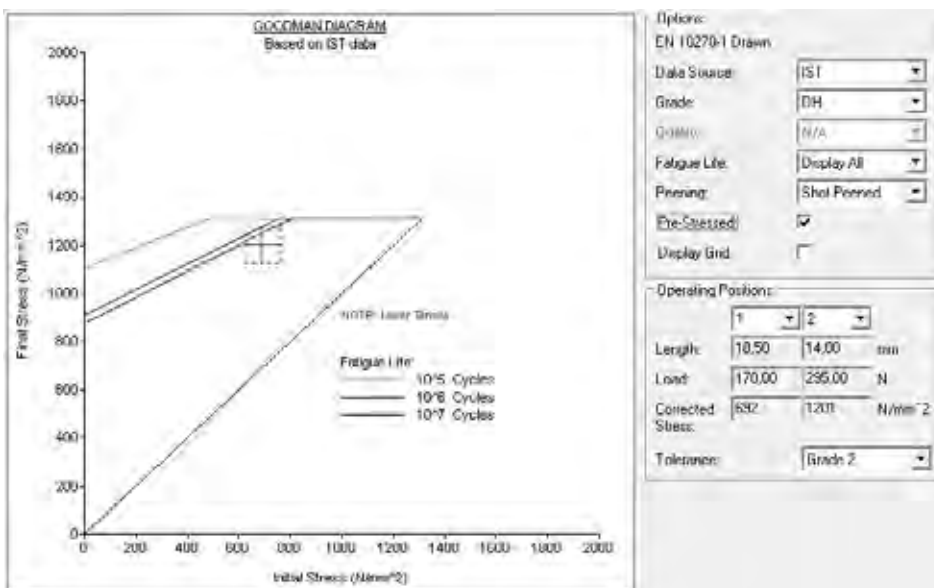
### 3.2.2 Analitični izračuni

Za določene komponente (standardnih oblik) obstajajo standardizirani preračuni, in sicer v skladu z veljavnimi standardi. Takšen primer (analitičnega) preračuna je cilindrična tlačna vzmet, katere enačbe so podane v EN 13906-1. Prav tako se tudi strižne razmere v navojih preračunavajo po poenostavljenih enačbah statike.

- ▶ Vzmet (poz. 4)

Vhodni podatki za preračun cilindrične tlačne vzmeti se navadno nanašajo na razpoložljiv prostor, želeno karakteristiko vzmeti (sile, gibi) ter material.

Slika 15 prikazuje (Goodmanov) diagram dinamičnih obremenitev, in sicer med predpisanim gibom



Slika 15 : (Goodmanov) diagram dinamičnih obremenitev

OUTPUT			
<b>Thread data</b>			
M-P (d1)	40 mm	active diameter	
A_shear	1382.301 mm <sup>2</sup>	shear area	
<b>Material data</b>			
t_allow	320 N/mm <sup>2</sup>	allowable shear stress	
<b>Load data</b>			
F_pressure	19782.22 N	pressure force	
<b>Final check</b>			
tau_shear	63.02399 N/mm <sup>2</sup>	<	320 N/mm <sup>2</sup>
	189.072 N/mm <sup>2</sup>	<	320 N/mm <sup>2</sup>
		<b>OK</b>	

**Strength of Screw Plug**

When screw plug MSW30 is to bear an impact load, allowable load P should be determined. (The materials of MSW30 are S45C, 34 to 43 HRC, tensile strength  $\sigma_t$  65kgf/mm<sup>2</sup>.)

If MSW is shown at a spot within the root diameter section and is broken, allowable load P can be calculated as shown below.

Allowable Load  $P = \tau t \times A$

= 3.9 × 107.4  
= 4190 [kgf]

Find the allowable shearing force base on the core diameter of female thread if a tap is made of soft material.

Area A = Root Diameter  $d_1 \times \pi \times L$   
(Root Diameter  $d_1 = M - P$ )  
 $A = (M - P) \pi L = (30 - 1.5) \pi \times 12$   
= 1074 [mm<sup>2</sup>]

Yield Stress = 0.9 × Tensile Strength  $\sigma_b = 0.9 \times 65 = 58.2$   
Shearing Stress = 0.8 × Yield Stress  
= 46.6

Allowable Shearing Stress  $\tau_t = \text{Shearing Stress} / \text{Safety Factor} 12$   
= 46.6 / 12 = 3.9 [kgf/mm<sup>2</sup>]

Slika 16 : Rezultati preračuna

vzmeti. Dobljene (korigirane) napetosti je mogoče nadalje vrednotiti glede na življenjsko dobo vzmeti.

- ▶ Priključek (poz. 1)

V danem primeru se analitični preračun nanaša na preračun strižnih napetosti v navojih. Pri tem se predpostavlja enakomerna porazdelitev strižnih napetosti (predvsem zaradi lažje izvedbe preračuna). Rezultat preračuna prikazuje slika 16.

## Literatura

- [1] Poclain Hydraulics: Valve technologies. PH Training center, 2017.
- [2] M. Galal Rabie: Fluid Power Engineering. McGraw Hill Professional, New York, 2009.
- [3] J. Pezdarnik: Tok skozi reže v hidravličnih sestavinah. Strojniški vestnik 5 (2001).
- [4] J. Čadež: Razvoj dvopotnega tokovnega ventila s tlačnim kompenzatorjem: diplomska naloga visokošolskega študija. Ljubljana, 2018.
- [5] AMEHelp, rev. 15 SL1

## Development of two-way pressure compensated flow control valve

### Abstract:

In the field of oil hydraulics, a two-way pressure compensated flow control valve represent a device for control of fluid flow and consequently, for control of a speed of executive elements. The same functionality is possible to achieve also thanks to a variable displacement pump; however, using two-way pressure compensated flow control valve, it is much simpler to achieve such a functionality. A valve of this kind has in-built pressure compensator, which keep pressure drop constant regardless of inlet flow rate; the latter is regulated via variable orifice.

The paper shows development procedure of two-way pressure compensated flow control valve. Referring to the target markets (e.g. mobile applications, lifting equipment...) it is required that such a valve operate at high pressure level (up to 500 bar) and at given nominal flow rate (e.g. 100 l/min). For such applications, it is highly desired to provide stable valve operation in the entire working range as well as low energy losses.

Initially, the basic principle of a two-way pressure compensated flow control valve is introduced and explained. Furthermore, theoretical aspects, development activities on the key details as well as their optimization workflow are presented.

Hereafter, experimentally obtained characteristics of a two-way pressure compensated flow control valve are compared with simulation results. Initially, results were not in a good agreement and therefore, deeper analysis was performed to find a root cause. Thus, additional development cycle remedied deficiency on a valve, experimental and simulation results match well, simulation tools are calibrated and also validated to provide reliable results.

Based on prosperous development of two-way pressure compensated flow control valve main function, the later will be further used on entire family.

### Keywords:

hydraulics, pressure compensation, flow control valve, pressure drop, development, simulations

... nadaljevanje v Ventilu 25(2019)1



# DIR 19

# 1.4.-5.4.2019

## FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

Vsi se zavedamo, da roboti dobivajo čedalje večjo vlogo v našem vsakdanjem življenju. Olajšujejo nam delo in izboljšujejo kvaliteto življenja. Ta "bitja" so postala nepogrešljiv pripomoček, ne samo v industriji, ampak tudi v domačem okolju. Dokazujejo nam, kaj vse lahko ustvarita človeški um in znanje.

Z namenom, da robotiko približamo ljudem, študentje Fakultete za Elektrotehniko že 15. leto zapovrstjo organiziramo Dneve industrijske robotike – DIR 2019, ki bodo potekali **od 1. do 5. aprila 2019 na naši fakulteti**. Dogodek je brezplačen in namenjen vsem, ki vas robotika zanima – tako študentom<sup>1</sup> kot vsem ostalim<sup>2</sup>.

Poleg predstavitev aplikacij, organiziranih **predavanj strokovnjakov** in ekskurzije v robotizirana podjetja, bo letos ponovno potekal tudi **RobotChallenge**, študentsko tekmovanje v simuliranju robotskih celic v programskem okolju RobotStudio. V avli fakultete bodo ves teden predstavljene različne **zabavne in poučne aplikacije na robotih**: Od peke pica kruhkov, kuhanja kave na pravem gostinskem kavomatu in pripravljanja azijske hrane z lastnih izborom sestavin na pametni tablici, do iskanja poškodb na laku pokrova motorja avtomobila, rezkanja šahovskih figur, lotanja in risanja portretov.

<sup>1</sup>Študentom katerekoli fakultete ali univerze omogočamo udeležbo pri podrobni predstavitvi in delo z roboti. Udeležencem je s tem na voljo aplikacija in njeni razvijalci, ki lahko kompleksnost predstavitve prilagodijo predznanju slušatelja. Ker je število mest omejeno je predhodna prijava obvezna.

<sup>2</sup>Ogled celotnega programa DIR je za vse obiskovalce možen v popoldanskem času brez najave; vstop je brezplačen.

Za več informacij nas obiščite na:

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



# ROBOTSKO LASERSKO VARJENJE NERJAVNE PLOČEVINE

Klemen Pompe, Robert Ivančič, Primož Repnik, Janez Tušek

## Izveček:

Članek predstavlja lasersko varjenje nerjavne pločevine z robotom in vlakenskim laserjem. Prikazane so prednosti sodobnih vlakenskih laserjev, priprava zvarnega mesta, tehnologija varjenja in težave, ki se pojavljajo pri laserskem robotskem varjenju.

## Ključne besede:

lasersko varjenje, robotsko varjenje, vlakenski laser, nerjavna pločevina

## 1 Uvod

Lasersko varjenje si zaradi izjemnih lastnosti vse bolj utira pot tudi v serijsko proizvodnjo pločevinskih izdelkov. Njegove prednosti pred ostalimi postopki varjenja so tolikšne, da je njegova uvedba v serijsko proizvodnjo finančno upravičena, ne le pri novih, temveč tudi v primeru zamenjave starih tehnologij spajanja, kot so na primer: obločni postopki in uporovna varjenja. Glavne prednosti laserskega varjenja so vsekakor natančnost in majhen ter lokalni vnos energije, ki ne povzroča velikih deformacij, a obenem zagotavlja kvaliteten spoj brez mehanske obdelave ali le z minimalno mehansko obdelavo. Proizvajalci izdelkov iz pločevine iščejo nove oblikovalske rešitve, ki bi izpostavile njihove izdelke. Takšen primer je ravno lasersko varjenje pločevine. Z obločnim postopkom varjenja TIG se lahko brez večjih težav izdelava vogelni spoj dveh pločevin. Seveda je potrebno takšen spoj dodatno mehansko obdelati, po obdelavi pa se vara praktično ne vidi. Vendar pa si proizvajalci na nekaterih izpostavljenih mestih vse bolj želijo viden var, ki mora biti lep in kvaliteten. To pa presega zmogljivosti klasičnih obločnih postopkov varjenja. Kot praktično edina rešitev se ponuja lasersko varjenje.

## 2 Laserji

Razvoj laserjev še vedno hitro napreduje, s tem pa se večja tudi njihova uporabnost. Še vedno se za varjenje največ uporabljajo Nd:YAG-laserji, delno pa tudi CO<sub>2</sub>-laserji. Nd:YAG-laserji imajo slab izkoristek, ki znaša le okoli 5 %. Zaradi tega so veliki,

porabijo veliko električne energije, tej pa je potrebno prišteti še energijo, ki jo porabi hladilni sistem. Imajo pa Nd:YAG-laserji tudi nekaj dobrih lastnosti, kot sta na primer velika energija pulza in dejstvo, da lahko laserski žarek vodimo preko optičnega kabla ali zrcal. Pri CO<sub>2</sub>-laserjih je namreč mogoče vodenje žarka le preko zrcal. Način delovanja CO<sub>2</sub>-laserjev je večinoma kontinuirni, Nd:YAG-laserjev pa pulzni.

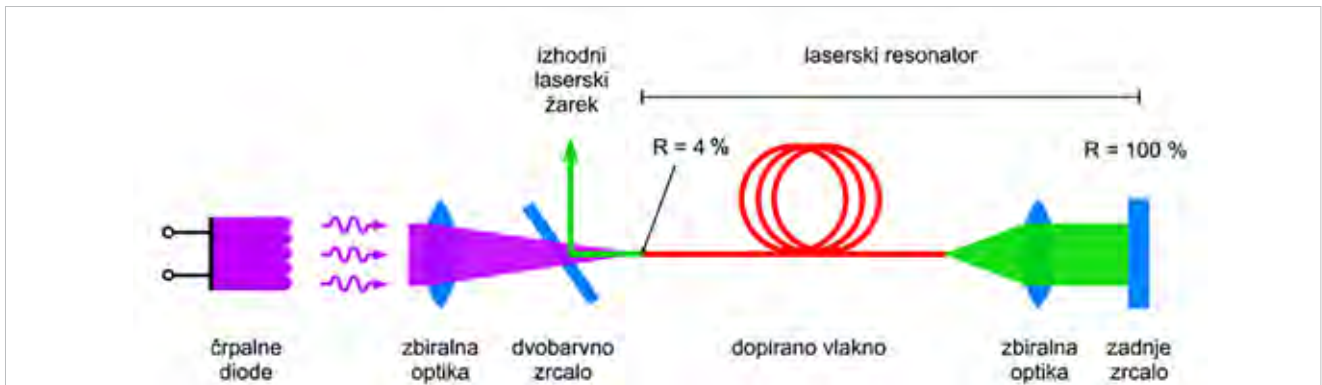
Prihodnost vlakenskih laserjev je svetla, saj zelo uspešno izpodrivajo tako Nd:YAG- kot tudi CO<sub>2</sub>-laserje. Visok, okoli 30-odstotni izkoristek je njegova glavna prednost, zaradi česar je manjši, ima majhno maso in tudi potrebe po hlajenju so manjše. Do moči okoli 450 W so vlakenski laserji večinoma zračno hlajeni. Pri večjih močeh pa potrebujejo vodno hlajenje, a so potrebne moči hlajenja majhne. Boljši vlakenski laserji lahko delujejo v kontinuirnem, kontinuirnem moduliranem ali pulznem načinu. Ker laserski žarek nastaja v optičnem vlaknu, so tudi premeri optičnih kablov manjši od tistih pri Nd:YAG-laserjih, s tem pa so tudi bolj fleksibilni. Za primerjavo navajamo, da ima optični kabel vlakenskega laserja moči okoli 450 W, lahko le 50 mikrometrov premera, medtem ko potrebuje Nd:YAG-laser enake moči premer 600 mikrometrov. Vlakenske laserje lahko združujemo v celoto in tako dobimo laser praktično poljubne moči. Za nameček pa so vlakenski laserji še brez vzdrževanja, če odštejemo čiščenje oziroma menjavanje zračnega filtra pri zračno hlajenih laserjih.

Pri kvalitetnih vlakenskih laserjih je v pulznem načinu delovanja preko enostavnega uporabniškega vmesnika zelo lahko določiti tudi potek energije enega pulza. Z oblikovanjem pulzov lahko dosežemo različne oblike uvarov, temen varov, lahko pa se izognemo tudi morebitnim razpokam pri določenih materialih.

Klemen Pompe, univ. dipl. inž., dr. Robert Ivančič, univ. dipl. inž., oba Intech-les, d. o. o., Unec; Primož Repnik, univ. dipl. inž., prof. dr. Janez Tušek, univ. dipl. inž., oba TKC, d. o. o., Ljubljana

## 3 Material

Lasersko varjenje se že dolgo časa s pridom uporablja v avtomobilski industriji, počasi pa se njegovih



Slika 1 : Shema vlakenskega laserja [1]

Tabela 1 : Kemična sestava nerjavne pločevine AISI 304

Vrsta jekla	Oznaka	Vsebnost elementov ( max. v %)							
		C	Si	Mn	P	S	N	Ni	Cr
Nerjavno jeklo	AISI304	0,07	1,0	2,0	0,045	0,015	0,11	8,0-10,5	17,0-19,5

prednosti zavedajo tudi domači proizvajalci izdelkov iz nerjavne pločevine za gospodinjstvo, medicinsko, farmacevtsko in drugo opremo. Lasersko varjenje se tako že uporablja za varjenje nekaterih naštetih gospodinskih elementov, za nekatere druge pa je v pripravi. Primeri: vgradne kuhalne plošče, samostojni indukcijski kuhalniki, kuhinjske nape, pomivalna korita, posamezni deli gospodinskih strojev itd.

Večina izdelkov je izdelanih iz nerjavne pločevine 18/10 oziroma bolj poznane pod imenom AISI 304 ali po Wr. Nr. 1.4301. Gre za avstenitno nerjavno pločevino, ki je dobro odporna na korozijo v naravnem okolju in ima dobro varivost. Kemična sestava je podana v tabeli 1.

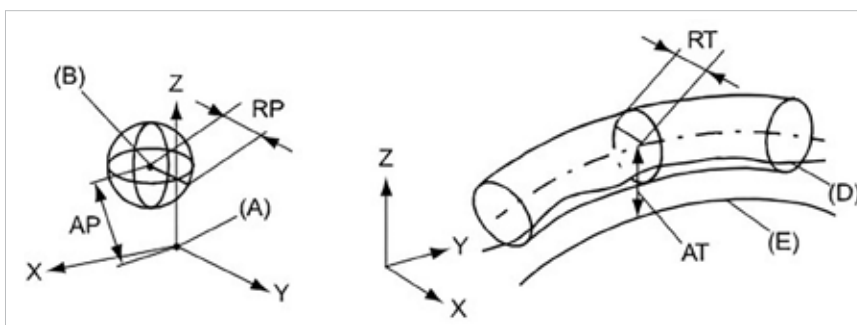
#### 4 Krmiljenje

Laserske naprave za varjenje lahko glede na krmiljenje ločimo na dve skupini. Eno skupino predstavljajo stroji s triosnim krmiljenjem (osi X, Y in Z) z

morebitno četrto osjo rotacije kosa. Pri tem načinu se premika ali optika ali pa varjenec na koordinatni mizi. Drugi način pa je robotsko premikanje optike ali varjenca.

Pri strojih z linearnimi osmi se za krmiljenje laserskega žarka večinoma uporablja krmilna ročica (joystick). Lahko pa se optika seveda krmili tudi računalniško. Drugi primeri, kot so aktuatorji ipd., so izdelani namensko in se uporabljajo za enostavna varjenja. Včasih pa so oblike izdelkov tako kompleksne, da jih s stroji z linearnimi osmi ne moremo zavariti v eni potezi. Vara pač ne želimo prekinjati, saj je težko zagotoviti njegovo nadaljevanje, ne da bi se prekinitev varjenja poznala.

Zaradi kompleksnosti oblike hitro pomislimo na uporabo robota. Njegova pregovorna natančnost se zdi kot nalašč za precizno lasersko varjenje. Praksa pa pokaže, da tako enostavno vendarle ne gre. Izkušnje z uporabo robota pri laserskem varjenju v našem primeru (majhen robot) in pretekle izkušnje iz tujine (veliki roboti) kažejo, da so za lasersko varjenje primerni le specialni, namenski roboti. Resda



- A - programirana pozicija
- B - glavna poz. ob zagonu programa
- D - dejanska pot ob zagonu programa
- E - programirana pot
- AP - glavna razdalja od programirane pozicije
- RT - toleranca ponovljivosti poti
- AT - maksimalna deviacija med E in povprečno potjo
- RP - toleranca ponovljivosti poz. B

Slika 2 : Tolerančno polje gibanja robota [2]

**Tabela 2 : Karakteristike robota [2]**

Opis	Vrednost
Ponovljivost [mm]	0,01
Natančnost [mm]	0,02
Ponovljivost linearne poti [mm]	0,07–0,16
Natančnost linearne poti [mm]	0,21–0,38

je natančnost robotov v točkah zelo dobra (v našem primeru 0,02 mm), toda težava je v natančnosti poti, ki pa je v našem primeru 0,38 mm. Laserski var ima običajno širino med 1 in 1,5 mm. Lahko je tudi ožji, a so potem potrebne še večje natančnosti pri pripravi pločevine. V primeru, da bi bil var širši, potrebujemo bistveno večjo moč laserskega žarka, s tem pa dobimo tudi večje deformacije in toplotno prizadetost površine. Kot najboljši način laserskega varjenja tankih pločevin se je izkazalo lasersko pulzno varjenje, saj se tako proces najlažje in najbolj natančno kontrolira. Pri laserskem kontinuirnem varjenju so deformacije večje in da se ne pozna obarvanost toplotno prizadetega območja, je potrebno ščititi, ne le taline vara, temveč tudi njegovo okolico (najbolje obojestransko).

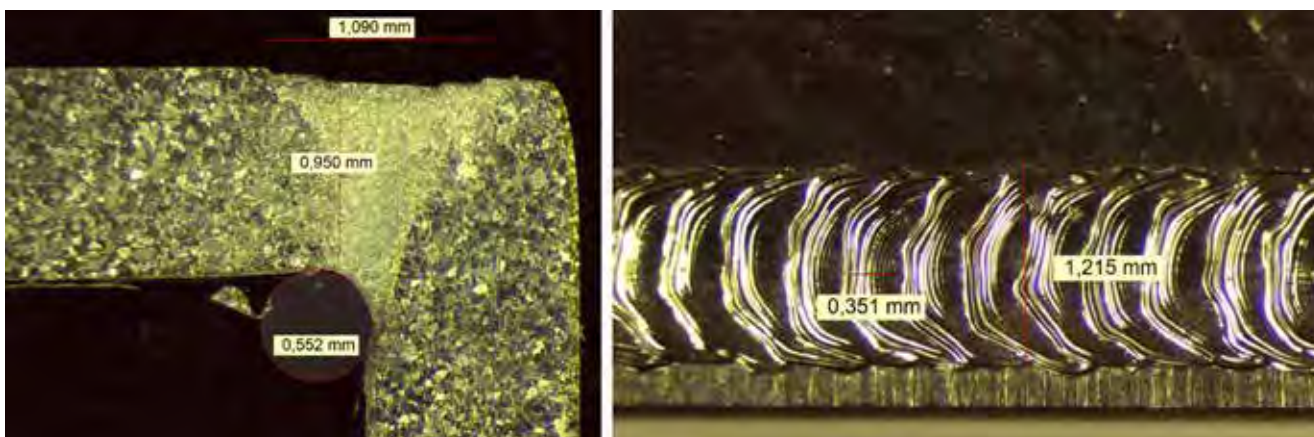
Ob upoštevanju napake robota in tega, da je širina laserskega vara od 1 do 1,5 milimetra, največja energija ter posledično najgloblji uvar pa ravno na sredini premera fokusa, pridemo do ugotovitve, da je linija spajanja lahko tik ob robu laserskega žarka. Takšen var pa vsekakor ne more biti kvaliteten, saj ne dosega zadostne prevaritve.

## 5 Tehnologija varjenja

Priprava zvarnega mesta je pri laserskem varjenju najpomembnejša. Zelo pomemben je natančen stik med pločevinama. Idealna priprava je takšna, ki zagotavlja stik pločevin brez rež in denivelacij pločevine. Tu pa že naletimo na prvo težavo, če so kosi štancani. Štanca eno stran pločevine »potlači« oziroma tlačno deformira, kar pomeni, da bo var na tem področju, zaradi manj materiala poglobljen. Če gre za estetski var, potem je za krojenje pločevine bolje uporabiti lasersko rezanje. Težavo pri laserskem varjenju lahko predstavljajo tudi nečistoče na zvarnem mestu, ki pod vplivom visoke energije laserskega žarka eksplodirajo. Eksplozija nečistoče povzroči brizg taline, posledica pa je lahko v obliki majhne luknjice ali neenakomernega vara. Nečisto-



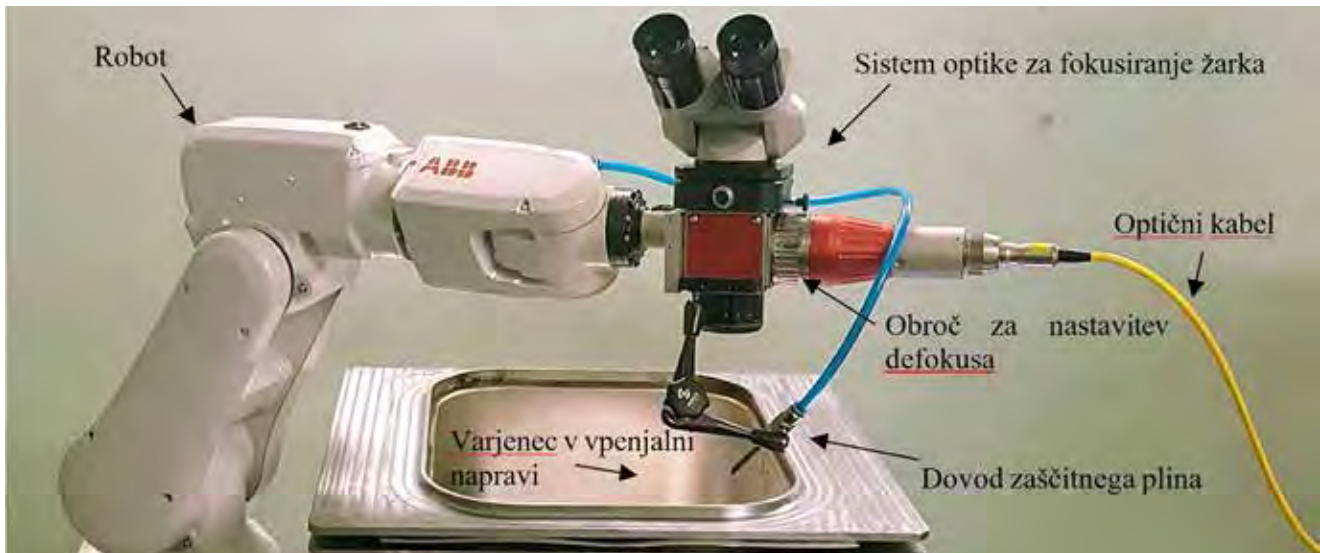
**Slika 3 :** Priprava zvarnega mesta in lasersko varjena pločevina



**Slika 4 :** Primer laserskega vogelnega zavora s popolno prevaritvijo – pulzni način. Desna slika 40-kratna povečava.



Slika 5 : Epruveta nateznega preizkusa sočelnega vara



Slika 6 : Sistem za lasersko robotsko varjenje

če so največkrat maščobe od predhodnih obdelav ali rokovanja delavcev brez rokavic ali pa oksidi kot posledica laserskega rezanja.

V večini primerov varjenja pločevine gre za lasersko varjenje brez dodajanja materiala.

Z laserskim varjenjem lahko izdelujemo različne oblike zvarnih spojev: sočelno varjenje, prekrovno varjenje, kotno varjenje ali vogelno varjenje.

Natezni preizkus sočelnega vara je potrdil kvaliteto laserskega varjenja, saj je do loma prišlo izven območja varjenja. Natezna trdnost pa je znašala 680 MPa.

Pri načrtovanju laserskega varjenja z robotom je potrebno upoštevati to, da je optični kabel, preko katerega je voden laserski žarek, speljan tako, da se ne more poškodovati. Manjši, kot je premer optičnega vlakna, manj je kabel občutljiv na upogibanje.

Na *sliki 6* je prikazan sistem za lasersko robotsko varjenje. Na robota je pritrjen sistem optike z eno kocko, ki fokusira laserski žarek in hkrati omogoča pogled na mesto varjenja. Okular se lahko po želji zamenja tudi s kamero. Pod okularjem je nameščena LCD-zaslonka, ki filtrira močno vidno svetlobo, ki se ustvarja med varjenjem. V tem delu je

tudi filter za lasersko svetlobo, ki je proti okularju ne prepušča. Z desne strani je na kocko pritrjen optični kabel za dovod laserskega žarka. Žarek v konusnem delu najprej ekspandira, nato gre skozi kolimacijsko lečo na poševno zrcalo, ta žarek usmeri na lečo, ki ga fokusira na določeni razdalji na površino varjenja. Kolimacijska leča je s pomočjo obroča nastavljiva in omogoča defokusiranje žarka. Tako lahko neposredno vplivamo na premer laserskega vara.

Lasersko varjenje je brezkontaktna obdelava, zato je potrebno poskrbeti le za natančno pozicioniranje varjenja. Seveda pa je potrebno poskrbeti tudi za dober stik med varjencema in ponovljivost pozicije varjenja pri serijskem varjenju. Ker je postopek računalniško krmiljen, je zelo prilagodljiv na različne korekcije izdelka ali menjavo oblike izdelka.

## 6 Zaključek

Težave z linearno natančnostjo poti robota se lahko rešijo z uporabo optičnega vida. Tudi natančnost zvarnega mesta se da dobro pripraviti, saj je veliko pločevin izdelanih ali s štanco ali laserskim rezanjem, pri čemer slednji ne deformira robu. Za videz in kvaliteto vara je pomembna predvsem priprava zvarnega mesta.

Lasersko varjenje je brezkontaktna obdelava, zaradi tega tudi ne prihaja do obrab in raznih poškodb, kot je to pri obločnih ali uporovnih varjenjih. V določenih primerih se lasersko varjenje uporablja iz estetskih razlogov in kot tako ne potrebuje nikakršne kasnejše obdelave, saj s primerno izbiro parametrov ne poškodujemo okolice vara. Če pa je mehanska obdelava po varjenju nujna, je ta minimalna. Če k naštetim prednostim dodamo še fleksibilnost postopka ob morebitnih spremembah oblike ali uvedbi novega proizvoda, vidimo, da je za zniževanje stroškov proizvodnje potrebno računati na lasersko varjenje.

### Literatura

- [1] <http://lab.fs.uni-lj.si/kolt/>, ogled 9. 3. 2015.
- [2] <https://library.e.abb.com/public/1e22e4c2c6e647619b6d0bcda4a1a8fc/3HAC035960-en.pdf>, ogled 27. 5. 2018.
- [3] J. Tušek: Varjenje in sorodne tehnike spajanja materialov v neločljivo zvezo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2014.

### Robot laser welding of stainless steel

#### Abstract:

This article represents robot laser welding of stainless steel with fiber laser. The advantages of modern fiber lasers, the preparation of the welding joint, the welding technology and the problems that arise with laser robotic welding are presented.

#### Keywords:

laser welding, robot welding, fiber laser, stainless steel

 **JAKŠA**  
MAGNETNI VENTILI

od 1965

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



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



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

T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E [info@jaksa.si](mailto:info@jaksa.si)



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

# VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV – 2. DEL

Franc Majdič

## 1 Uvod

Vzdrževanje čistoče hidravlične kapljevine (HK) vključuje določitev potrebnega razreda čistoče glede na obravnavni hidravlični sistem, redno intervalno jemanje vzorcev kapljevine in spremljanje razreda čistoče v primerjavi z zahtevami ter ukrepanje ob slabši čistoči od zahtevane. V prejšnji številki smo predstavili, kako delci znotraj hidravlične kapljevine skrajšujejo uporabno dobo hidravličnih sestavin. V prvem delu smo predstavili tudi, kaj pomenijo delci znotraj hidravlične kapljevine ter posledice teh na hidravlični napravi. Višine rež med relativno gibajočimi se elementi so v hidravliki znotraj bistvenih sestavin med 0,5 in 10  $\mu\text{m}$ . Predstavljena so bila tudi splošna priporočila čistoče hidravlične kapljevine glede na področje in zahtevnost uporabe.

V nadaljevanju članka podajamo stopnjo čistoče s številčnimi stopnjami, ki jih pogosto imenujemo kodna števila. Ta so po ISO 4406 razvrščena od številke 0 do 28 oziroma še  $> 28$ . Stopnjo oziroma razred čistoče HK glede na ISO 4406 podajamo z  $X_1/X_2/X_3$ , kar pomeni kodne oznake (števila) za velikosti delcev 4  $\mu\text{m}$  / 6  $\mu\text{m}$  / 14  $\mu\text{m}$ . Pred desetletjem in več smo stopnje čistoče podajali le za  $X_2 / X_3$ , v zadnjih letih pa, zaradi zaostrenih pogojev čistoče HK in tehničnih možnosti štetja tudi majhnih delcev, pogosto podajamo čistočo le za  $X_1 / X_2$ , torej za 4 / 6  $\mu\text{m}$ . Ta način podajanja smo privzeli v pričujočem članku.

Najbolj zahtevni so sistemi s servoventili, ki zahtevajo čistočo 13/10, najmanj zahtevni pa so sistemi s nizkim tlakom (izpod 140 bar). Po priporočilih standarda ISO 4406 je za zobniške hidravlične motorje že zadovoljiva čistoča 21/19/17. Za druge hidravlične sestavine se pri nizkih tlakih zahteva za do 3 razrede boljše čistočo od navedene najnižje zadovoljive. Za visoke tlake (nad 250 ali celo nad 300 bar) pa se zahteva znatno boljše čistočo HK; za več razredov.

Pričujoči prispevek podaja predloge, kako določiti raven čistoče hidravlične kapljevine, nato predstavi, kako na dva načina meriti čistočo, in podaja dva primera laboratorijskih meritev stanja mineralnega hidravličnega olja. Na koncu je razložena še pomembna vloga  $\beta$ -vrednosti hidravličnega filtra.

Prispevek predstavlja priporočila za kontrolo čistoče hidravlične kapljevine in napotke, kako lahko izboljšamo njeno čistočo ter na kaj moramo biti pri tem pozorni. Sledijo praktična priporočila o izpiranju hidravličnih sistemov ter utemeljitev, zakaj je zelo priporočeno nadzirati stanje hidravličnih kapljev. Na koncu prispevka je predstavljen praktični primer nujnosti spremljanja stanja hidravlične kapljevine.

### Določitev ravni čistoče hidravlične kapljevine (HK)

Če imamo srednji delovni tlak in če upoštevamo priporočila, definiramo ciljno čistočo npr. 16/13 po ISO 4406. Ko zagotovimo zadovoljivo raven čistoče HK v sistemu za sprejemljivo uporabno dobo hidravličnih sestavin, čistočo redno nadziramo (merimo) in vzdržujemo (ustrezno filtriramo). To vključuje jemanje vzorcev olja v rednih intervalih ter pregled čistoče.

### Merjenje čistoče kapljevine

Obstajata dva načina, prvi je odvzem vzorca olja in pošiljanje v laboratorij, drugi pa je meritev čistoče neposredno na hidravlični napravi.

V prvem načinu specializirani laboratorij razišče in posreduje detaljne informacije o stanju hidravlične kapljevine. Laboratorijsko poročilo navadno vsebuje informacije o stanju kapljevine s tipičnimi mejnimi vrednostmi (*preglednica 1*). Laboratoriji za analizo hidravličnih kapljev in navadno preglede zaračunavajo, medtem ko proizvajalci hidravličnih olj laboratorijske usluge ponujajo tudi brezplačno v zameno za nakup njihovih izdelkov. Vzorce olja je treba vzeti na ustreznem mestu hidravličnega sistema ter jih v novi in čisti embalaži poslati v laboratorij. Vedno se je treba prepričati, ali laboratorij, kamor pošiljate vzorec, lahko izmeri tudi čistočo kapljevine po ISO 4406. Mesta in način odvzema vzorcev iz rezervoarja določa tudi standard.

Druga možnost merjenja čistoče je uporaba mobilnih analizatorjev čistoče. Prednost te metode je, da rezultat izmerjene čistoče dobimo takoj. Težava je le v tem, da navadno neposredno na hidravlični napravi ne moremo izmeriti vseh parametrov, kot npr. količine in vrste obrabnih delcev, viskoznosti, vsebnosti vode, vsebnosti dodatkov, kislinsko število itd. Z

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

**Preglednica 1 :** Najpogostejše vrednosti pregledane kapljevine v laboratorijskih poročilih

Kategorija stanja	Priporočen cilj oz. alarmne vrednosti
Raven čistoče kapljevine	Znotraj priporočenih vrednosti, ki jih poda proizvajalec stroja oz. hidravličnih sestavin (ISO 4406)
Količina in vrsta obrabnih delcev	(Al) 5 ppm, (Cr) 9 ppm, (Cu) 12 ppm, (Fe) 26 ppm, (Si) 15 ppm*
Viskoznost	+/- 10 % od viskoznosti nove kapljevine
Vsebnost vode	< 100 ppm
Skupno kislinsko število (TAN)	+25 % odstopanja od nove kapljevine
Vsebnost dodatkov	- 10 % odstopanja od nove kapljevine

\* ppm... delov milijona (ang. particle per milion)

**Preglednica 2:** Primer rezultatov delne analize novega mineralnega hidravličnega

Lastnost	Enota	Preskusna metoda	Datum	Rezultat preskusa	Merilna negotovost	Oznaka
Barva	-	ASTM D 1500:12	11.05.2016	L1.0	1.0	
Gostota pri 15°C	kg/m <sup>3</sup>	ASTM D 7042	16.05.2016	877,6	-	#
Gostota pri 20°C	kg/m <sup>3</sup>		16.05.2016	874,5	-	
Indeks viskoznosti	-	SIST ISO 2909:03	16.05.2016	147	-	#
IR analiza (monitoring) - glikol	-	ASTM E 2412	17.05.2016	ni prisoten	-	#
Kinematična viskoznost pri 100°C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 7042	16.05.2016	7,803	-	#
Kinematična viskoznost pri 40°C	mm <sup>2</sup> /s		16.05.2016	44,32	-	
Nevtralizacijsko število	mg KOH/g	SIST ISO 6619	11.05.2016	0,78	-	#
Penjenje - sekvenca I	ml	ISO 6247	13.05.2016	10	-	#
Penjenje - sekvenca II	ml		13.05.2016	30	-	

**Preglednica 3:** Primer rezultatov delne analize rabljenega mineralnega hidravličnega

Lastnost	Enota	Preskusna metoda	Datum	Rezultat preskusa	Merilna negotovost	Oznaka
Barva	-	ASTM D 1500:12	11.05.2016	> 8,0	1,0	
Gostota pri 15°C	kg/m <sup>3</sup>	ASTM D 7042	16.05.2016	882,0	-	#
Gostota pri 20°C	kg/m <sup>3</sup>		16.05.2016	878,9	-	
Indeks viskoznosti	-	SIST ISO 2909:03	16.05.2016	101	-	#
IR analiza (monitoring) - glikol	-	ASTM E 2412	17.05.2016	ni prisoten	-	#
Kinematična viskoznost pri 100°C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D 7042	16.05.2016	7,222	-	#
Kinematična viskoznost pri 40°C	mm <sup>2</sup> /s		16.05.2016	50,60	-	
Nevtralizacijsko število	mg KOH/g	SIST ISO 6619	11.05.2016	2,03	-	#
Penjenje - sekvenca I	ml	ISO 6247	13.05.2016	460	-	#
Penjenje - sekvenca II	ml		13.05.2016	60	-	



**Slika 1 :** Čiste posode za odvzem vzorcev hidravlične kapljevine.

uporabo neposrednih meritev na hidravlični napravi lahko zmanjšamo število analiziranih parametrov v laboratoriju, kar zniža ceno raziskave. V *preglednici 2* je prikazan rezultat delne laboratorijske analize novega mineralnega hidravličnega olja, v *preglednici 3* pa primer delne analize mineralnega hidravličnega olja po 100-urnem pospešenem staranju.

Ne glede na to, katero metodo uporabite, je pri odvzemu vzorcev zelo pomembno, da uporabite absolutno čiste posode (*slika 1*). Če morate vzeti več vzorcev hidravlične kapljevine iz različnih sistemov, bodite pozorni, da ne mešate teh vzorcev med seboj (*slika 2*). Nikoli ne vzemite vzorca iz čepa za izpust kapljevine iz rezervoarja ali drugih stalno zaprtih čepov, saj bodo tako rezultati nezanesljivi. Idealno je vzeti vzorec na povratnem vodu, tik pred povratnim filtrom pri delovni temperaturi hidravlične kapljevine. Ni strogo predpisanih pravil, kako pogosto vzeti vzorce hidravlične kapljevine, a glede na izkušnje je za večino sistemov najprimerneje vzorčenje vsakih 500 delovnih ur. Pri kritičnih sistemih je primerno ta interval skrajšati.

### Doseganje zelene čistoče hidravlične kapljevine

Vrnimo se nazaj k našemu vzorcu. Recimo, da je rezultat analize pokazal izmerjeno čistočo 19/16 po ISO



**Slika 2 :** Vzorca hidravličnega olja iz sistema.

4406, naša zelena čistoča pa mora biti 16/13. Glede na rezultat vemo, da ne bomo dosegli zelene uporabne dobe hidravličnega sistema / sestavin, zato moramo izboljšati razred čistoče. Kot je bilo že prikazano v preglednici 2 v prejšnji številki revije Ventil (1. del), obstaja povezava med razredom čistoče in ravniyo filtracije v sistemu. Če raven čistoče ni zadovoljiva, moramo preveriti kvaliteto vgrajenih filtrov (nazivna prepustnost,  $\beta$ -vrednost in prevzemnost).

### Kvaliteta hidravličnih filtrov

Hidravlične filtre se ocenjuje glede na velikosti delcev, ki jih odstranjujejo, ter na njihovo učinkovitost. Učinkovitost filtrov ( $\beta$ -vrednost) se zapiše kot razmerje vstopajočih in izstopajočih delcev dane velikosti (x) v mikrometrih. Primeri  $\beta$ -vrednosti in njihove učinkovitosti v odstotkih so podane v *preglednici 4*.

Avstralski znanstvenik *Brendan Casey* v svojem delu *Insidersecrets to hydraulics* navaja, da se v splošnem ločita dve klasifikaciji filtracije. Prva je **absolutna**, ki pomeni učinkovitost filtriranja 98 %, kar pomeni  $\beta$ -vrednost večjo ali enako 50. Druga klasifikacija filtracije pa je po zapisu *Caseya nominalna*, kar pomeni učinkovitost med 50 % in 95 % oziroma  $\beta$ -vrednost med 2 in 20 pri dani velikosti delcev.

**Preglednica 4 :**  $\beta$ -vrednosti filtracije in njihova učinkovitost v odstotkih

$\beta$	%	$\beta$	%	$\beta$	%
2	50	5,8	82,76	50	98
2,4	58,33	16	93,75	75	98,67
3	66,66	20	95	100	99
4	75	32	96,875	200	99,5

V Evropi za absolutno filtracijo najpogosteje velja, da je  $\beta$ -vrednost 100 (99-odstotna izločljivost) oz. vsaj 75 (98,67-odstotna izločljivost). Vedno več proizvajalcev hidravličnih filtrov pa podaja nazivno (imensko) propustnost hidravličnih filtrov pri  $\beta$ -vrednosti 1000 (99,9-odstotna izločljivost), kar je z vidika kvalitete filtracije zelo dobro.

Omenjeni podatki lahko zmedejo uporabnike filtrov, a zelo pomembno si je zapomniti, da je velika razlika med nominalno prepustnostjo filtra 10  $\mu\text{m}$  in absolutno prepustnostjo filtra 10  $\mu\text{m}$ . Cena filtrov je lahko prav zaradi tega zelo različna.

### Kontrola ravni čistoče hidravlične kapljevine

Filtracija z nazivno propustnostjo 10  $\mu\text{m}$  z izkoristkom 98,67 % ( $\beta_{10} \geq 75$ ) je priporočljiva za doseg ravni čistoče po SIST ISO 4406 16/13. To pomeni, da v sistemu potrebujemo vsaj en filter z absolutno filtracijo pri propustnosti 10  $\mu\text{m}$ . Nezaželeno je, da se doseže potrebna čistoča hidravličnega olja glede na število menjav filtrov. Če kontrola učinkovitosti obstoječih filtrov pokaže, da čistoča hidravličnega olja nekje v sistemu ne doseže potrebne ravni, je treba zamenjati filtrske vložke z bolj učinkovitimi ali pa spremeniti zahtevano raven čistoče. Priporočeno je, da v povratni hidravlični vod (to je tisti, ki vodi nazaj iz hidravličnega sistema v rezervoar) namestimo filter z najvišjo dosegljivo prepustnostjo. Osnovna ideja je, da je mogoče vzdrževati zahtevano raven čistoče, če je hidravlična kapljevina v rezervoarju ustrezno čista in če se vsi povratni vodi nazaj v rezervoar ustrezno filtrirajo. Ob tem je upoštevano dejstvo, da povratne filtrske vložke menjamo, še preden se popolnoma zamašijo. Če pride do popolne zamašitve filtrskega vložka, se odpre obtočni ventil in hidravlična kapljevina teče po obtoku nefiltrirana mimo vložka nazaj v rezervoar.

Opozorilo: nikoli ne pomislite, da je treba ob nedoseganju ustrezne čistoče hidravličnega olja takoj zamenjati obstoječi filter z bolj učinkovitim ali pa s filtrom, ki ima nižjo prepustnost (manj  $\mu\text{m}$ ). To namreč poveča upor pri pretakanju (tlačni padec) skozi filter in ta zato ne bo dolgo vzdržal obstoječega pretoka skozenj. Če se to zgodi, se bo obtočni ventil zelo kmalu odprl in filter bo postal popolnoma neučinkovit. Proizvajalci filtrov navadno podajo njihove karakteristike v obliki grafov: padec tlaka v odvisnosti od pretoka skozi filter pri znani viskoznosti v povezavi s površino filtra, izločljivostjo filtra in njegovim izkoristkom. Te informacije moramo vedno pridobiti, preden se morebiti odločimo za menjavo filtrskega vložka z nižjo imensko prepustnostjo v obstoječem filtrskem ohišju. Največkrat se pokaže, da je treba z menjavo vložka z nižjo nazivno prepustnostjo zamenjati tudi obstoječe ohišje filtra z večjim. Filtre ne zgolj izbiramo glede na kataloške podatke, ampak jih glede na te podatke dimenzioniramo po ustreznih postopkih.

### Zmanjšanje števila delcev v olju ob njihovem nenormalnem povečanju

Predpostavimo, da imamo na pokrovu rezervoarja nameščen povratni filter z nazivno prepustnostjo 10  $\mu\text{m}$  absolutno ( $\beta_{10} \geq 75$ ). Tako naj bi običajno dosegli želeno raven čistoče po SIST ISO 4406 16/13. Kako naj bi torej v takem primeru razložili prekomerno povečano vsebnost delcev v hidravličnem olju?

Prvi možni odgovor je: če bi pravkar začeli s programom preventivnega vzdrževanja in bi po dolgem (predolgem) času zamenjali filtrski vložek, ki je bil že dolgo popolnoma zamašen. Če imamo opisano zgodovino stanja kontaminacije hidravlične kapljevine in je bila zadnja izmerjena čistoča v dopustnih mejah, moramo iskati vzrok za nenadno zamašitev filtrskega vložka in posledično poslabšanje čistoče hidravlične kapljevine v sistemu. Zavedati se je treba, da nečistoče oz. delci neprestano nastajajo znotraj hidravličnega sistema (obraba: dvo- in tri-telesna abrazija, erozija in kavitacija), lahko pa vstopajo v hidravlično olje tudi od zunaj (poškodovani posnemalni obroči hidravličnih valjev (HV), nefiltrirano odzračevanje rezervoarja, poškodovani vodno-oljni izmenjevalniki toplote, poškodovana tesnila HV, dolivanje nefiltriranega novega olja, servisna popravila ...).

V poročilu analize olja preverite količino in vrsto obrabnih delcev. To pove, ali je raven nečistoč/delcev, ki so se generirali znotraj, preseгла dopustno vrednost. Če so te vrednosti zelo visoke, navadno pomeni, da se je kakšna izmed hidravličnih sestavin močno poškodovala - obrabila. Preveriti je treba material najpogostejših delcev v olju in ugotoviti, iz katere sestavine prihaja.

Skupni vstopni točki za nečistoče v hidravličnem olju sta torej najpogosteje odzračevalna odprtina/zračni filter in batnična posnemala pri hidravličnih valjih. Odzračevalni filter na rezervoarju naj bi imel nazivno prepustnost 3  $\mu\text{m}$  ali nižjo. Če odzračevalna odprtina ni ustrezno zatesnjena in filtrirana, rezervoar sesa nečistoče iz okolice v hidravlično olje, ko se gladina spušča (polnjenje večje komore diferencialnega HV). Preveriti je treba, ali so batnice in posnemala HV nepoškodovani.

Vsako povečanje nečistoč znotraj hidravličnega olja pomeni predčasno zamašitev oljnega filtra, kar jih naredi neučinkovite. Na povečanje tlačne razlike pri pretakanju skozi filter lahko predčasno opozorijo indikatorji zamašenosti, vgrajeni na filter. Ti so lahko vizualni, električni ali pa kombinirani. Vizualni so lahko rdeči gumbi, ki se pokažejo, ko tlak preseže določeno raven, ali pa prilagojeni manometri (z navadno zeleno/rdeče obarvanima poljema). Električni indikatorji zamašenosti - stikala pa ob povečanem tlaku skozi filtrski element, povzročijo, da posveti opozorilna luč na komandni plošči, še pre-

den se odpre protipovratni – obtočni ventil filtra. Indikatorji zamašenosti filtrov niso vedno nameščeni na ohišja filtrov, vendar bi morali biti.

### Izpiranje hidravlične kapljevine

Naslednji korak je, da zamenjamo vse hidravlične filtre v sistemu. Ker je čistoča olja v našem primeru po SIST ISO 4406 npr. 19/16, kar močno presega dopustno vrednost (npr. 16/13), moramo pred menjavo filtrov nujno najprej izprati rezervoar. To izvedemo tako, da namestimo dodatne zunanje filtre. Najbolje je, da filtriramo toliko časa, da dosežemo zeleno raven čistoče. Za omenjeno izpiranje je najbolje uporabiti mobilno filtrirno enoto, ki ima lastno črpalko s pogonskim elektromotorjem in zelo kvaliteten filter z veliko prevzemnostjo. Primer take mobilne filtrirne enote je prikazan na sliki 3. Tako filtrirno enoto je mogoče preizkusiti in naročiti preko spletne povezave Laboratorija za fluidno tehniko ([www.lab.fs.uni-lj.si/lft](http://www.lab.fs.uni-lj.si/lft)). Slika 4 prikazuje izmerjeno čistost hidravličnega olja ISO VG 46 po SIST ISO 4406 za delce, večje od 4 µm, v odvisnosti od števila prehodov skozi filter. Iz meritev je razvidno, da se čistoča iz 22. razreda izboljša na 10. razred po 25 prehodih olja skozi filter. To pomeni za 4096-krat manj delcev ( $2^{12}$ ). Tako olje je primerno in celo za



**Slika 3** : Mobilna filtrirna enota, izdelana v Laboratoriju za fluidno tehniko (LFT).



**Slika 4** : Meritev čistosti hidravličnega olja pri filtraciji z mobilno filtrirno enoto LFT v odvisnosti od števila prehodov skozi filter.

8-krat bolj čisto, kot so največje zahteve v hidravliki – za najbolj zahtevne servoventile.

Prednosti predhodnega izpiranja hidravličnega olja v sistemu pred menjavo filtrov so v tem, da takoj ne mašimo novih filtrov. Naloga novih filtrov v hidravličnem sistemu je le vzdrževanje čistoče. Na tak način z večjo verjetnostjo zagotovimo konstantno čistočo daljše obdobje obratovanja naprave.

Mobilna filtrirna naprava se prav tako uporablja za predfiltracijo novega hidravličnega olja, preden ga nalijemo v rezervoar naprave. Če imate veliko hidravlične opreme za vzdrževanje, je nakup omenjene filtrirne naprave zelo modra odločitev.

Če nimate možnosti nakupa mobilne filtrirne naprave oz. ta za vaš primer ni uporabna, se priporoča nakup dveh izmenljivih filtrskih vložkov. Prvi vložek namestite v ohišje filtra in filtrirajte 30 do 50 ur. Nato ga zamenjajte z novim. Tako bo naloga drugega vložka le vzdrževanje čistoče. Čistočo hidravlične kapljevine je treba pri preseženi vrednosti – po vzpostavitvi ustreznih ravni, nadzorovati vsakih 50 delovnih ur.

### Prednosti nadzora stanja hidravlične kapljevine

Priporočeno je redno intervalno spremljanje stanja hidravlične kapljevine in redno ukrepanje. Tako lahko zagotovimo dolgo uporabno dobo in manj menjav hidravličnih kapljev in ter seveda predvsem dolgo uporabo celotnega hidravličnega sistema.

Navajamo primer Brendana Caseya, zadolženega za vzdrževanje večjega proizvodnega obrata, ki je obratoval 24 ur na dan, 7 dni v tednu. Proizvodni proces je bil kompleksen, vsaka posamezna naprava proizvodne linije je bila pomembna. Če je pri-

šlo do zaustavitve enega dela stroja, se je posledično ustavila celotna proizvodnja. Nepredvideni zastoj je pomenil veliko finančno izgubo. Kot del preventivnega vzdrževanja je bilo nadzorovanih 30 točk znotraj hidravličnega sistema. Med analizo podatkov nadzorovane hidravlične kapljevine je Casey opazil povišano raven vsebnosti kroma. Po pregledu hidravličnega sistema so ugotovili, da se je batnica večjega hidravličnega valja začela intenzivno obrabljati. Po pregledu zalog rezervnih delov so ugotovili, da nimajo rezervnega HV, saj je bil ta izdelan namensko za ta stroj. Rok dobave novega pa je bil več tednov. Zgodnje odkritje napake – po-

višane vsebnosti kroma, je pripomoglo k pravočasnemu naročilu novega HV in preprečilo velik izpad proizvodnje.

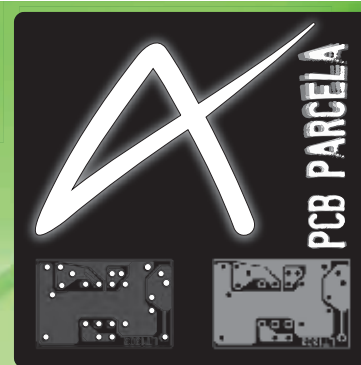
#### Viri

- [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.

**AX ELEKTRONIKA**

**PCB parcele**

**Najcenejša izdelava vašega prototipnega vezja v Sloveniji!**



AX elektronika d.o.o

Špruha 33

1236 Trzin

[www.svet-el.si](http://www.svet-el.si)

telefon: 01 549 14 00

e-pošta: [bojan@svet-el.si](mailto:bojan@svet-el.si)

Zahvaljujemo se za sodelovanje v letošnjem letu in vsem želimo veliko osebnih in poslovnih zmag v prihajajočem letu.

**HYDAC INTERNATIONAL**

HYDAC d.o.o.  
Tržaška c. 39, SI-2000 Maribor

telefon: +386 [2] 460 15 20  
telefax: +386 [2] 460 15 22

E-Mail: [info@hydac.si](mailto:info@hydac.si)

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

**HYDAC**

**Vesel božič ter srečno in uspešno novo leto!**

*Merry Christmas and a Happy New Year*

# NOVEMBRA V PARIZU SLAVNOSTNO POTRJENA REDEFINICIJA SISTEMA MERSKIH ENOT SI

Rado Lapuh, Dominika Rozoničnik

## »Še zadnji artefakt – prakilogram – odšel v zgodovino«

V petek, 16. novembra, je bila v Parizu potrjena redefinicija mednarodnega sistema merskih enot SI. Svečanosti se je udeležilo približno 1200 visokih gostov s celega sveta. Direktni prenos potrditve, na kateri je 60 predstavnikov držav članic Meterske konvencije, med njimi tudi Slovenija, posamično podalo svoj glas. Po informacijah NPL je svečanost spremljalo preko 400 milijonov ljudi po celem svetu. Tudi v Sloveniji so ta dogodek spremljali v različnih izobraževalnih ustanovah (*slika 1*) kot tudi številni mediji in strokovnjaki, ki delujejo na tem področju.

Slovenijo je v Parizu zastopal direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač, ki je v celoti potrdil predlagano spremembo.



*Slika 1: Spremljanje svečane potrditve redefinicije sistema merskih enot SI na Gimnaziji in srednji šoli Rudolfa Maistra v Kamniku*

16. novembra je mednarodni merski sistem enot SI doživel redefinicijo štirih enot: kilograma, ampera,

Dr. Rado Lapuh, univ. dipl. inž., mag. Dominika Rozoničnik, univ. dipl. inž., oba Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Urad RS za meroslovje

kelvina in mola. Enotne definicije enot zagotavljajo, da so vsakodnevni koncepti merjenja dosledno primerljivi po celem svetu. Tako kot so za hišo pomembni trdni temelji, so za napredek tehnologije in znanosti potrebne zanesljive definicije enot SI.

Povprečen državljan se niti ne zaveda, da potrebujemo veliko natančnih meritev, ki omogočajo vsakdanje življenje. Na primer: vsaka komponenta čipa za pametni telefon, pomnilnik, merilnik pospeška, mikrofona ali optiko kamere je odvisna od infrastrukture natančno izmerjenih materialov, orodij in postopkov, ki temeljijo na preskušeni znanstveni načelih in skupaj zagotavljajo, da lahko zanesljivo opravljamo klice, pošiljamo sporočila, dostopamo do interneta in uporabljamo navigacijo.

Da bi navdihnili podobne inovacije, ki temeljijo na meritvah, so znanstveniki v zadnjih 20 letih opravili zelo veliko delo, ki omogoča, da se bodo preko naravnih konstant opredelile še preostale štiri enote, ki se uporabljajo za merjenje mase, električnega toka, temperature in množine snovi. Te konstante so osnova uveljavljenih sodobnih znanstvenih principov in načel ter hrbtenica našega vse bolj razširjenega poznavanja naravnih zakonov.

Zdajšnjo spremembo so nekateri poimenovali celo »revolucija« na področju meroslovja, saj je ena od največjih sprememb Mednarodnega sistema enot (SI) od njegovega sprejetja leta 1875.





**Slika 2 :** a – Prakilogram (artefakt), shranjen v Parizu in b – Nacionalni etalon za maso, najbolj točni 1 kg v Sloveniji

Sedaj so vse osnovne enote opredeljene z naravnimi konstantami in ne s fizičnimi predmeti. Sprememba pomeni konec uporabe fizičnih artefaktov, kot je valj iz platine in iridija, imenovan mednarodni prototip kilograma ali prakilogram, ki je edini predmet na svetu z maso natančno en kilogram (*slika 2*). Merske enote na osnovi artefaktov imajo namreč več pomanjkljivosti, saj se lahko poškodujejo, spremenijo zaradi zunanjih vplivov in dostop do njih je lahko omejen.

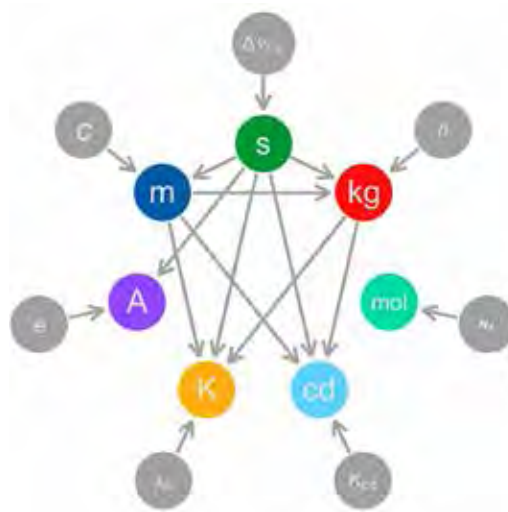
Namesto tega sedaj kilogram v skladu s predlaganim načrtom za redefinicijo SI temelji na fiksni vrednosti za Planckovo konstanto in definicijah za meter in sekundo, ki že temeljita na naravnih konstantah. Planckova konstanta povezuje energijo enega kvanta ali fotona elektromagnetnega sevanja s frekvenco tega sevanja in ima enako vrednost kjerkoli v nam znanem vesolju.

O opisani redefiniciji SI se je odločalo na 26. Generalni konferenci za uteži in mere, ki je potekala od



**Slika 3 :** Strokovnjaki – člani Meterske konvencije – praznujejo po glasovanju o novih štirih osnovnih enotah Mednarodnega sistema enot (SI) na 26. sestanku Generalne konference o utežeh in merah v Versaillesu (Parizu).

Dr. Samo Kopač, Urad RS za meroslovje: »Redefinicija sistema enot SI predstavlja razburljiv korak za mednarodno merilno skupnost. Predlagana sprememba ne bo takoj vplivala na vsakodnevno življenje vsakega posameznika, vendar bo dolgoročno prinesla bistveno točnejša merjenja, ki bodo omogočala nadaljnji tehnološki napredek. Zato ocenjujemo, da bomo s temi spremembami dobili mednarodni sistem enot, ki lahko zdrži preskus časa.«



**Slika 4 :** Shematski prikaz določitve osnovnih enot sistema SI preko naravnih konstant in njihove medsebojne odvisnosti po redefiniciji 2018

13. do 16. novembra, spremembe pa bodo v celoti uveljavljene ob svetovnem dnevu meroslovja naslednje leto 20. maja.

Skupno so se sedaj spremenile definicije štirih od sedmih osnovnih enot SI: kilogram, amper, kelvin in mol. Nove definicije temeljijo na fiksni vrednosti Planckove konstante ( $h$ ), elementarnega naboja ( $e$ ), Boltzmanove konstante ( $k$ ) in Avogadrove konstante ( $N_A$ ), temu pa so se prilagodile tudi definicije preostalih treh enot: sekunde, metra in kandelega, ki so že v sedanji definiciji določene na osnovi naravnih konstant.

Pričakuje se, da bo ta sprememba sčasoma vplivala na znanstvena odkritja in inovacije z bistvenimi posledicami v računalništvu, elektroniki, vesoljski industriji, zdravju in okolju kot tudi v številnih drugih sektorjih.

Največja pričakovana sprememba bo verjetno za proizvajalce vrhunskih merilnih instrumentov, ki bodo morda nekateri morali prilagoditi svoje izdelke že v prihodnjem letu ali dveh, da bodo lahko prilagodili revidirano SI metodo za boljše določanje meritev električnih veličin, kot so amper, volt in ohm.

# PRIHODNOST ČLOVEŠTVA: BIONIČNI ČLOVEK Z VSADKI S CELEGA SVETA

Gregor Grosman

Janez Škrlec že nekaj let dopolnjuje bioničnega človeka – lutko z najrazličnejšimi vsadki in mikročrpalkami, ki jih sodobna medicina vgrajuje v človeško telo.



Janez Škrlec z bionskim človekom (foto: Jan Štrukelj)



»Z bioniko orjemo ledino,« pravi Škrlec (foto: Gregor Grosman).

»Predstavljam sem vse, kar je danes v svetu aktualno in se vgrajuje v človeško telo,« nam je povedal **Janez Škrlec**, ki je bil dvanajst let član sveta za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, štiri leta član strokovnega meroslovnega sveta RS, zdaj pa je podjetnik, ki se ukvarja z razvojnoraziskovalno dejavnostjo na področju tehnike in naravoslovja.

Že nekaj let dopolnjuje bioničnega človeka. To je lutka z najrazličnejšimi vsadki in mikročrpalkami, ki jih sodobna medicina sicer vgrajuje v človeško telo po svetu – v ZDA, Evropi, Indiji in na Kitajskem. Zbral jih je več kot 35, poleg iz že omenjenih držav še iz Kanade, Avstralije, Izraela ...

Življenjska doba razvojnih vsadkov je od 15 do 20 let, narekuje pa jo predvsem avtonomija baterije. V zadnjih petih letih so cene nekaterih vsadkov bistveno padle in se gibljejo od nekaj sto do nekaj tisoč evrov, je pojasnil Škrlec, predvsem zaradi poceni množične proizvodnje v Indiji in na Kitajskem. V ZDA je manj nadzora in bolj dopuščajo »vgradnjo«

**Gregor Grosman**, novinar časnika Večer, Maribor

implantatov. Z razvojem vsadkov pri nas se ukvarjajo inštituti, fakultete, univerze in visokotehnološka podjetja. »Zaradi visokih stroškov razvoja na tem področju se v Sloveniji lotevamo le omejenega razvoja,« pravi Janez Škrlec.

## Razvoj gre v več smeri

Lutka bionični človek ima vlogo izobraževalne in razvojne platforme, denimo za šolanje inženirjev bionike. Na njej najdemo poleg slušnih in bionskih očesnih vsadkov, srčnega spodbujevalnika, merilnika tlaka in utripa srca tudi bionično zapestje, nožno protezo, tuljavo za brezžično napajanje in številne druge vsadke.

## Bionika je veda, ki išče tehnične in tehnološke rešitve v naravi

»Razvoj gre v smeri ekstremne miniaturizacije, uporabe biokompatibilnih materialov, takšnih, ki jih telo ne zavrača. Pa tudi v smeri multifunkcijskih vsadkov, ki lahko opravljajo več funkcij. Pri teh je pomembno, kako spretno znajo razvojne ekipe uskladiti različne implantabilne stimulatorje, da se med seboj ne motijo. To je bil do zdaj velik problem.«

Razlike so tudi v načinu napajanja vsadkov, pojasnjuje Škrlec. »Klasični so z baterijo, nekatere napajajo superkondenzatorji, poznamo brezžično napajanje, pa takšno, ki deluje prek radijskih frekvenc (kot RFID). Velik poudarek pri razvoju vsadkov je na tem, da so v stanju pripravljenosti, če se nič ne dogaja in njihovo delovanje ni potrebno. Potrošnja energije je pri tem optimalna in pomeni ekstremno varčnost. To omogočajo bionanosenzorji, ki se vgrajujejo kot tipala dogajanja v nekem določenem organu.«

## Komunikacija in usklajeno delovanje

Prihajajo tudi fleksibilni vsadki, ki se prilagajajo telesu – kot fleksibilna elektronika. »Tisti, ki se namestijo na trebušno prepono, imajo integrirane tudi lastne generatorje električnega napajanja. Tako ne potrebujemo posebnega napajanja z energijo – niti zunanega napajanja, ampak so to neke vrste generatorji, ki z deformacijo tkiva ustvarjajo energijo.«

Komunikacija od zunaj do vsadkov je radiofrekvenčna, uporabljajo se različni frekvenčni pasovi, med posameznimi vsadki pa gre praviloma za ultrazvočno komunikacijo. Ta gre brez negativnih posledic skozi tkivo. »Vemo, da oddajanje radiofrekvenčnega signala lahko poviša temperaturo celic in jih s tem tudi poškoduje,« opozarja sogovornik.

## Konzervativna Evropa

Škrlec pojasnjuje, da je Evropa precej konzervativna pri uporabi vsadkov, da pa so med državami velike razlike. »V ospredju so predvsem Nemčija, Francija ter Italija, tudi v Sloveniji se trudimo dohajati vodilne, a je težava v ceni in v majhnem obsegu stroškov, ki jih krijejo zavarovalnice,« pravi sogovornik.

Naši strokovnjaki pa sodelujejo pri številnih mednarodnih projektih. »Tako se del našega znanja prenaša v globalno zgodbo.« Vsadki prihodnosti bodo izredno majhni, nekateri bodo električne naboje, ki se ustvarijo v telesu, uporabili za stimuliranje določenih organov. Bistvo bionike je namreč prav komunikacija vsadkov in človeškega tkiva, procesov. Drobni biološki senzori bodo sistemu javljali morebitna žarišča, ki nastajajo v telesu, cilj pa je to informacijo prejeti čim prej. »To gre skupaj z razvojem ciljno doziranih zdravilnih učinkovin samo v obolele celice,« še pove sogovornik.

## Implantat ne sme biti moteč za pacienta

Vsadek je konec koncev tujek, zato mora biti čim manjši in izdelan iz materialov, ki jih telo ne zavrača. Bionanotatu, lahko je na koži ali pod njo, bo, denimo, v primeru, ko poškodovano osebo nezavestno pripeljejo v bolnišnico, osebju dal prve informacije o tem, ali ima kakšne vsadke. V vlogi podpore diagnostičnim sistemom bo pri morebitnem oživljanju s pomočjo defibrilatorja pred njegovo aktivacijo treba izključiti vsadke, da ne pride do motenj in s tem komplikacij pri zdravljenju.

## Hitro odkrivanje raka

Bionika bo pomembno vplivala na vzdržljivost športnikov in hitro rehabilitacijo. Pridobljeni telemetrični podatki bodo dobra podpora športni medicini, zdravnik se bo lažje odločil, kakšen poseg narediti. Bistvenega pomena pa je usklajeno delovanje. Standardi o tem so po mnenju sogovornika trenutno še preohlapni. Svetlo prihodnost imajo tudi fotonski optični nevrostimulatorji možganov, ki bi lahko bili zelo uspešni pri blaženju hudih nevroloških bolezni. Že danes se preizkušajo injecijski nevrostimulatorji,



Janez Škrlec je vsadke predstavil na Celjskem sejmu (foto: Gregor Grosman).



Janez Škrlec pred vitrino z eksponati (foto: Gregor Grosman)

ki zmanjšujejo neželene učinke tveganja okužb in travm po operacijah.

Laboratorij na čipu že zdaj omogoča hitro diagnostiko krvi. Organi na čipu pohitrijo odkrivanje raka in pomagajo ugotoviti, katera zdravilna učinkovina je najverjetneje primerna za zdravljenje bolezni. Vzamejo se celice obolelih tkiv, inteligentna senzorička pa opravi analizo. Starejše ljudi je zaradi anestezijske težke operirati. Ciljano vbrizganje učinkovin v predel živčevja, kjer je žarišče vnetij ali poškodb, pa omogoča zdravljenje brez popolne anestezije.

### Priznanje za predstavitev vsadkov

Na Mednarodnem obrtnem sejmu MOS, ki je nedavno potekal v Celju, je Janez Škrlec predstavljal svoje delo pod okriljem Stičišča znanosti in gospodarstva v okviru Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport. Komisija sejma je Škrlecu, ki je deset let vodil odbor za znanost in tehnologijo pri OZS, podelila priznanje za predstavitev medicinskih in bioničnih vsadkov.

»Z bioniko orjemo ledino. V zadnjih treh ali štirih letih smo aktivirali toliko tehnologij in jih približali tudi študentom, da je to kvantni preskok,« zaključuje Janez Škrlec, ki je za povezovanje znanosti z gospodarstvom prejel številne nagrade. Priznanja so mu izrekli Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut, FERI Univerze v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in Univerze v Mariboru.



*Plezalec s pomočjo dosežkov bionike premaguje meje skoraj nemogočega*

## časopis industrija

### Vaša sigurna pot do tržišča v Srbiji



Promovišite svoj posao i predstavite  
Vašu kompaniju

Najnovije vesti, intervjui, reportaže  
sa sajmova u Srbiji i regionu,  
predstavljanje kompanija, sve na  
jednom mestu.

**www.industrija.rs**

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

Pokličite nas:

ČASOPIS INDUSTRIJA  
Lazara Kujundžića 88,  
11030 Beograd, Srbija

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



Vesel božič in  
uspešno novo leto 2019

Merry Christmas and  
a Happy New Year 2019

## ELEKTRIČNI ROTACIJSKI POGON ERMO

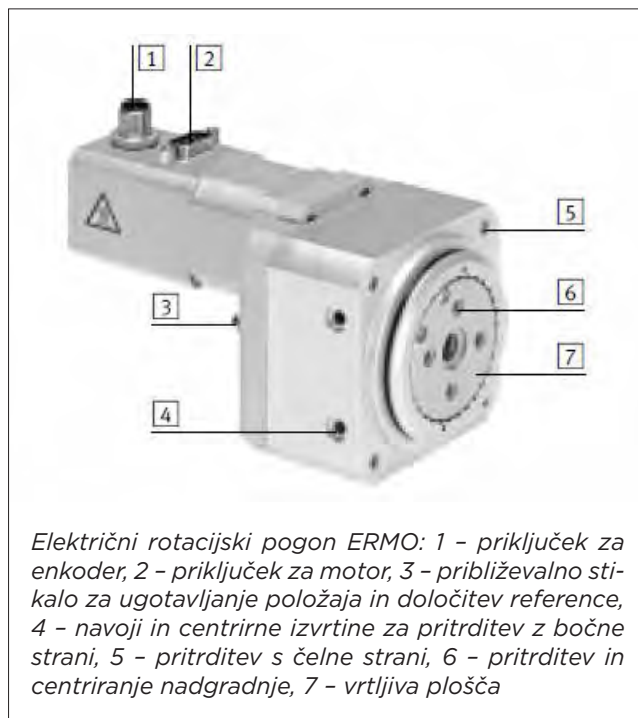
Rotacijski pogon ERMO je idealna celovita rešitev za rotacije in razvrščanje kosov ter obdelovancev kakor tudi za opravila, pri katerih se zahteva vrtenje velikih bremen. Rešitev je primerna tudi za enostavne rotacijske delovne mize, kot se na primer uporabljajo za ročna delovna mesta. Fleksibilnost in številne možnosti uporabe so idealne za enostavne primere, ki zahtevajo stroškovno učinkovite rešitve z dolgo življenjsko dobo z več kot petimi milijoni delovnih ciklov.

Enota ERMO s koračnim motorjem in vgrajenim prenosom ima robustno uležajenje za prevzemanje velikih sil in momentov. S prednapetjem je brez zračnosti in ima dobre aksialne in radialne krožne lastnosti. Izbirno je mogoče dodati še pridržno zavoro in skožnjo luknjo za pnevmatične ali električne vode ter zaprtozančno delovanje z enkoderjem.

Optimizirana serija vključuje motor in krmilnik motorja ter vgrajeno mrežno komunikacijo in ustrezne kable. Rešitev omogoča enostavno pozicioniranje in je pri rokovanju z izdelki tako enostavna kot pnevmatični cilindri, vendar deluje kot električni pogon. Enota je cenovno ugodna in ima ugodne karakteristike, konfiguracija gibanja in pozicioniranja preko mreže sta enostavni, montaža pa je hitra.

### Vir:

FESTO, d. o. o., Blatnica 8, 1236 Trzin, tel.: 01 530 21 00, faks: 01 530 21 25, e-mail: info\_si@festo.com, <http://www.festo.com>, g. Bogdan Opaškar.



Električni rotacijski pogon ERMO: 1 - priključek za enkoder, 2 - priključek za motor, 3 - približevalno stikalo za ugotavljanje položaja in določitev reference, 4 - navoji in centrirne izvrtine za pritrditev z bočne strani, 5 - pritrditev s čelne strani, 6 - pritrditev in centriranje nadgradnje, 7 - vrtljiva plošča

### Tehnični podatki:

Velikost	12	16	25	32
Velikost prirobnice	58 x 58	68 x 68	83 x 83	105 x 105
Moment [Nm]	0,15	0,8	2,5	5
Maksimalni masni moment pospeševanja [kg.cm <sup>2</sup> ]	3	13	65	164
Hitrost [o/s]	600	600	400	300
Natančnost ponovljivosti [°]	±0,05	±0,05	±0,05	±0,1
Maks. aksialna sila [N]	500	600	700	800
Maks. radialna sila [N]	500	750	1200	2000



## NOVI VISOKONAPETOSTNI 2,5-KILOVOLTNI MODUL COMBITAC

Pri podjetju Stäubli Electrical Connectors so razširili obstoječi CombiTac portfelj visokonapetostnih rešitev s popolnoma novim štiripolnim visokonapetostnim modulom za napetostne nivoje do 2000 V AC in 2500 V DC.



**Slika 1:** Novi visokonapetostni modul CombiTac za napetosti do 2,5 kV



**Slika 2:** Stäublijev modularni konektorski sistem CombiTac

Novi visokonapetostni modul uporabnikom omogoča hitro in enostavno vstavljanje štirih visokonapetostnih kontaktov v prostorsko varčni nosilec brez uporabe orodij, kar zmanjša čase priključitve na minimum.

Uporaba posebne kontaktne tehnologije MULTILAM pri visokonapetostnih kontaktih CombiTac s premerom kontaktov 1,5 mm zagotavlja dolgo življenjsko dobo konektorjev (100.000 ciklov priklapljanja), celotna rešitev pa je odporna na vibracije in udarce.

Novi visokonapetostni 2,5-kilovoltni modul CombiTac je primeren za testiranje opreme in visokonapetostnih aplikacij prenosa v splošni industriji, na področju železnic ter v vesoljski in obrambni industriji.

Bistvene lastnosti predstavljene rešitve so:

- ▶ dolga življenjska doba, do 100.000 ciklov priklapljanja,
- ▶ hiter priklop pinov in vtičnic brez orodja,
- ▶ prostorsko varčna, širina štiripolnega konektorja je le 8 mm,
- ▶ skladna z železniškim standardom EN 45545-2 (HL3 R22 - R22),
- ▶ odporna na udarce in vibracije v skladu s standardom EN 61373, kategorije 1B in
- ▶ uporabniško varna z IP2X-zaščito na sprednji strani vtičnice.

**Vir:**

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



**ICM**  
International  
Automation & Electronics

15

**12.-14.02.2019**  
**Ljubljana, Slovenija, GR**

**4Industry**

**INTRONIKA**



**Robotics**

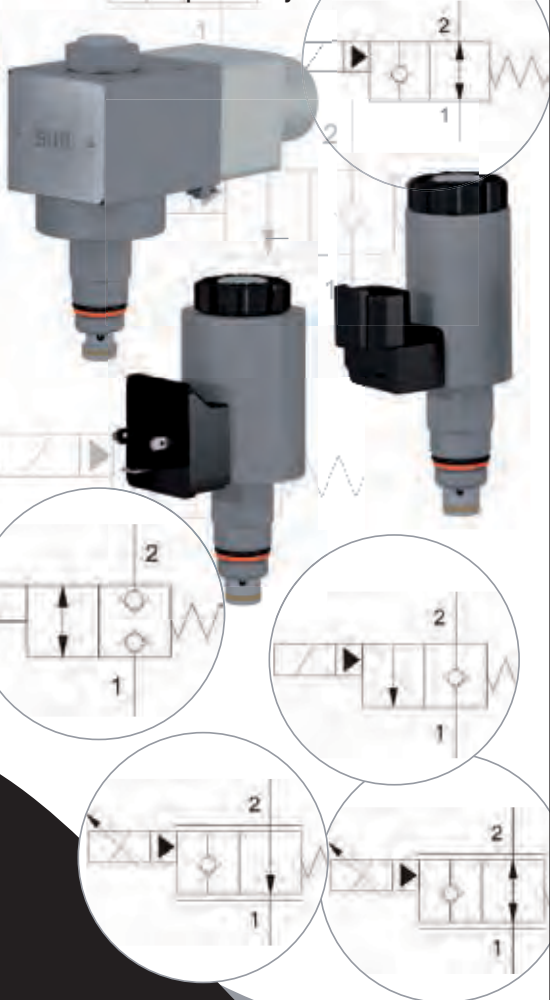


[www.icm.si](http://www.icm.si)

## 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



## KROGELNA VRETENA ZA VELIKE OBREMENTITVE



Krogelna vretena THOMSON (Vir: [www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com))

Krogelna vretena Thomson linear, ki jih izdeluje podjetje THOMSON, sedaj dovoljujejo za 125 % večje obremenitvene in imajo 10-krat daljšo življenjsko dobo kot standardna krogelna vretena enakih dimenzij.

Oblikovana so za uporabo v številnih aplikacijah in prevzamejo dinamične obremenitve do 1,440 kN. Krogelna vretena THOMSON so v celoti izdelana iz nemških preciznih komponent, ki zagotavljajo visoko kakovost in togost.

Prednosti:

- ▶ standardno do dolžine 15 m in premera 160 mm,
- ▶ maksimalna dinamična nosilnost do 1,440 kN,
- ▶ natančnost do  $\pm 6\mu\text{m}/300\text{ mm}$ ,
- ▶ kompakten, enostaven dizajn omogoča uporabo manjših in lažjih komponent,
- ▶ izvedbe z enojnimi ali dvojnimi maticami,
- ▶ možna izvedba več prednapetih variant,
- ▶ mirno in tiho delovanje, ...

Na slovenskem trgu zastopa vretena Thomson linear podjetje INOTEH, pri katerem kupci dobijo več informacij o vretenih in tudi o drugih izdelkih podjetja THOMPSON.

Vir:

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



## Novi PIAB-OVI PRISESKI piGRIP® PONUJAJO NEVERJETNO FLEKSIBILNOST



Primer uporabe priseska piGRIP®FXI

Podjetje INOTEH povečuje svoj prodajni program priljubljene modularne družine priseskov piGRIP® proizvajalca PIAB s priseski piGRIP®FXI, ki ponujajo neverjetno fleksibilnost.

Z daljšimi, tanjšimi in super mehкими ustnicami so novi priseski dizajnirani za zagotavljanje odličnega oprijema tudi na perforiranih in visoko vzorčastih

površinah, kjer drugi priseski odpovejo. Njihova posebna zmogljivost tesnjenja jim omogoča uporabo na poroznih materialih, kot je to na primer na nagnanem in strukturiranem kartonu.

Priseski piGRIP®FXI so dobavljivi v štirih različnih premerih – od 30 do 84 mm, kar omogoča njihovo uporabo na številnih vakuumsko avtomatiziranih aplikacijah. Izbirati je mogoče med dvema trdotama, in sicer med 18 in 30 po Shoreu. Najmehkejša različica 18 Shore zagotavlja maksimalno možno fleksibilnost.

Priseski so izdelani iz FDA-materiala, ki ga je mogoče reciklirati. Družina piGRIP® ponuja 40 različnih priključkov.

Več informacij o priseskih piGRIP®FXI in drugih izdelkih proizvajalca PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

### Vir:

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



## Vitka proizvodnja.

item. Your ideas are worth it.®

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

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

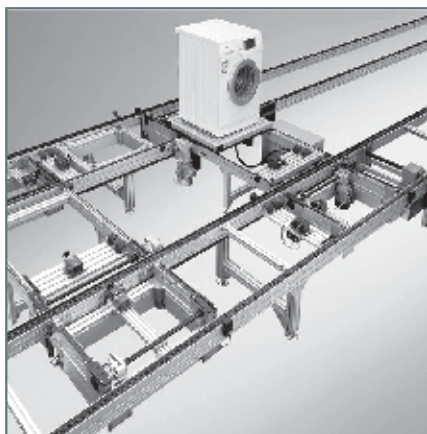
# Rexroth

## 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)

## HIDRAVLIČNI AKUMULATORJI Z MEHOM ZA NIZKE TEMPERATURE



Meh Igloo je bil prav posebej razvit za pomorstvo, kjer je značilno delovanje v težkih in zahtevnih pogojih, prav tako pa je dobrodošel v energetske ter naftni in plinski industriji.

Serija EHV v kombinaciji z mehonom Igloo spada med akumulatore, ki imajo na trgu najvišji delovni tlak za pomorske aplikacije in jo je predhodno odobrila DNV GL za tlake do 350 bar.

Vsi akumulatorji EHV imajo unikatno kodo za sledenje, s čimer lahko uporabniki sistema PTS (Parker Tracking System) hitro in enostavno dostopajo do vseh zelenih podatkov in dokumentacije dejanskega izdelka.

Hidravlični akumulatorji serije EHV imajo prostornino 4-50 litrov. Akumulatorji imajo razen DNV GL lahko tudi druge certifikacije.

Parker je pred kratkim poslal na trg razširjeno družino hidravličnih akumulatorjev z mehonom (EHV), pri kateri je novost meh z imenom Igloo za delovanje pri nizkih temperaturah med -30 °C do +80 °C.

### 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](mailto:parker.slovenia@parker.com), spletna stran: [www.parker.com](http://www.parker.com), Miha Šteger

**AX ELEKTRONIKA** PCB parcele

Najcenejša izdelava vašega prototipnega vezja v Sloveniji!



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

# 2. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

Rogla, hotel Planja

30. – 31. maj 2019

<https://iktem.si>



## Spoštovani!

Vabimo vas na strokovno konferenco IKTEM, konferenco za IKT, elektroniko in mehatroniko. Konferenca IKTEM je nastala na pobudo strokovnjakov iz omenjenih področij zato, da bi enkrat na leto na strokovnih predavanjih in praktičnih delavnicah spoznali in preizkusili najnovejše proizvode in tehnologije.

Ciljna publika so strokovnjaki iz razvoja in proizvodnje, ki pri svojem delu potrebujejo informacije o novih proizvodih in tehnologijah, ki so na voljo.

Združili smo tri področja, področje informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT) z elektroniko in mehatroniko, saj se ta tri področja vedno bolj prekrivajo in dopolnjujejo.



## ***Teme IKTEM konference so:***

- Varnostne rešitve v IKT
- IoT proizvodi in rešitve
- Načrtovanje in modeliranje 3D objektov s CAD-CAM orodji
- Meritve s sodobnimi merilnimi instrumenti in metodami
- CAD-CAM orodja za področje elektronike in mehatronike
- Primeri dobre prakse iz področij IKT, elektronike in mehatronike

## ***IKTEM konferenca traja 2 dni in je razdeljena na:***

1. dan: strokovna predavanja
2. dan: praktične delavnice in demonstracije delovanja

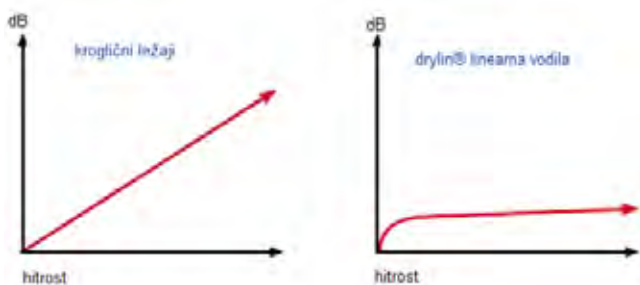
svet  
**ELEKTRONIKE**

svet  
**MEHATRONIKE**

# VODILA drylin®

Stojan Drobnič

Linearna vodila so v osnovi lahko kotalna – s kroglicami – ali pa drsna – z drsniki. Drsni elementi imajo v primerjavi s kroglicami več prednosti. Med drugim je hrup v odvisnosti od hitrosti mnogo manjši (slika 1).



Slika 1 : Odvisnost hrupa od hitrosti pri a – krogličnih vodilih in b – drsnih vodilih drylin®

2). Vodila drylin® delujejo na drsnih blazinicah/površinah za razliko od klasičnega sistema kotaljenja kroglic. Kontaktne površine so večje, zato je površinski tlak manjši.

Vodila so izdelana iz eloksiranega aluminija, pravzaprav s »hard coat« anodno oksidacijo aluminija. Vrhni sloj aluminija se spremeni v oksidni sloj, podoban keramiki. Sloj je kompakten in trd ter ščiti aluminij pred mehansko obrabo in korozijo. Koeficient trenja se tako zmanjša. Vodila se zelo dobro ujemajo s polimerom iglidur®J, tako da drsni sistem drylin® deluje skoraj neslišno. Koeficient trenja med tema dvema materialoma je samo 0,18 µm.

Podjetje Iigus, ki je eden vodilnih proizvajalcev drsnih vodil, ima v svojem proizvodnem programu štiri osnovne segmente drsnih vodil (tabela 1 in slika

Drsniki so izdelani iz polimerov, ki so sestavljeni iz bazične polimerne osnove z ojačitvenimi vlakni in mazivi. Zaradi dodanih maziv vodil in drsnikov ni

Tabela 1 : Izvedbe vodil drylin®

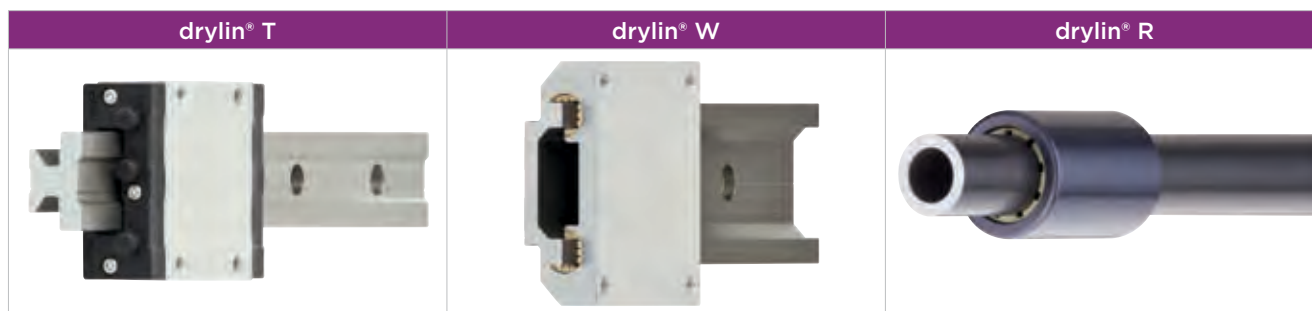


Tabela 2 : Značilnice vodil drylin®

	drylin® T	drylin® W	drylin® R
Maksimalna statična obremenitev [N]	14.000	12.800	87.500
Temperaturno območje [°C]	-40 do +90	-100 do +200	-100 do +250
Maksimalna linearna hitrost [m/s]	15	15	15
Velikosti [mm]	15 do 30	6 do 20	5 do 60
Masa vodila [kg/m]	0,6 do 1,9	0,23 do 5,8	0,08 do 20,31
Masa vozičkov [kg]	0,11 do 0,15	0,16 do 3,07	0,23 do 3,25

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



Slika 2 : Vodila drylin® N

potrebno mazati. Ker so osnovni materiali polimeri in aluminij, vzdrževanje ni potrebno, prav tako pa sistem ni občutljiv na vlago.

Prvo skupino predstavljajo vodila drylin® T, drylin® W in drylin® R, pri tem imata prvi dve ravna in zadnja okrogla vodila (tabela 1). Drsniki so zaprti. Vodila so primerna za velike obremenitve (tabela 2), široko temperaturno območje delovanja, širina oziroma premeri vodilnega elementa so v širokem pasovnem območju, hitrosti pa so do 15 m/s. Vsa vodila dovoljujejo visoke ploščinske pritiske, tudi do 150 MPa, in imajo dolgo življenjsko dobo.

Vodila drylin® N so relativno enostavna (slika 2). Sestavljajo jih vodila širine 17 mm do 80 mm ter širok spekter drsnikov (vozičkov) (slika 3). Vodila so lahko z izvrtinami ali brez njih in antirefleksna.

Pri velikosti 17 so na voljo samo vozički z navoji: standardni, prednapeti in podaljšani, ki so brizgani. Pri velikosti 27 je spekter največji: standardni, sestavljeni, brizgani, prednapeti in podaljšani, vsi pa z navoji ali izvrtinami. Pri velikosti 40 so na voljo standardni, sestavljeni in prednapeti z izvrtinami in navoji. Največji, velikosti 80, pa je na voljo samo standardni in brizgan z navoji.



Slika 3 : Spekter vodil in drsnikov drylin® N

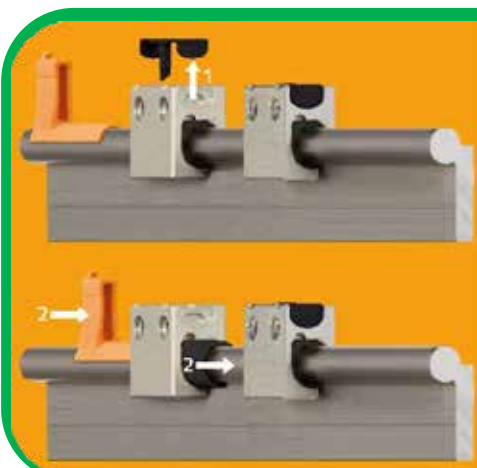
Osnovne karakteristike sistema drylin® N:

- ▶ maksimalna statična obremenitev: 1.000 N,
- ▶ temperaturno območje: -40 °C do +90 °C,
- ▶ maksimalna linearna hitrost: 15 m/sec,
- ▶ nizka vgradna višina: od 6 mm do 12 mm,
- ▶ širina vozičkov: od 17 mm do 80 mm,
- ▶ majhna masa vodila: od 150 g/m do 1.000 g/m,
- ▶ majhna masa drsnika: od 2 g do 100 g.

Prednost vseh sistemov drylin® pa je, da ne potrebujejo vzdrževanja, mazanja, so neobčutljivi na umazanijo ali vlago in lahko delujejo v vseh vremenskih pogojih.

**Vir:**

HENNLICH, d. o. o., Mirka Vadnova 13, 4000 Kranj, tel.: 041 386 005, faks: (0)4 532 06 20, internet: www.hennlich.si, e-mail: drobnic@hennlich.si



**Menjalni drsni vložki za sisteme drylin® W**

hitra menjava v 3 korakih

- menjava na vodilu brez odstranjevanja vozička
- preprosto z uporabo izvijača ali posebnega drsnega elementa
- za sisteme velikosti 10



**HENNLICH**

Pokličite nas:

**04/532 06 05**



www.hennlich.si

## ODLIČNOST V PNEVMATIKI

Podjetje Hafner-Pneumatik je proizvajalec celotne palete visoko kakovostnih pnevmatskih kontrolnih ventilov. Vsi ventili so 100-odstotno proizvedeni v Evropi v lastnih proizvodnih obratih na več kot 2.000 m<sup>2</sup>.



Poslovna stavba Hafner-Pneumatik



Izbor izdelkov podjetja Hafner-Pneumatik

Ventili Hafner se ne uporabljajo samo pri splošni avtomatizaciji ali strojogradnji, ampak tudi v avtomobilski in procesni industriji.

Kupci izredno cenijo ventile Hafner zaradi njihove visoke zanesljivosti in odličnega razmerja med ceno in zmogljivostjo.

Produktna paleta zajema elektromagnetne ventile, pnevmatsko krmiljene ventile, ročno in mehansko aktivirane ventile kot tudi kompletne pnevmatske kontrolne sisteme. Široka paleta standardnih izdelkov obsega velikosti od M 5 do G 3/4 in je oblikovana kot modularni sistem, kar omogoča razvoj in proizvodnjo posebnih rešitev v majhnih količinah, prilagojenih strankam.

Podjetje odlikujejo visoka stopnja fleksibilnosti, tehnične inovativnosti in hitra odzivnost na kupčeve zahteve.

O kvaliteti podjetja Hafner Pneumatik in razširjenosti njegovih izdelkov v številnih industrijah in aplikacijah pričajo tudi številni certifikati: *EAC - Certificate for Russian Customs Union*, *ISO 9001 - Quality Management*, *ATEX - Explosion proof products*, *SIL 3 - Products for safety relevant applications*.

Kevin Peter  
International Sales Manager  
[www.hafner-pneumatik.de](http://www.hafner-pneumatik.de)

# KAKO JE NASTALA AVSTRALSKA KRALJEVA SLUŽBA LETEČIH ZDRAVNIKOV – RFDS<sup>1</sup>

Aleksander Čičerov

## Izvleček:

Kraljeva služba letečih zdravnikov (Royal Flying Doctor Service of Australia) je kulturni simbol današnje Avstralije. To je neprofitna organizacija, ki nudi zdravstvene storitve tudi v najbolj odročnih krajih in pomaga reševati življenja prebivalcev te ogromne države. Njen nastanek in številne zgodbe predstavljajo košček avstralske zgodovine.

## Ključne besede:

Kraljeva služba letečih zdravnikov (RFSD), pedalni radio, varnostna mreža

## 1 Uvod

Že bežen pogled na zemljevid Avstralije nas preseneti z množico letališč, ki jih imajo vsa večja mesta od Sydneyja na vzhodu do Perth na zahodu. Našo pozornost pritegnejo še posebej letališča v manjših krajih, ob cestah, v puščavi in povsod tam, kjer je mogoče brez težav pristati. Oznake za pristajanje so tudi na nekaterih avtocestah. Pred pristankom letala pa policija poskrbi, da na označenem odseku ni prometa. Naša zgodba o RFDS se začne z nesrečo Jimmyja Darcyja, mladega avstralskega čuvaja živine.

## 2 Jimmy Darcy

Jimmy Darcy je bil čuvaj živine na posestvu v zahodni Avstraliji. Prijatelji so ga našli hudo poškodovanega (pretrgan mehur) in ga prenesli v 12 ur oddaljeno mesto Halls Creek. Sprejel ga je poštni uslužbenec Tuckett, ki je bil v mestu edini, ki bi lahko ponudil prvo moč nesrečnemu Darcyju. Žal mu ni mogel pomagati, saj je poškodba presega la njegovo osnovno znanje prve pomoči. Poizkušal je vzpostaviti stik z zdravniki v Wyndhamu in Derbyju s pomočjo telegrafa. Končno mu je uspelo dobiti stik z zdravnikom iz Perth. S pomočjo Morsejeve abecede je doktor Holland vodil poštnega uslužbenca Tucketta, ko je ta dvakrat operiral nesrečnega Darcyja z navadnim nožem, ki ga je imel

pri sebi. Brez narkoze in drugih medicinskih pripomočkov je Darcy prenašal operaciji, privezan na poštni pult, pred tem pa so ga napili z viskijem. Doktor Holland se je zavedal, da je Darcy v resni nevarnosti, zato je sklenil, da bo čim hitreje prišel v Halls Creek. Na pot se je odpravil z ladjico za prevoz živine, nadaljeval s Fordovim Modelom T na konjsko vprego in končno še peš. Žal je prišel prepozno, saj je Darcy umrl dan pred njegovim prihodom. Kot sol na pekočo rano je delovala ugotovitev, da sta bili operaciji mladega Darcyja, ki ju je opravil Tuckett, uspešni, žal pa je umrl zaradi nediagnosticirane malarije in pretrganega ognjoka v trebuhu. Vsa Avstralija je takrat držala pesti, da bi prišla pomoč Darcyju pravočasno in zgodba je spodbudila Johna Flynna in njegove sledilce v AIM (Aerial Inland Service), predhodnici RFDS, da rešijo težavo.

## 3 John Flynn

John Flynn se je rodil 25. novembra 1880. Opravljal je poklic prezbiterijanskega duhovnika. Sprva je bil ljudski učitelj, zanimala pa sta ga fotografija in prva pomoč. Leta 1903 je opravil priprave za duhovnika in septembra 1910 izdal knjigo *The Bushman Companion*, ki je opisovala potrebe najbolj izoliranih skupnosti in ljudi v Avstraliji. 1912. leta je postal prvi nadzornik avstralskega prezbiterijanskega misijona bolj znanega kot AIM-Australian Inland Mission in njegova naloga je bila, da vzpostavi varnostno mrežo za prebivalce odročnih krajev Avstralije (ang.: *Mantle of Safety* ort he *People of Outback Australia*). Poudariti je potrebno, da ni šlo samo za

Mag. **Aleksander Čičerov**, univ. dipl. prav., UL, FS, Uredništvo revije Ventil

<sup>1</sup> RFSD, ki jo poznamo tudi po imenu *Leteči zdravniki*, je ena največjih in vseobsegajočih letalsko-medicinskih organizacij na svetu. Skrbi za osnovno zdravstveno oskrbo tistih pacientov, ki žive na težko dosegljivih in ruralnih območjih Avstralije. Je neprofitna organizacija, ki zagotavlja zdravstveno oskrbo in dostop do bolnišnic ali ambulant tudi najbolj oddaljenim in težko dosegljivim pacientom. Glej: [https://en.wikipedia.org/wiki/Royal\\_Flying\\_Doctor\\_Service\\_of\\_Australia](https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Flying_Doctor_Service_of_Australia), <14. 10. 2018>.



John Flynn na 20-dolarskem bankovcu

**Legenda k sliki:**

1. Sprva so leteči zdravniki uporabljali letala de Havilland DH.50, ki so jih kmalu nadomestili z letali tipa DH.83 Fox Moth. Leta 1930 so se letalski floti pridružili DH.84 Dragons, DH.104 Doves in de Havilland Australia DHA-3. Od leta 1950 naprej do 1970 so se v floto vključevali Beechcraft Baron, Beechcraft Travel Air, Beechcraft Queen Air, Beechcraft Duke, Cessna 180, 182 in 421, Piper Cherokee in Piper Pa-31 Navajo. Sprva so bila letala izposojena, kasneje pa je RFSD ustanovila svojo lastno floto, ki danes vključuje tudi letala Cessna 404 in 441. 2014. so naročili še 3 Pilatus PC-24. Letala so opremljena s sodobnimi medicinskimi pripomočki, ki jih srečamo v vozilih za prevoz pacientov tudi pri nas.<sup>4</sup>
2. Za oddajo klicev na pomoč je bila potrebna elektrika. Alfred Traeger, inženir in radijski entuziast, je prispeval izum, ki je omogočal sprejem in oddajanje signala s pomočjo radia na pedala (ang.: pedal radio).
3. Hitra in učinkovita pomoč je bila odvisna tudi od tega, kakšne poškodbe ima poškodovanec. Na bankovcu je zato prikazan telesni diagram, ki je razdeljen na posamezne odseke. Tisti, ki je klical leteče zdravnike na pomoč, je na vprašanje zdravnika, kako je s ponesrečencem, npr. preprosto povedal: močna krvavitev na sektorju 3.
4. Na bankovcu je upodobljen tudi portret Johna Flynna.
5. Sprva je John Flynn obiskoval paciente na kameli, kar prikazuje podoba na desni strani bankovca.

duhovno pomoč, ampak za veliko več. Vzpostavil je zdravstveno oskrbo in številne bolnišnice v divjini<sup>2</sup>. Ko je razmišljal o izboljšanju storitev, se je oprl na nove tehnologije, pri čemer je največje koristi videl prav v radiju in letalih. Oglasil se mu je pilot iz 1. svetovne vojne Clifford Peel, ki je ocenil možnosti in stroške za takrat obstoječa letala. To je spodbudilo živahno nabiranje finančnih sredstev in ustanavljanje leteče zdravniške službe. 1926. leta je zabeležen prvi polet letala z medicinsko pomočjo v Cloncurry. Poškodovanega minerja so prepeljali iz Mount Ise v Cloncurry. 5. maja 1951 je John Flynn umrl v Sydneyju. Kraj, kjer je pokopan, pa je razglašen za rezervat. V njegov spomin je bil izdan tudi bankovec za 20 avstralskih dolarjev. Danes RFSD podpirajo Commonwealth, država Avstralija in teritorialne vlade. Večino sredstev pa pridobi od sponzorjev in organizacij različnih prireditev ter donacij. Na krovu letala so običajno pilot, zdravnik in bolniška sestra. V veliko primerih je pilot tudi zdravnik. Poenostavljeno skico človeškega telesa, ki je nastala na predlog bolniških sester. S pomočjo te skice ali telesnega diagrama (ang.: body chart) je zdravnik lahko hitro ugotovil, kje bolnika boli oziroma kje je poškodovan. Ekipa, ki je šla po poškodovanca, je bila tako že vnaprej pripravljena na to, kaj bo treba storiti.

RFSD danes sestavlja 7 »podjetij« (RFDS of Australia, Central Operations, Queensland Section, South Eastern Section, Tasmania and Western Operations). Vsaka od teh ustanov ima svoje vodstvene organe in deluje samostojno tako v finančnem kot tudi operativnem pogledu.

John Flynn je bil leta 1933 imenovan za častnika reda Britanskega imperija. Poleg njegove podobe na 20-dolarskem bankovcu je tudi avstralska letalska družba Qantas sporočila, da bo enega od svojih Airbusov A380 poimenovala po Johnu Flynnu. O njem je napisanih tudi nekaj knjig.<sup>3</sup>

#### 4 Pedalni radio

Zgodba govori o tem, da je leta 1907 skromen avstralski deček presenetil svojo družino s telefonom, ki ga je sam naredil. Ko se je leta 1920 pojavil radio, se je zdelo, kot da gre za čarobno kroglo. Ogromne razdalje in težko dostopni kraji so Flynnu spodbudili, da išče rešitve, ki bi te kraje približale urejenim centrom, predvsem pa bolnišnicam, ki bi lahko pomagale ponesrečencem. Radio je bil kot naročen. Traeger in Flynn sta zato ustanovila prvo radijsko bazo v Alice Springsu, pozneje pa še po drugih središčih.

2 [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Flynn\\_\(minister\)](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Flynn_(minister)), <14. 10.2018>.

3 Glej [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Flynn\\_\(minister\)](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Flynn_(minister)), <14.10.2018>.

4 Glej bolj podrobno v [https://en.wikipedia.org/wiki/Royal\\_Flying\\_Doctor\\_Service\\_of\\_Australia](https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Flying_Doctor_Service_of_Australia), <14.10.2018>.





Naslovnica knjige o letečih zdravnikih *Pilatus PC-24*

Traeger je kmalu ugotovil, da Edisonove baterije, ki so radiem zagotavljale električni tok, ne zadostujejo. Potrebno je bilo najti rešitev. Leta 1927 je zgradil generator na ročni pogon. Flynn je vrtel generator, Traeger pa je oddajal sporočila v Morzejevi abecedi. Čeprav je bil to napredek, se je pokazalo, da osamljen operater ni mogel hkrati vrteti generatorja in oddajati sporočila. Kmalu je nastal pedalni radio.<sup>5</sup> V trenutku so oddaljene in osamljene kmetije in ranči postali del avstralskega sveta. Še vedno pa je bila tu Morzejeva abeceda. Tudi to težavo so presegli in danes so avstralske farme povezane med seboj in s centri. Z napravami upravljajo z lahkoto in radio je omogočil tudi šolanje otrok v najbolj odročnih predelih države (School of the Air).

## 5 Zgodbe o letečih zdravnikih

»Ko smo vzleteli, je ženska doživela nekaj porodnih krčev. Pilotu sem rekel, da bo gotovo rodila in res so postajali porodni krči vse močnejši. Kmalu se je rodila deklica. Torej: imamo dodatek in treba bo spremeniti POB (Seznam potnikov na krovu letala). Pilot se je javil kontroli leta in sporočil popravek POB. 'Sedaj nas je sedem,' je sporočil. Celo kontrolor, ki

se je običajno oglašal z mrtvo hladnim glasom, je čustveno odvrnil: 'Čestitamo!«

To je le ena od zgodb v knjigi, ki jo predstavljamo v nadaljevanju.

Bill »Swampy« Marsh je avtor knjige **Veliki Avstralci – Zgodbe o letečih zdravnikih**. Delo je izdala Založba ABC, ponatis leta 2007 pa je izdelek HarperCollins Publishers Australia Pty Limited (Abn 36 009 913 517).

V knjigi je natisnjenih 65 zgodb moških in žena o nastanku RFDS, o pogumu njihovih pilotov, dogodivščinah, norosti, žalosti. RFDS je avstralska kulturna ikona: piloti, medicinske sestre, zdravniki in pomožne osebe so postali trajen simbol tega, kar je Avstralija.

Med pomembnimi ljudmi, ki so bili povezani z RFDS, so Arthur Affleck – pilot, Marie Bashir – uradna mecenka, Clyde Fenton – prvi zdravnik, tudi pilot, John Flynn – ustanovitelj RFDS, Wylie Gibbs – zdravnik, Macartur Job – pilot in John Grieve Woods – zdravnik.

Kdor bo knjigo prebral, bo spoznal košček avstralske zgodovine.

## How the Royal Flying Doctors Service of Australia – RFSD was established

### Summary:

The Royal Flying Doctor Service is a cultural icon of today's Australia. It is a non-profit organisation who offers medical service to the most of the outback places and helps to save lives of Aboriginal peoples of this big country. Its beginning and remarkable anecdotes present to us a slice of the Australian's history.

### Keywords:

Royal Flying Doctor Service, the Pedal Radio, the Mantle of safety

<sup>5</sup> Pedalni radio je prikazan v članku Richarda Begbieja z naslovom: The Pedal Radio of the Great Outback, [http://www.antiqueradio.com/traeger\\_pedal\\_07-99.html](http://www.antiqueradio.com/traeger_pedal_07-99.html), <14.10.2018>.

## INCIDENT HLADNE VOJNE NA BOHINJSKEM NEBU

19. avgusta 1946 je jugoslovansko vojaško letalo Jak-3 nad Gorjušami sestrelilo ameriško transportno letalo C-47 Dakota. Incident je bil pravzaprav začetek hladne vojne, Jugoslavija pa je za žrtve nesrečnega letala plačala 150.000 ameriških dolarjev. V Muzeju Tomaža Godca v Bohinjski Bistrici je bila do 2. novembra 2018 odprta razstava, ki s fotografijami in nekaterimi ostanki nesrečnega letala opominja na dogodek.

Konec druge svetovne vojne še ni pomenil tudi konca različnih kršitev, med katere štejemo tudi kršitve zračnega prostora posameznih evropskih držav, med katerimi je bila tudi Jugoslavija. Nad Ljubljano je bilo 9. avgusta 1946 sestreljeno letalo C-47. Poškodovano letalo je pristalo v Bitnjah pri Kranju. Človeških žrtev ni bilo, ranjen je bil le en član posadke. Američani so si pot z Dunaja v Videm krajšali tako, da so leteli čez Slovenijo, niso pa zaprosili jugoslovanskih oblasti za dovoljenje za prelet. Jugoslovanske oblasti so sklenile, da je potrebno kršilce opozoriti, da je Jugoslavija suverena v svojem zračnem prostoru in ne bo dovolila kršitev. Prvo Dakoto sta lovca JVL (Jugoslovansko vojno letalstvo), ki sta vzletela z letališča v Lescah, sestrelila nad Ljubljano, drugo zavezniško letalo pa je bilo sestreljeno nad Ilovcem med Zgornjimi Gorjušami in Bohinjsko Belo 19. avgusta 1946.



C-47 Dakota

Seveda je ameriški tisk zagnal vik in krik ob tem »zahrbtnem, neopravičljivem in namernem napadu na letali prijateljske države«.<sup>1</sup> Svoje je povedal tudi ameriški veleposlanik v Beogradu Richard C. Patterson in opravičeval prelet skozi jugoslovanski zračni prostor s slabim vremenom. Jugoslovanska bojna letala so napad na ameriško transportno letalo izvedla brez vsakega opozorila, čeprav je bilo jasno, da gre za transportno letalo. Posadko so po

pristanku poškodovanega letala zaprli in ji niso dovolili stika s konzularnimi predstavniki ZDA, prav tako pa ni bil dovoljen ogled letala. Čeprav so nekatere priče trdile, da je bilo 9. avgusta 1946 slabo vreme, je bilo po besedah Tita, ki je letoval v bližini Bleda, vreme lepo.<sup>2</sup>



Jak-3

Drugi incident, do katerega je prišlo 19. avgusta 1946, je terjal pet življenj in popolnoma uničeno letalo. Ameriško transportno letalo C-47 je letelo čez slovensko ozemlje v Italijo. Pilot jugoslovanskih zračnih sil Vinko Vodopivec in kopilot Milorad Knežev sta dobila dovoljenje za vzlet z letališča v Lescah. Po večkratnem opozorilu, ki pa ni rodilo sadov, sta ob 10.07 dobila ukaz, da tuje letalo sestrelita. Ameriško letalo je strmoglavilo na pobočje Ilovca nad Gorjušami. Posadka, ki so jo sestavljali Richard H. Clayes, Matthew Comko, Blen H. Frestone, Chester J. Lower in Harold F. Schreiber, je izgubila življenje. Dva dni po nesreči so najdene posmrtno ostanke ameriških letalcev pokopali v skupni grob na Koprivniku. Kmalu si je mesto nesreče ogledal tudi ameriški veleposlanik Richard C. Patterson. Skupni grob so odprli, vendar so lahko prepoznali le enega ponesrečenca. Posmrtni ostanki so bili izročeni z vsemi častmi ameriškim oblastem. 25. septembra 1946 so jih pokopali na vojaškem pokopališču v Arlingtonu.<sup>3</sup>

1 Glej Ameriška domovina, 20. avgust 1946.

2 Ameriška domovina, 21. avgust 1946.

Obe sestrelitvi nista preprečili nadaljnjih ameriških kršitev jugoslovanskega zračnega prostora. Stopnjeval se je pritisk na jugoslovanske oblasti in ameriški veleposlanik je zahteval, da Jugoslavija plača odškodnino za žrtve in letali v višini

360.000 dolarjev. Tito je soglašal z odškodnino za žrtve, ni pa soglašal z odškodnino za letali, ker bi s tem priznal, da Jugoslavija nima pravice ščititi svoje zračne suverenosti. Izplačanih je bilo 150.000 dolarjev.

3 Razmere so bile resnično pred vreliščem. Po zapiskih iz tistega časa lahko govorimo o 'podaljšanju neobjavljene vojne': »Zbog krize na severozapadu države, na prostoru zapadnog graničnog pojasa prema Italiji i Avstriji registrovano je gotovo neprekidno preletanje savezničkih aviona.« Op. cit. iz knjige 83. lovački puk, avorja Milana Micevskega in Bojana Dimitrijevića, Beograd 2016, Galaksijanis (ISBN 978-86-6233-122-9). Članek ima naslov: Obaranje američkih C-47 u letu 1946, str. 21-22. Motor je imel 1.250 KS, letalo je bilo težko 2.559 kg. Letalo C-47 je ameriškega porekla, namenjen pa je bil ta prevoz vojakov, materiala in desante. To je bilo dvomotorno letalo z 4 člani posadke, nizkokrilec z uvlačljivim podvozjem, dolet 2400 km, hitrost na višini 2500m je znašala 368 km/h, potreboval je 1000 m travnate steze, pristal pa je na 575 metrih. Glej podrobno v: Čuvari našeg neba-Komanda ratnih vazduhoplovstva in Protivzračne odbrane, Beograd 1966, str.402 in 421.

## NOVE KNJIGE

**Clare Mulley: The Women Who Flew For Hitler, The true story of Hitler's Valkyries, PAN BOOKS, 2017, 470 strani, \$ 19.99.** Pravijo, da so bile najboljše zgodbe druge svetovne vojne napisane z moškim peresom. Knjiga ameriške pisateljice to trditev nesporno ovrže. Lika v knjigi sta dve ženski, pilotki, obe v službi Hitlerjevega letalstva, ena zagrizena nacistka, druga njegova nasprotnica. Med seboj sta se poznali, bili sta vrhunski pilotki, ki sta druga o drugi imeli zelo nenavadni mnenji. Čeprav sta se med vojno pogosto srečevali v berlinskem Aero klubu in vzletali z istega letališča, sta se druga druge ogibale. Hanna je bila pilotka in apolitična patriotka, Melitta pa je preprosto izginila iz javnosti. Obe sta bili nosilki železnega križa.



»Tako Hanna Reitsch kot tudi Melitta von Stauffenberg sta bili

testni pilotki nacističnega režima in druga drugi ogledalo,« je zapisala v uvodu avtorica Clare Mulley.

Knjiga je obsežna (470 strani). Iz seznama gradiva je očitno, da se je avtorica poglobila v zgodovino obeh likov. Skozi 16 poglavij spremljamo njuno uso do do bridkega konca. Knjiga, po mnenju avtorice, zelo jasno prikazuje kriminalno neumnost nacističnega režima, ki je temeljila na bioloških premisah, da je ženska dobra le za štedilnik in da Židje nimajo nobene vrednosti. Hanna je bila pripadnica srednjega razreda in strastna podpornica Adolfa Hitlerja, Melitta pa je bila aristokratka, izobražena in napol Židinja. Medtem ko je Hanna poskušala rešiti Hitlerja s tem, da bi z njim odletela na varno (aprila 1945), je Melitta

prikrito sodelovala v najbolj zanimivem poskusu atentata nanj v juliju 1944.

Knjiga je zanimiva tudi zato, ker prikazuje, kako je Nemčija, ki je izgubila prvo svetovno vojno in ni smela imeti ali razvijati bojnega letalstva, ukanila svetovno javnost s tem, da je močno razvila jadralno letalstvo in urila bodoče pilote. Avtorica je zbrala tudi precej slikovnega gradiva. Prepričani smo, da bo delo vzbudilo precej vprašanj in dalo veliko odgovorov o dogajanju v 2. svetovni vojni glede na to, kako sta jih razumeli obe letalki. V knjigi je tudi veliko podrobnosti o letalstvu tistega časa, tako da nikogar ne bo pustila povsem neprizadetega. Avtor tega članka je knjigo kupil v eni od strokovnih knjigarn v Perthu (5. 10. 2018).

© Ventil 24(2018)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
 © Ventil 24(2018)6. 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 6

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

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



#### 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

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

## ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] [Avtonomni zapisovalnik podatkov za internetne strani - www.keller-druck.com/arc-1](http://www.keller-druck.com/arc-1) - Avtonomni 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. Tečajji obsegajo teoretične osnove ter izvedbe, lastnosti, delovanje in uporabo vseh osnovnih sestavin in vezij hidravličnih naprav, vključno z njihovo demonstracijo na laboratorijskih modelih. Tečajji 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 strnjjenost 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 cevodovodov:
- ▶ gibki cevodovi 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, smartpone, 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).

# INDUSTRIJSKI FORUM **IRT** 2019

## FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

Portorož, 3. in 4. junij 2019

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](mailto:info@forum-irt.si)



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

## OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana... 483, 494 495
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje..... 477
- ▶ DOMEL, d. d., Železniki..... 459
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin..... 429, 508
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart..... 497
- ▶ HYDAC, d. o. o., Maribor..... 483
- ▶ ICM, d. o. o., Celje..... 439, 441, 507
- ▶ IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)  
NORGREN, Lesce..... 429
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija..... 488
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi..... 493
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana..... 476
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje..... 429
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana..... 429
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... 429
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin .. 429, 494
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.),  
Novo mesto..... 429
- ▶ PH Industrie-Hydraulik GmbH,  
Spröckhovel, Nemčija..... 453
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri..... 429, 430
- ▶ POMURSKI SEJEM, d. d., Gornja Radgona.... 461
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana..... 429, 432
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica..... 447, 506
- ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana..... 429
- ▶ STÄUBLI Systems, s.r.o., Pardubice, CZ..... 505
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana..... 491
- ▶ SUN Hydraulik, Erkelenz, Nemčija..... 492
- ▶ UL, Fakulteta za elektrotehniko..... 471
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo..... 452
- ▶ UM, Fakulteta za strojništvo..... 457
- ▶ YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica..... 447

# Robotics



**IAm**  
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**

# Gremo digitalno. Sedaj!

S Festo Motion Terminalom.

**FESTO**



Vi zaupate maksimalni fleksibilnosti  
Vi iščete inteligentne in intuitivne rešitve  
Mi naredimo pnevmatiko digitalno

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

VTEM je prvi ventil, ki bo krmiljen z aplikacijami in zahvaljujoč prednostim kombiniranja elektronike in pnevmatike nudi funkcionalnost petdesetih posamičnih komponent.

→ [www.festo.com/motionterminal](http://www.festo.com/motionterminal)

**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](http://www.festo.si)