

# VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 25 / 2019 / 4 / Avgust

Procesna  
tehnika

Okoljsko  
vrednotenje

Hidravlika  
skozi čas

Iz prakse  
za prakso

## Elektronske rešitve

# SMARTDRIVE™

*Za hidrostatični pogon, ki opravlja  
natančno tisto, kar zahtevate...*

KRMILNA PALICA



ARMATURNNA PLOŠČA

- smer
- vožnja/delo
- način dela/hitrost motorja
- parkirna zavora
- krmiljenje vožnje
- nadzor spodsavanja

KRMILNIK  
SD Premier



POCLAIN  
Hydraulics



ZAVORNI VENTIL  
- zaznavalo tlaka



PROTIZDRSNI VENTIL



TANDEM ČRPALKA  
z SA krmiljem

- krmiljenje iztisnine
- potenciometer povratne zveze
- zaznavalo hitrosti
- zaznavalo omejevalnika moči

MOTOR



ZAZNAVALO  
HITROSTI

SPREMINJANJE  
HITROSTI



PROTIZDRSNI  
VENTIL



**POCLAIN**  
Hydraulics

[www.poclain-hydraulics.com](http://www.poclain-hydraulics.com)

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



**FESTO**

**POCLAIN**  
Hydraulics

**OPL**

**S3C**  
pnevmatika | hidravlika

**Parker**

**IMI**  
Precision Engineering

**MIEL** **OMRON**  
www.miel.si

**OMEGA**  
AIR

**PPT commerce**

# HIDRAVLICNE NAPRAVE



Obdelovalni stroj



Hidromehanska oprema



Ladijski vitel

# INFRASTRUKTURNI PROJEKTI IN REVİJA VENTIL



V zadnjih časih se v Sloveniji veliko govori in piše o večjih infrastrukturnih projektih. To so projekti, ki bi po mnenju večine Slovencev že davno morali biti zgrajeni. Med te lahko uvrstimo Karavanški predor, drugi tir Divača Koper, elektrarne na Muri in spodnji Savi, avtocesta na tako imenovani tretji razvojni osi, tretji vozni pas na obvoznici okoli Ljubljane in mogoče še kateri.

To je področje, v katero je revija Ventil s svojim poslanstvom le delno vpeta. Razni pomožni sistemi, ki so del teh infrastrukturnih projektov sicer spadajo v naše področje, toda to je le manjši del. Te projekte vodijo gradbeniki, ekonomisti, pravniki in predvsem totalno nesposobni politiki. Če bi na področju tehnike in naravoslovja strojniki in drugi inženirji delovali kot delujejo imenovani na teh projektih, bi bankrotirala slovenska strojna, kemična in vsa druga industrija. Slovensko industrijo vodijo predvsem strokovnjaki tehničnih smeri ter inženirji drugih strok in zato je naša industrija v tako dobri kondiciji.

Zakaj slovenski inženirji moramo konkurirati svetovni proizvodnji in svetovni konkurenci, če želimo preživeti, gradbeniki pa se lahko pri nas za posle preprosto dogovarjajo s politiki o pridobitvi posla in o ceni za izvajanje del. Razni javni razpisi so le za zatiskanje oči in za zavajanje naivne javnosti.

Slovenska vodilna politika, ki je odgovorna za zgoraj našete projekte se obnaša, kot da ti projekti niso namenjeni za kakovostnejše življenje naših državljanov. Prav neverjetno je, kako se obnaša vlada in ministri. Zakaj na primer lahko v Avstriji brez zapletov kopljejo Karavanški tunel? Zakaj so lahko v Avstriji na reki Muri zgradili trideset elektrarn pri nas pa niti ene. Zakaj drugje po Evropi širijo avtoceste pri nas pa praktično še nimamo avtoceste tremi voznimi pasovi.

Zakaj slovenski volivci take vlade in take politike ne zavržemo?

Ali slovenska vlada nima te moči, da bi v takšni zmedbi, ki vlada pri načrtovanju in izvajanju infrastrukturnih projektov, v parlamentu sprejela ustrezno interventno zakonodajo, da bi na primer Avstrijci gradili Karavanški tunel tudi na naši strani za ceno, kot ga gradijo sami. In podobno za druge projekte.

Vemo, da so velika ovira nevladne organizacije, ki jih financira vlada. A ti ljudje ne vedo, kako avtomobili onesnažujejo okolje ko stojijo v koloni. A ti okoljebrižniki ne vedo, da kamion porabi, ko vozi normalno okoli 15 litrov bencina na 100 km. Ko pa se premika v kolini je poraba goriva prek 30 litrov na 100 km. Ali ti teoretiki in filozofi doma živijo brez vozil z motorji z notranjem izgorevanjem in brez električne energije?

Ali res na reki Muri ni možno zgraditi elektrarne, s katerimi bi bili zadovoljni domačini, ki bi jim omogočile tudi namakanje polj, okoljevarstveniki, ki bi dobili del reke z brežino za ohranjanje raznolikosti narave in investitorji, ki bi s proizvodnjo in prodajo elektriko služili. Tisti, ki poznajo to področje pravijo, da se je reka Mura zaradi avstrijskih elektrarn upočasnila, da to dviguje dno struge te reke in da se stalno večja nevarnost za poplave.

Načrtovalci, izvajalci in vsi odgovorni okoli drugega tira naj preberejo, kako je pred več kot 150 leti, ko ni bilo še nobenih gradbenih vozil, ki bi jih gnali motorji z notranjim zgorevanjem, ko ni bilo hidravlike in pnevmatike, gradili železniško progo Dunaj Trst. Na tej progi so že takrat zaradi varnosti in zaradi tekočega prometa imeli vsi tuneli obvoze. Na progi Koper Divača, ki je bila grajena sto let kasneje, pa tuneli nimajo obvoza, kar se je pokazalo kot izjemna slabost ob nedavni nesreči v tunelu na tej progi.

Posebno vprašanje je, zakaj se naši politiki otepaajo investitorjev iz tujine za drugi železniški tir. Tu smo res inovatorji. A ne bi s tujimi investitorji dobili sredstva za cenejšo izgradnjo, dobili dolgoročnega partnerja za posel v luki Koper in stalen aranžma za prevoz po železnici in še številne druge posle.

Prav tako je vprašanje zakaj ne podelimo koncesij za gradnjo avtocest. Sem prepričan, če bi pri nas gradili avtoceste tuji investitorji in s tem pridobili koncesijo za pobiranje cestnin, da bi vozniki plačevali nižje cene za vinjete. To počnejo namreč številne druge države. Politiki vedo, da smo Slovenci pohleven narod in da brez vsakega ugovora kupujemo in plačujemo visoke cene za vinjete. Dars za vsak kilometer slovenske avtoceste vsako leto kasira 300.000,00 EUR, kar je rekord v tem srednjem delu Evrope. Kljub temu, da imajo številne države po tri ali celo več voznih pasov, kot na primer Avstrija pa z avtocestami zasluži manj kot naš Dars.

*Janez Tušek*

# PPTcommerce d.o.o.

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

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA

PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

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



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



<b>DOGODKI • POROČILA • VESTI</b>	
<b>Janez Pogorelc, Aleš Hace, Alenka Hren</b>	
Državna robotska tekmovanja za mlade v letu 2019 .....	270
<b>Darko Lovrec, Edvard Detiček</b>	
Fluidna tehnika 2019 – tri desetletja strokovnih srečanj v Sloveniji .....	276
<b>NOVICE • ZANIMIVOSTI</b> .....	280
<b>PROCESNA TEHNIKA</b>	
<b>Andrej Bombač</b>	
Experimental study of the void-fraction distribution in a bisectional bubble-column reactor .....	286
<b>OKOLJSKO VREDNOTENJE</b>	
<b>Marko Krajner, Roman Kunič</b>	
Certificiranje v skladu z metodo Cradle to Cradle® .....	292
<b>VZDRŽEVANJE HIDRAVLIKE</b>	
<b>Franc Majdič</b>	
Vzdrževanje hidravličnih naprav – 5. del .....	298
<b>HIDRAVLIKA SKOZI ČAS</b>	
<b>Darko Lovrec</b>	
Razvoj hidravlične pogonske tehnike skozi čas – 4. del .....	302
<b>IZ PRAKSE ZA PRAKSO</b>	
<b>Oliver Topič, Darko Podržaj</b>	
Avtomatizacija proizvodnje v Livarni Titan .....	314
<b>IZOBRAŽEVALNI PROCES</b>	
<b>Vesna Trančar, Kim Širec</b>	
Digitalizacija kot del sodobnega izobraževalnega procesa .....	320
<b>LETALSTVO</b>	
<b>Aleksander Čičerov</b>	
Status Slovenije glede na mednarodnopravne letalske instrumente .....	326
<b>LITERATURA • LETALSTVO</b>	
Koprivnik po 73 letih .....	334
Maggy .....	335
<b>AKTUALNO IZ INDUSTRIJE</b>	
Serijski ventil VS ( <b>FESTO</b> ) .....	336
Transportni sistem z linearnimi motorji – ActiveMover ( <b>OPL</b> ) .....	337
<b>NOVOSTI NA TRGU</b>	
Tirna vodila THOMSON LINEAR ( <b>INOTEH</b> ) .....	338
Potni ventil Parker SBW110 ( <b>PARKER HANNIFIN</b> ) .....	338
<b>PODJETJA PREDSTAVLJAJO</b>	
Teleskopska vodila za ekstremne obremenitve ( <b>HENNLICH</b> ) .....	340
Inteligentne robotske rešitve za stroje ( <b>STÄUBLI</b> ) .....	342
<b>PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI</b>	
Zanimivosti na spletnih straneh .....	346
<b>ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE</b> .....	346

# DRŽAVNA ROBOTSKA TEKMOVANJA ZA MLADE V LETU 2019

Janez Pogorelc, Aleš Hace, Alenka Hren

V prispevku sta predstavljena razvoj in izvedba slovenskih državnih robotskih tekmovanj **RoboT**, **ROBOsled** in **RoboCupJunior** v letu 2019, ki jih vse od leta 2000 organizira Inštitut za robotiko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru v sodelovanju s srednjimi in osnovnimi šolami za slovenske osnovnošolce, srednješolce in študente. Večina tekmovalnih disciplin se izvaja tudi v odprti konkurenci (Open), tako da lahko sodelujejo tudi tekmovalci iz drugih držav. Za uspešno izvedbo tekmovanj je nujno izobraževanje tako mladih kot njihovih mentorjev na vseh nivojih – od učencev OŠ, dijakov SŠ in študentov, kar izvajamo v obliki tematskih delavnic in krožkov robotike.

## 1 Uvod

V torek, 14. maja, je bila na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) Univerze Maribor (UM) tradicionalna celodnevna prireditev »Mariborski robotski izziv«, ki združuje državna tekmovanja v robotiki za osnovnošolce, srednješolce in študente. Državno tekmovanje **ROBObum**, ki zajema kategoriji **ROBOsled** in **RoboCupJunior** (RCJ), se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake **RoboT**.

Namen organizacije državnih tekmovanj je popularizacija robotike, mehatronike, avtomatike in na splošno tehnike ter spodbujanje inovativnosti in tekmovalnosti med mladimi vseh starosti. V kategoriji **RoboT** (vožnja po velikem labirintu) je sodelovalo 25 ekip iz srednjih tehniških šol in ena študentska ekipa. V disciplini **ROBOsled** (sledenje črti) je sodelovalo 51 ekip. Največ tekmovalcev je sodelovalo v disciplinah **RCJ Reševanje Črta** (28 ekip iz OŠ in 20 ekip iz SŠ), med njimi tudi ekipe iz Hrvaške. V disciplini **RCJ Reševanje Labirint** so sodelovale 4 ekipe (po 2 iz OŠ in SŠ). V disciplini **RCJ Nastop** je sodelovalo 5 ekip, od tega le ena iz SŠ. Med najbolj atraktivnimi je tradicionalno disciplina **RCJ Nogomet**, v kateri so tokrat sodelovale 4 ekipe. Letos je bilo izvedeno tudi tekmovanje **RCJ Reševa-**

**nje Simulacija**, kjer je sodelovalo kar 8 ekip. Skupno se je vseh tekmovanj udeležilo okrog 150 ekip, sestavljenih iz več kot 350 otrok in 60 mentorjev ter spremljevalcev. Na regijskih predtekmovanjih je sodelovalo nekajkrat več otrok, saj so si nastop na državnem tekmovanju izborile le najboljše med njimi. Najboljšim tekmovalcem na državnem tekmovanju **ROBOsled** in **RCJ** smo podelili tudi zlata in srebrna priznanja, nagrade sponzorjev pa so prejele prve tri ekipe v posamezni disciplini. Najboljše ekipe z letošnjega državnega tekmovanja se bodo lahko udeležile svetovnega robotskega tekmovanja **RCJ 2020**, ki bo izvedeno julija 2020 v mestu Bordeaux v Franciji.

V dvajsetih letih se je na robotskih tekmovanjih po Sloveniji zvrstilo več tisoč osnovnošolcev, okrog 2000 srednješolcev in okrog 100 študentov. Tekmovalci SŠ prihajajo večinoma iz srednjih strokovnih šol s programi mehatronika, elektrotehnika, računalništvo in vse več tudi iz tehniških in splošnih gimnazij. Pri organizaciji in izvedbi tekmovalnih disciplin sodeluje več kot 50 sodelavcev Inštituta za robotiko, drugih sodelavcev in študentov FERI UM.

Otvoritev robotskih tekmovanj je bila skupna in je potekala v avli stavbe G2, kjer so v nadaljevanju potekala tekmovanja **RCJ Reševanje Črta** in **RoboT 2019**. Ob otvoritvi je v imenu vodstva FERI UM zbrane tekmovalce in njihove mentorje pozdravil dekan FERI prof. dr. Borut Žalik.

## 2 Tekmovanje v vožnji po labirintu **RoboT 2019**

Na državnem tekmovanju z mobilnimi roboti **RoboT 2019** se je v vožnji (slika 1) lastno konstruiranih avtonomnih mobilnih robotov po labirintu (velikosti 2,5 x 2 m z več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) pomerilo 25 dijaških ekip iz petih srednjih tehniških elektro, strojnih in računalniških šol ter gimnazij in študentska ekipa iz FERI UM.

To je tudi robotsko tekmovanje z najdaljšo tradicijo (že 20. izvedba) v Sloveniji, ki se ga je v vseh letih tovrstnih tekmovanj udeležilo že okrog 100 študentov ter okrog 500 dijakov z mentorji iz celotne Slovenije ter sosednjih držav Hrvaške in Avstrije.

Za lovorike tekmovanja **RoboT 2019** je štela boljša izmed dveh voženj. Najuspešnejšim trem tekmoval-

Mag. Janez Pogorelc, univ. dipl. inž., izr. prof. dr.  
Aleš Hace, univ. dipl. inž., doc. dr. Alenka Hren,  
univ. dipl. inž., vsi Univerza v Mariboru, Fakulteta  
za elektrotehniko, računalništvo in informatiko



**Slika 1** : Tekmovalna arena »veliki labirint« za *Robot 2019* in *RCJ Reševanje Črta* (v ozadju)

cem so bile podeljene svečane diplome, denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši je bil dijak ŠC Nova Gorica – ERŠ Jan Žagar s časom 32,55 s, sledila sta mu dijaka Gimnazije Bežigrad Jaka Hatlak s časom 36,44s in Urban Golob s časom 37,36 s.

Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že enajstič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2019** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem so bila že izvedena tekmovanja: **RoboERŠ** 12. aprila v ŠC Velenje in **RoboMiš** 24. aprila v ŠC Nova Gorica. Za lovoriko RoboLiga 2019 sta štela oba teka *Robot 2019*, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prišteli točke prvih dveh tekem.

Zmagovalec v seštevku vseh treh tekem (skupno 6 voženj) je bil že 2. leto zapored Jan Žagar iz ŠC Nova Gorica, ki je v dosegel vseh 300 točk, sledila sta mu dijak ŠC Velenje Žan Rebernik (170 točk) in dijak ŠC Ptuj Tim Kosec (167 točk).

### 3 ROBOsled 2019 – robotsko tekmovanje za osnovnošolce

ROBOsled je robotsko tekmovanje za osnovnošolce (*slika 2*), kjer morajo ekipe učencev zgraditi mobilnega robota in z njim tekmovati v vožnji po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Učenci se pri tem seznanijo z različnimi elektronskimi in mehanskimi oziroma mehatronskimi komponentami. V procesu gradnje robota se naučijo tudi spajkanja elektronskih komponent, mehanskega sestavljanja in vrtanja. ROBOsled je tako v prvi vrsti izobraževanje na interdisciplinarnem področju mehatronike, ki zajema tudi elektrotehniko, elektroniko, mehaniko, .... Cilji tekmovanja so spodbujanje in širjenje znanj o delovanju robotov ter spodbujanje raziskav robotov med osnovnošolci in med osnovnošolskimi učitelji. Tekmovanje se v osnovni šoli navezuje na predmet fizika in izbirne predmete s področja tehnike.

Tudi letos smo državno tekmovanje ROBOsled organizirali v dveh disciplinah: **DIRKAČ** in **POZNAVALEC**. V disciplini DIRKAČ zmaga robot, ki tekmovalno progo, označeno s črno črto na beli podlagi, prevozi v najkrajšem času. V disciplini POZNAVALEC se učenci OŠ pomerijo v poznavanju zgradbe in delovanja mobilnega robota, ki so ga zgradili.

V letu 2019 je izvedbo regijskih predtekmovanj ROBOsled, kjer se tekmovalne ekipe kvalificirajo za tekmovanje na državnem finalu, podprlo 11 tehniških srednjih šol po vsej Sloveniji. Seznam vseh sodelujočih tehniških srednjih šol je objavljen na spletni strani <https://robobum.um.si>. Vsem tehniškim srednjim šolam se za izvedbo robotskih predtekmovanj najlepše zahvalujemo. Vodjem tekmovanj smo zato podelili posebna priznanja.

Na zaključnem državnem tekmovanju ROBOsled 2019 je letos sodelovalo 51 tekmovalnih ekip s 65 tekmovalci iz 32 osnovnih šol iz vse Slovenije. Najbolj dovršeni samogradni mobilni roboti so opremljeni s sodobnimi programirljivimi mikrokrmilniki. Poleg samogradnih robotov se je tekmovanju tudi letos pridružilo kar nekaj navdušenih ekip LEGObum, ki sestavijo mobilnega robota iz komercialne LEGO sestavljanke.

Na tekmovanju ROBOsled 2019 v disciplini DIRKAČ je bila najuspešnejša OŠ Neznanih talcev Dravograd s kar dvema ekipama na prvih dveh zmagovalnih mestih, pri čemer je zmagovalna ekipa postavila odličen rezultat s časom 9,08 s. Pri tem je potrebno poudariti, da je bila tudi letos tekmovalna proga podaljšana tako, da je merila več kot 10 metrov. V disciplini POZNAVALEC je bila najboljša ekipa Bled2 iz OŠ prof. dr. Josipa Plemlija, Bled.

Najboljšim ekipam, ki so uspešno tekmovali v obeh disciplinah **ROBOsled** tekmovanja in so tako tudi v skupni razvrstitvi ROBOsled dosegle najboljše rezultate, smo podelili zlata in srebrna priznanja. V disciplini DIRKAČ so se tekmovalne ekipe razdelile glede na zgradbo tekmovalnega robota v tri poddiscipline: **A-Sledibot** (robot z analognim elektronskim krmi-



**Slika 2** : Učenci se pripravljajo na tekmo ROBOsled.

ljem), **B-MikRObot** (robot s procesorskim krmiljem) in **C-LEGObot** (robot iz LEGO sestavljanke). Pri skupni razvrstitvi se je upošteval dosežek v posamezni poddisciplini. Prvo mesto v skupni razvrstitvi ROBOSled 2019 je osvojila ekipa Bled2 iz OŠ prof. dr. Josipa Plemlja, Bled, z doseženimi 17 točkami.

Najuspešnejšim ekipam je seveda potrebno posebej čestitati. Čeprav smo na tekmovanju podelili priznanja in nagrade sponzorjev zgolj tistim tekmovalnim ekipam, ki so se uvrstile na prva tri mesta v posamezni disciplini, in pa tudi skupno najboljši ekipi na tekmovanju, gre pohvala tudi vsem drugim tekmovalcem, saj je moto tekmovanja ROBOSled: »Pomembno je sodelovati, ne zmagati!« Še posebej pa je potrebno izpostaviti tudi mentorje mladih tekmovalcev, ki pomagajo svojim učencem pri pripravi na tekmovanje z mobilnimi roboti, ki nas vsako leto bolj presenečajo s tehnološko dovršenostjo, saj s tem med našimi najmlajšimi popularizirajo robotiko, mehatroniko in tehniko nasploh, kar je dejansko tudi cilj naših robotskih tekmovanj.

#### 4 Državno tekmovanje RoboCupJunior Slovenija 2019

Tekmovanje RCJ Slovenija je sestavni del svetovnega robotskega tekmovanja za osnovnošolce in srednješolce, ki je v letu 2018 potekalo v Montrealu v Kanadi, letošnje pa bo potekalo v začetku julija v Sydneyju v Avstraliji (<https://2019.robocup.org>). Zadnja leta na svetovnem tekmovanju uspešno sodelujejo tudi slovenske dijaške ekipe. Od lanskega leta dalje lahko slovenske ekipe kandidirajo tudi za nastop na evropskem tekmovanju RCJ, ki se letos organizira v Nemčiji (<http://www.robocupjunior.eu>).

Državno tekmovanje RCJ Slovenija 2019 je bilo izvedeno dvonivojsko, zato so na državnem tekmovanju 14. maja sodelovale le najboljše ekipe z regijskih predtekmovanj. Vsi roboti na tekmovanju RCJ, ne glede na disciplino tekmovanja, morajo voziti avtonomno. Zato so pomembni gradbeni elementi vsakega robota, pa naj bo samograden ali zgrajen iz sestavljanke, motorji, senzorji (za zaznavanje črte, stene, žoge) in mikrokrmilnik s programom.

Tekmovanje RCJ obsega precej raznolike discipline: **Reševanje, Nastop in Nogomet**.

Tekmovanje **RCJ Reševanje** ima kar tri različice: **Reševanje Črta**, **Reševanje Labirint** in **Reševanje Simulacija**. Skupno vsem trem je, da tekmovalna arena predstavlja prizorišče naravne nesreče, na primer porušeno zgradbo po potresu. Naloga robota je reševanje ponesrečenecv: na območju nesreče mora robot poiskati žrtev in jo nato prenesti v varno območje. Pri **Reševanju Črta** je pot, po kateri mora peljati robot po areni (slika 3), označena s črno črto na beli podlagi. Med vožnjo po areni mora



**Slika 3** : Tekmovalne arene za tekmovanje Reševanje Črta (ločeno za OŠ in SŠ)

robot uspešno prevoziti križišča, premagati občasne prekinitve črte, ovire, ki jih mora prevoziti ali zaobiti, ter rešiti žrtve (letos srebrne kroglice) na evakuacijsko točko (črn trikotnik). Nevarnosti, ki jih med vožnjo uspešno premaga robot, se točkujejo. Zmaga ekipa, katere robot zbere med vožnjo, ki je časovno omejena, največje število točk. Če ekipe dosežejo enako število točk, se razvrstijo glede na čas, ki so ga potrebovale za vožnjo. Osnovnošolci in srednješolci v Sloveniji v skladu z državnimi pravili še tekmujejo ločeno, trend na svetovnem nivoju pa gre v smeri brisanja tovrstnih razmejitev.

Vsa leta je daleč najbolj množično odprto državno tekmovanje RCJ Reševanje Črta. V kategoriji za učence OŠ se je pomerilo 28 osnovnošolskih ekip z več kot 90 tekmovalci, ki so se na državno tekmovanje uvrstile kot najboljše ekipe z regijskih predtekmovanj. Tudi slovenske srednješolske ekipe (18 ekip s približno 70 tekmovalci) so se na državno tekmovanje RCJ Reševanje Črta za SŠ uvrstile na osnovi uvrstitve na regijskih predtekmovanjih. Osnovnošolcem sta se na tekmovanju RCJ Reševanje Črta pridružili dve hrvaški ekipi, prav tako so se tudi srednješolcem pridružile tri hrvaške ekipe.



**Slika 4** : Tekmovalna arena v zelo zahtevni disciplini RCJ Reševanje Labirint



Na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za OŠ je bile najuspešnejša ekipa »Pizza Crew 1« iz OŠ Franja Malgaja Šentjur, ki sta ji sledili ekipa »SkyBot« iz Prve OŠ Slovenj Gradec ter ekipa »RSOSKP« iz OŠ Koper. Za odlične dosežke smo podelili zlati in srebrna priznanja. Na odprtem državnem tekmovanju je dosegla prvo mesto hrvaška ekipa »Lovrak« iz OŠ Mate Lovraka.

Med srednješolskimi ekipami na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za SŠ so se najbolje odrezale ekipe »TECHLECTIC« iz TŠC Maribor Srednja strojna šola, ekipa »CHEEKI BREEKI« iz ŠC Postojna, Gimnazija Ilirska Bistrica ter ekipa »TriPike« iz ŠC Celje, Gimnazija Lava, ki so osvojile prvo, drugo in tretje mesto. Za odlične dosežke smo najboljšim tekmovalcem podelili zlati in srebrna priznanja. Na odprtem državnem tekmovanju je dosegla 1. mesto hrvaška ekipa »Školska knjigaCRO team«, ki je nastopala v okviru Hrvatskega društva za robotiko iz Zagreba.

Na tekmovanje RCJ Reševanje Labirint (*slika 4*) sta v konkurenci OŠ sodelovali 2 ekipi iz Hrvaške, v konkurenci SŠ pa po ena ekipa iz Slovenije in Hrvaške. Tako je prvo mesto na državnem prvenstvu brez konkurence zasedla ekipa »SERŠ TEAM« iz SERŠ Maribor.

Letos smo četrtič izvedli tudi tekmovanje v disciplini RCJ Reševanje Simulacija, na katerem je sodelovalo 5 ekip (od tega 2 iz Hrvaške) v konkurenci SŠ, medtem ko so v konkurenci OŠ sodelovale le 3 hrvaške ekipe. V tej disciplini skušajo tekmovalci najprej s pomočjo računalniške simulacije najti najustreznejšo strategijo reševanja in jo potem tudi izvesti v virtualni tekmovalni areni. Odlično so se odrezali tekmovalci iz mariborske srednje šole SERŠ, ki so sicer v slovenskem državnem tekmovanju z ekipami »SERŠ ZIGGI«, »SERŠ TEAM« in »SERŠ BOGA« osvojili prvo, drugo in tretje mesto, v odprti konkurenci pa so morale slovenske ekipe priznati premoč hrvaški ekipi »MIOC CRO team« iz XV gimnazije Zagreb.

Za tekmovanje v disciplini RCJ Nastop mora ekipa sama zgraditi robota, sebi in robotu izdelati kostume in sceno za nastop, izbrati glasbo in pripraviti koreografijo ter izvesti nastop z robotom (*slika 5*). Na odprtem državnem tekmovanju je sodelovalo 5 ekip, od tega 4 osnovnošolske (med njimi 2 hrvaški) in le ena srednješolska ekipa iz Slovenije. Prvo mesto v osnovnošolskem slovenskem državnem tekmovanju je zasedla ekipa »PARALELNI SLALOM« iz OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik in drugo mesto ekipa »FRANCE1« iz OŠ Franceta Prešerna Kranj. V konkurenci SŠ (starost nad 15 let) je brez konkurence zasedla 1. mesto ekipa »FRANCE2«, ki so jo sestavljali učenci OŠ Franceta Prešerna Kranj in dijaka Šolskega centra Kranj.

Pri tekmovanju RCJ Nogomet tekmujejo ekipe v gradnji avtonomnih robotov, ki igrajo nogomet.



*Slika 5 : Ekipa OŠ se predstavi s plesno glasbeno točko na sceni s plešočimi roboti*

Robotsko nogometno ekipo po trenutno veljavnih pravilih sestavljata dva robota. Eden od robotov v ekipi je vratar, drugi pa napadalec. Na nogometni tekmi zmagata robotska ekipa, ki da nasprotni ekipi več golov, kot jih je prejela. Ekipe igrajo medsebojne tekme na izpadanje.

Glede na zmogljivost in velikost robotov se ta tekmovalna disciplina deli še v kategoriji: »Lahka«, v kateri so letos tekmovali 4 ekipe, in kategorijo »Open«, v kateri je letos tekmovala samo hrvaška ekipa.

Na državnem tekmovanju RCJ Nogomet je v kategoriji »Lahka« zmagala ekipa »The Incredibles« iz ŠC Ptuj, Elektro in računalniška šola. V odprti konkurenci je dosegla prvo mesto ekipa »FESB Team«, ki je zastopala Udrugo za robotiko Split. V kategoriji »Open« je dosegla prvo mesto brez konkurence ekipa »CroBiH«, ki je zastopala Hrvatsko društvo za robotiko Zagreb.

## 5 Zaključek

Robotska tekmovanja omogočajo primerjavo tekmovalcev/ekip znotraj države na državnih tekmovanjih in primerjavo tekmovalcev/ekip na mednarodnem nivoju. Državno robotsko tekmovanje se konča s svečano razglasitvijo zmagovalcev oziroma najboljših treh tekmovalcev/ekip ter podelitvijo priznanj za najboljše dosežke.

Vendar zgoraj naštetih cilji niso edini cilji, ki jih zasledujejo robotska tekmovanja. Na področju robotskih tekmovanj je olimpijsko vodilo tekmovanj razširjeno z željo po novih znanjih in se glasi: »Pomembno je sodelovati, se naučiti čim več novega in ne samo zmagati.« To pomeni, da je cilj robotskih tekmovanj spodbujanje izvirne gradnje robota in aktivno učenje ob tem, ko se trudimo zgraditi nov, boljši robot po svoji izvirni zamisli. Sam dogodek – tekmovanje – naj bi bil v prvi vrsti priložnost za srečanje, primerjanje in izmenjavo izkušenj,

pridobljenih pri gradnji robota. Želja po gradnji čim boljšega in izvirnega robota daje sodelujočim spodbudo za aktivno osvajanje novih znanj in vseživljenjsko učenje. Sama narava robotskega tekmovanja postavlja okvire za projektno delo. Gradnja robota je projekt, ki se mora zaključiti na datum tekmovanja, kajti ta določa rok zaključka projekta. Poglavitno merilo za uspešnost projekta je dosežek na tekmovalni areni v primerjavi s tekmeci. Mnoga svetovna robotska tekmovanja spodbujajo sodelovanje in skupinsko delo s tem, da lahko na tekmovanjih sodelujejo izključno ekipe tekmovalcev. Opisane značilnosti robotskih tekmovanj so v skladu s pričakovanji družbe znanja, zato predstavljajo robotska tekmovanja odlično pripravo vsakega udeleženca tekmovanja na uspešno uveljavljanje v družbi znanja.

Robotska tekmovanja pogosto dopolnjujejo delavnice za tekmovalce in njihove mentorje, ki omogočajo hitro prenašanje novih znanj na vse sodelujoče na robotskem tekmovanju.

Razen doslej naštetega pa robotska tekmovanja s srečanjem ekip in izmenjavo pridobljenih izkušenj med njimi omogočajo tudi sledenje odprtim raziskovalnim problemom področja tekmovanja in spremljanje trenutnega stanja razvoja področja tekmovanja.

Nenazadnje, robotska tekmovanja prav gotovo spodbujajo mnoge učence osnovnih šol, da se odločajo za nadaljevanje šolanja v eni od tehniških

strok. Podobno velja za maturante splošnih gimnazij, saj se večina tistih, ki nadaljujejo študij na eni od tehniških fakultet na programih mehatronika, elektrotehnika in strojništvo.

Za uspešno izvedbo robotskih tekmovanj gre posebna zahvala za vsestransko podporo pri organizaciji tekmovanj predstojniku Inštituta za robotiko izr. prof. dr. Alešu Hacetu in vodstvu FERi UM, ki omogoča uporabo avle v stavbi G2 skupaj s sosednjimi učilnicami ter ozvočenja in video projekcije. Zahvala velja avtorjem fotografij in video posnetkov študentom Domnu Ulblu, Blažu Črničju in Almi Rastoder ter mag. Marijanu Španerju kakor tudi vsem sodelavcem Inštituta za robotiko, Inštituta za avtomatiko, ostalim sodelavcem FERi in mnogim študentom. Prav tako velja zahvala vsem sodelavcem in mentorjem po srednješolskih tehniških centrih, kakor tudi vsem sponzorjem in donatorjem tekmovanja.

Letos so najuspešnejše ekipe v svojih disciplinah prejele poleg pisnih priznanj tudi praktične in denarne nagrade, ki so jo prispevali donatorji in sponzorji robotskega tekmovanja. Tako kot vsa leta do sedaj, so se tudi letos vse ekipe udeležile tekmovanja brez plačila kotizacije.

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za zadnje tekme kot tudi za prejšnje so za tekmovanje **Robot** na voljo na <https://iro.feri.um.si/robot/>, za ostala tekmovanja **ROBosled** in **RCJ** pa na <https://robobum.um.si>.

## 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 vođenja
- Pametni vmesnik (Smart HUB) za programiranje po principu »enostavnega učenja«

## YASKAWA



A Bisanode Solution

Krmiljen z  
YRC1000

# 29. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

## VZDRŽEVANJE

## 2019



# DVS

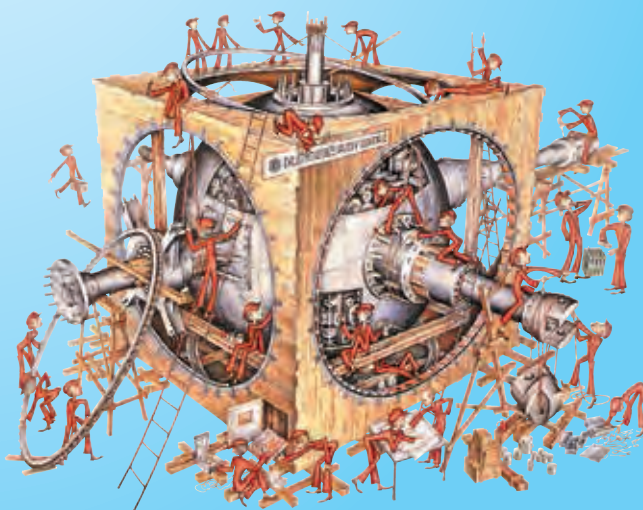
**Otočec, 9. in 10. oktober 2019**

9. oktober 2019: delavnice, ni razstave

10. oktober 2019: razstava, brezplačna predavanja

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

[www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si)



e-mail: [tajnik@drustvo.si](mailto:tajnik@drustvo.si)

tel: 041 387 432

# FLUIDNA TEHNIKA 2019 – TRI DESETLETJA STROKOVNIH SREČANJ V SLOVENIJI

Darko Lovrec, Edvard Detiček

Mariborska industrija in posredno Univerza v Mariboru sta bili že od nekdaj ozko povezani s hidravliko in pnevmatiko oz. s to branžo in vrsto tehnike. Omenimo samo TAM, Metalno in Hidromontažo kot tri velika nekdanja podjetja, ki niso bila samo uporabniki te tehnike. V okviru teh podjetij so že pred več kot 60 leti tudi proizvajali določene hidravlične komponente, gradili zahtevne hidravlične pogone in sisteme ter izvajali njihovo vzdrževanje. Danes je na tem področju regije veliko sicer manjših podjetij, ki pa nadvse uspešno nadaljujejo tradicijo in se na področju hidravlike in pnevmatike zelo uspešno vključujejo v slovenski prostor in v prostor te regije v Evropi ter tudi zunaj nje.



*Udeležba na konferencah je bila vedno odlična*

Zato nas izredno veseli, da lahko tudi kot Univerza v Mariboru in Fakulteta za strojništvo prispevamo k tej tradiciji – s strokovnimi in znanstvenimi dogodki. Eden takšnih je brez dvoma tudi letošnja mednarodna konferenca *Fluidna tehnika/Fluid Power 2019*, ki zelo uspešno nadaljuje tradicijo strokovnih

srečanj in posvetov. Pod okriljem visokošolskih izobraževalnih ustanov s področja tehnike jih organiziramo že skoraj tri desetletja. Najprej so bili to tematski enodnevni seminarji s področja hidravlike in pnevmatike, ki so v tridesetih letih prerasli v danes zelo odmevno in dobro obiskano mednarodno konferenco.

**Prof. dr. Darko Lovrec**, univ. dipl. inž., **doc. dr. Edvard Detiček**, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Z letošnjo mednarodno konferenco *Fluidna tehnika/Fluid Power 2019*, ki bo potekala 19. in 20. septembra v Kongresnem centru Habakuk v Mariboru, zgoj nadaljujemo tradicijo posvetov in strokovnih

srečanj, s katerimi smo pričeli na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru (takrat Tehniški fakulteti) že leta 1991.

Pobuda in potreba po strokovnih srečanjih v Sloveniji, ki bi služila prenosu znanja iz izobraževalnih ustanov in inštitutov v industrijo in v obratni smeri, sta takrat prišli iz industrije. Obravnavana tematika je bila vedno aktualna: predstaviti novosti s tega zelo pomembnega področja tehnike. Prvo tovrstno srečanje je bil enodnevni dogodek, poimenovan *Proporcionalna hidravlika*, ki smo ga organizirali na takratni Tehniški fakulteti (sedaj Fakulteti za strojništvo) v Mariboru (prof. Edvard Kiker) skupaj s kolegi iz podjetij Ulbrich Hidroavtomatika (D. Helbl), TAM (A. Marolt), Kladivar Žiri (J. Gartnar) ter s Fakultete za strojništvo v Ljubljani (A. Stušek) in kolegi iz Hrvaške (P. Ciner). Naslednje enodnevno strokovno srečanje leta 1994 je potekalo na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani in je obravnavalo problematiko s področja mobilne hidravlike – *Mobilna hidravlika '94*.

Leta 1995 so enodnevna srečanja prerasla v nacionalno konferenco z imenom *Fluidna tehnika*, ki smo ga ohranili do danes. Od leta 2005 dalje je srečanje postalo dvodnevno s priložnostno razstavo, ki je služila predvsem kontaktom med ponudniki ter uporabniki hidravlične in pnevmatične opreme. Čeprav ne gre za klasični sejem, je razstava izvrstna priložnost za mreženje. Zaradi vse večje internacionalizacije, vedno večjega števila predavateljev in udeležencev iz tujine je konferenca postala mednarodni dogodek, osrednji dogodek branže v tem delu Evrope.

Naziv mednarodne konference Fluidna tehnika/ Fluid Power je danes poznan strokovnjakom s področja hidravlike in pnevmatike po svetu. Po vsebini in namenu pa je konferenca ostala zvesta svojemu poslanstvu in občinstvu. Tako je vedno glavni cilj konference predstaviti številne zamisli, zadnja dognanja raziskav in razvoja, novosti in rešitve proizvajalcev ter ponudnikov opreme in storitev s področij, kjer sta hidravlika in pnevmatika. Gre za dvostransko izmenjavo informacij: tuji predavatelji praviloma predstavijo, v katero smer gre razvoj v svetu, kaj so globalna pereča vprašanja in problematika branže, kakšni so njihovi dosežki na področju razvoja in aplikacij. Za domača razvojno narav-

nana podjetja in univerze, fakultete in inštitute pa je to izredna priložnost, da predstavijo lastno znanje in dosežke.

Na letošnji mednarodni konferenci *Fluidna tehnika/ Fluid Power 2019* bodo predstavljena področja, kot so splošne smernice in novosti razvoja fluidne tehnike v svetu, mehatronski pristop snovanja izdelkov in rešitev fluidne tehnike, koncept industrija 4.0, novosti na trgu sestavin in sistemov, sodobne zasnove pogonov na področju strojev in naprav, metode in postopki vzdrževanja ter nadzora fluidnotehničnih sistemov in sestavin, primeri inovativne uporabe fluidne tehnike ter pomen strokovnih združenj in organizacij na tem za industrijo in uporabnike tako pomembnem področju tehnike. Zanimivo: slednja tema je bila tudi ena od tematik prve konference Fluidna tehnika v letu 1995.

Med letošnjimi uvodnimi predavanji bo dr. O. Reintert, direktor znanstvenoraziskovalnega programa IFAS-a (Inštituta za fluidnotehnične pogone in sisteme) iz Aachna, Nemčija, enega vodilnih inštitutov v Evropi in v svetu, kjer se ukvarjajo z raziskavami s področja hidravlike in pnevmatike, predstavil inovacije na področju fluidne tehnike ter prihajajoče izzive. Mag. D. Rager z raziskovalnega oddelka podjetja FESTO iz Esslingena, Nemčija, bo predstavil sodobne rešitve s področja pnevmatike, primerne za uporabo v okviru sedaj že nepogrešljivega koncepta industrija 4.0, g. A. Coppens pa vlogo evropske krovne organizacije s področja hidravlike in pnevmatike CETOP.

Prispevki vseh izbranih in potrjenih avtorjev so navedeni na spletni strani konference: <http://ft.fs.um.si/>.

Predavatelji prihajajo iz različnih držav: iz Nemčije, Francije, Avstrije, Mehike, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Srbije ter seveda Slovenije. Sodelujejo vsa naša vodilna podjetja, ki se ukvarjajo z razvojem komponent ali sistemov s področja hidravlike in pnevmatike, ter seveda tudi razvojni oddelki s področja stroke obeh največjih slovenskih univerz. Prav tako je na navedenem spletnem naslovu moč najti vse nove informacije, vezane na program konference, o razstavljavcih, pokroviteljih, letošnjem družabnem večeru in še o marsičem. Razpisan je tudi natečaj za najboljše di-



plomsko delo s področja hidravlike in pnevmatike *zlata diploma fluidne tehnike*, s katerim želimo spodbuditi mlade inženirje, da nadaljujejo svoje delo na področju hidravlike in pnevmatike. Tudi o tem razpisu je na voljo več informacij na spletni strani konference.

V okviru konference je načrtovana tudi že tradicionalna okrogla miza na temo *Vloga strokovnih združenj na področju stroke*, kjer bomo poskušali osvetliti to tematiko: kakšna je vloga strokovnih združenj s področja hidravlike in pnevmatike v Evropi, kakšna pri nas in v naši soseščini. V pogovorih bomo poskušali poiskati odgovor na vprašanje, ali so združenja res namenjena sama sebi ali pa so podpora naši industriji in posameznikom in so na ta način dejanska potreba v korist članstva v teh združenjih ...

Kot je bilo že omenjeno, je konferenca Fluidna tehnika dvodnevni mednarodni dogodek s stalnim terminom – organizirana je v tretjem tednu septembra

vsako drugo leto. Konferenca je po svoji vsebini namenjena vsem, ki so na kakršenkoli način povezani s hidravličnimi ali pnevmatičnimi napravami. Še zlasti pa tistim, ki želijo biti informirani o zadnjem stanju tehnike, novih odkritjih, spoznanjih in ponudbi s področja hidravlike in pnevmatike. Hidravlika in pnevmatika igrata pomembno vlogo v našem vsakdanjem življenju. Srečamo jo praktično na vsakem koraku, brez nje skorajda nič ne funkcionira, le da se tega premalo zavedamo.

Mednarodni značaj konference skupaj s prijetno atmosfero in druženjem v Mariboru je pravi forum za nova spoznanja in diskusije o zadnjih novostih, inovativnih dosežkih in pridobljenih informacijah, ki poraja nove ideje in morebiti omogoča ohraniti konkurenčno prednost. Izredno bomo veseli, če vas bomo lahko pozdravili kot udeleženca, razstavljalca ali pokrovitelja mednarodne konference *Fluidna tehnika 2019*.



Univerza v Mariboru  
Fakulteta za Strojništvo  
Laboratorij za Oljno Hidravliko



M A R I B O R , 1 9 . i n 2 0 . S E P T E M B E R 2 0 1 9

mednarodna konferenca

# Fluidna Tehnika 2019

Vabilo

**Mednarodne konference "Fluidna Tehnika" so že od leta 1995 dalje osrednji bienalni dogodek s področja tehnologij, ki jih pokrivata hidravlika in pnevmatika.**

**Vabimo vas, da kot avtor prispevka, kot razstavljalca ali kot pokrovitelja mednarodne konference Fluidna Tehnika 2019, predstavite nova spoznanja, nove proizvode, dosežke in storitve.**

**Podrobnejše informacije o konferenci, tematskih področjih, programu, pomembnih datumih, ... najdete na domači spletni strani konference.**

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

K O N G R E S N I C E N T E R H A B A K U K

# 52. MOS

## TEHNIKA

OPREMA IN ORODJA ZA  
PODJETJA IN DOMAČE MOJSTRE



10.-15. september 2019  
**CELJSKI SEJEM**

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

## NOV SINTETIČNI PROTEIN V OBLIKI NOGOMETNE ŽOGE ZA USMERJANJE PROCESOV V ORGANIZMIH

Mednarodni skupini raziskovalcev, v kateri so bili tudi sodelavci Instituta »Jožef Stefan«, je uspelo izdelati votlo proteinsko makromolekulo, ki po obliki spominja na nogometno žogo in jo sestavlja 24 proteinskih enajstkotnikov, zelo obstojna struktura pa je namesto z nitjo sešita z atomi zlata. Podobne proteinske molekule z votlo strukturo v organizmih kontrolirajo pomembne življenjske funkcije, zato novo odkritje med drugim obeta uporabo v farmaciji za prenos učinkovin na tarčna mesta v celicah. Rezultate raziskave je danes objavila revija Nature, najuglednejša revija s področja naravoslovja.



Raziskovalci Instituta »Jožef Stefan«

Proteinska molekula, ki so jo ustvarili pod vodstvom prof. dr. Jonathana Heddla z Jagellionske univerze v Krakovu, je geometrijsko zelo zanimiva. Iz enajstkotnikov namreč ni mogoče sestaviti pravilnega poliedra. Pri samoureditvi te proteinske molekule narava »pogoljufa« in z malenkostno deformacijo sestavi »prepovedano« nogometni žogi podobno strukturo iz štiriindvajsetih enajstkotnikov. Človeštvo take »prepovedane« geometrijske oblike že dolgo pozna. Krogelna struktura take oblike se pojavlja v mavrski arhitekturi, npr. v kupoli paviljona ob Levjem dvorišču v španski Alhambri.

Mednarodna ekipa raziskovalcev iz Poljske, Japonske, Združenega kraljestva in Kanade je skupaj s sodelavci Instituta »Jožef Stefan« pokazala, da je mogoče izdelati proteinske kletke takih matematično »prepovedanih« geometrijskih oblik, s čimer je odprla novo smer ustvarjanja sintetičnih proteinov.

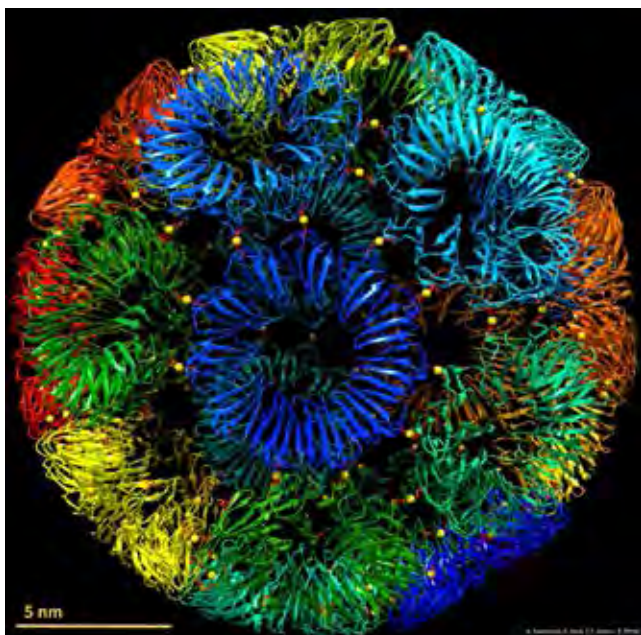
Raziskovalci Instituta »Jožef Stefan« Mitja Kelemen, dr. Primož Vavpetič in izr. prof. dr. Primož Pelicon so izvedli raziskave na ionskem pospeševalniku Insti-

tuta »Jožef Stefan«, edinem raziskovalnem pospeševalniku v državi, ki od leta 1997 deluje v Podgorici pri Ljubljani. Na skupke prečiščenega proteina so usmerili protone, ki so jih pospešili z napetostjo 3 milijonov voltov. Skupki proteinov so bili veliki 20 mikrometrov, protonski žarek pa je imel premer enega mikrometra. Iz rentgenskih žarkov, ki jih protoni vzbudijo v proteinu, so določili, koliko atomov zlata sodeluje pri »sešitju« proteinske žoge.



Ionski pospeševalnik Instituta »Jožef Stefan«





Proteinska žoga

Povsem nove proteinske makromolekule, ki jih v naravi ni, je mogoče danes načrtovati in sintetizirati v laboratoriju ob tesnem interdisciplinarnem sodelovanju biokemikov, matematikov, genetikov in fizikov. Proteinske molekule z votlo strukturo v organizmih kontrolirajo pomembne življenjske funkcije. Ovojnica take votle strukture lahko ščiti in prenaša izbrane molekule znotraj živih bitij, zato so sintetični proteini z votlo strukturo potencialno uporabni v farmaciji za prenos učinkovin na tarčna mesta v celicah.

Odkritje je prav danes predstavila revija Nature, najuglednejša revija s področja naravoslovja, kar pomeni tudi pomembno priznanje raziskovalcem. Institut »Jožef Stefan« je tako še enkrat potrdil svojo umeščenost v vrhunske mednarodne raziskave.

Polona Strnad  
Institut »Jožef Stefan«

01. - 03. 10. 2019  
GR, Ljubljana, Slovenija  
voda-aqua@icm.si www.icm.si

**VODAQUA**  
WATER, SEWAGE & WASTE MANAGEMENT

powered by  
**ICMU**

<https://svet-el.si> • prodaja04@svet-el.si • 01 528 56 88

**svet  
ELEKTRONIKE**

**Naročnine:**

**N1 - PRAVNE OSEBE (1 leto)** Cena naročnine je 44,96 EUR  
**N2 - FIZIČNE OSEBE (1 leto)** Cena naročnine je 39,97 EUR  
**N5 - INTERNET NAROČNINA (1 leto)** Cena naročnine je 20,33 EUR

Vsak naročnik prejme tudi  
brezplačni letnik na DVD-ju, DVD je lahko katerikoli.  
Darilo: vsi letniki na DVD-ju do leta 2003'

## NOVA ZVRST SNOVI, KI JE NI MOŽNO RAZUMETI Z OBSTOJEČO FIZIKO

Raziskovalci Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. dr. Dragana Mihailovića so odkrili povsem novo zvrst snovi, ki je ni možno razumeti z obstoječo fiziko. V nenavadnem stanju snovi so elektroni ukleščeni v zgoščeni kvantni godlji, podobni prometnemu zastoji. Gre za odkritje povsem nove oblike materije, saj za osnovne delce tovrstni pojavi še niso bili znani. Raziskava je bila v celoti izvedena na posebnem mikroskopu na Institutu »Jožef Stefan«, o odkritju pa je poročala prestižna znanstvena revija Nature Materials.

Elektroni so verjetno najbolj pomembni osnovni delci v naravi. Tisočletja so nam poznani ob pojavu statične elektrike, bliska in magnetizma, njihov obstoj kot neodvisnih delcev pa je prvi potrdil Joseph John Thomson leta 1897. Eno od največjih uspešnic fizike dvajsetega stoletja je bilo dognanje, da se elektroni v kristalih gibajo v obliki valov v skladu s kristalno simetrijo. Slednje je privedlo do razumevanja lastnosti materialov in posledično tudi njihove uporabe. Elektroni so danes ključni za delovanje elektronike in računalništva in so s tem tudi gonilna sila globalne ekonomije.

Med poskusi, namenjenimi ustvarjanju novih oblik kvantnih materialov pod močno neravnovesnimi pogoji v kristalu tantalovega disulfida, je skupina raziskovalcev na Institutu »Jožef Stefan« s kratkimi laserskimi sunki ustvarila nenavadno gosto amorfno elektronsko snov, v kateri se zaradi medsebojnih interakcij elektroni zagostijo. Odkritje spada na področje kvantne fizike in je fundamentalno pomembno, saj odpira novo področje. Razumevanje pojava

predstavlja nov velik izziv za današnjo kvantno fiziko. Pojav zagostitve elektronov lahko nastane vsepovsod tam, kjer imamo opravka s hitro kompresijo osnovnih delcev pri velikih gostotah, npr. v jedrih ali v nevtronskih zvezdah. Ima tudi potencialno uporabo, saj je pojav možno kontrolirati, ob njem pa se močno spremeni električna upornost snovi.

Skupina osmih fizikov pod vodstvom prof. dr. Dragana Mihailovića je pojav odkrila med raziskavami leta 2016. Potem je potrebovala tri leta, da ga je lahko okarakterizirala in eksperimentalno potrdila. Hkrati je bilo potrebno vsaj delno poskusiti poiskati tudi teoretični model, kar pa je bolj izpostavilo dejstvo, da novo odkrito stanje ne sodi v siceršnje razumevanje fizike in predstavlja nov izziv izven obstoječih okvirov kvantne fizike.

Novo odkrito pojav lahko pojmuje kot zagostitve elektronov, ki nastane v procesu, ko njihova gostota hitro narašča. Zaradi medsebojnega odboja se ukleščijo v stanje, v katerem so prepleteni z drugimi prostimi elektroni. Intuitivno vemo, da prometni zastoji nastanejo, ko se avtomobili v koloni zagostijo (angleško »jamming«). Pri omenjeni snovi je nenavadno, da se zagostitve pojavi med elektroni, ki jih kvantna mehanika ponavadi pojmuje kot valove. V eksperimentih, ki so jih izvedli raziskovalci z Instituta »Jožef Stefan«, se lepo prikaže dvoličnost kvantne mehanike, saj električna prevodnost novo nastale snovi ponazarja, da poleg zagostenih elektronov v snovi hkrati obstajajo tudi prosti elektroni, ki se gibajo v valovih. Nekako tako kot na dvopasovni cesti, ko en pas zaradi gneče stoji, v vzporednem pasu pa promet prosto teče, včasih pa kako vozilo tudi preskoči z enega pasu na drugega – seveda gre v primeru elektronov za kvantni preskok.



*Kvantni prometni zastoj*

Raziskovalcem je novo snov uspelo posneti s posebnim mikroskopom, katerega razvoj je trajal šest let, njegov obstoj pa je omogočilo sodelovanje med nemškimi podjetjem Omicron in Nanocentrom ter Institutom »Jožef Stefan«. Na začetku je bil financiran s sredstvi Centra odličnosti Nanocenter, po osnovnem zagonu pa so napravo v okviru ERC-projekta še močno nadgradili. Osnovni nizkotemperaturni mi-

kroskop s štirimi konicami je edinstven v svetu, saj omogoča opazovanje neravnovesnih stanj, ustvarjenih z močnimi laserskimi žarki. Mikroskop pa ne omogoča le meritev položaja posameznih elektronov, ampak tudi njihovo gibanje, porazdelitev hitrosti in tudi istočasno meritev klasične električne upornosti samega materiala, v katerem pojav opazujemo. Podjetje Omicron je po vzoru te naprave izdelalo še nekaj podobnih, vendar pa za zdaj nobena od teh še nima možnosti meritev v kombinaciji z lasersko spektroskopijo, kar ostaja unikat v Sloveniji. Nadaljevanje dela zdaj financira projekt ARRS.

Odkritje je v celoti plod slovenske raziskovalne skupine. Od njene prve objave na tem področju leta

2014 v reviji Science so pričele sorodne raziskave številne raziskovalne skupine po svetu: na MIT-ju, Stanfordu, v več skupinah v Nemčiji, na Harvardu, Berkeleyju in na ETH-ju v Švici ter na Institutu za fiziko kitajske akademije znanosti. Ameriško obrambno ministrstvo pa je na osnovi objave skupine objavilo razpis za raziskave na novonastalem področju. Najpomembnejše rezultate pa je tudi z današnjo objavo v prestižni znanstveni reviji Nature Materials pokazala prav skupina slovenskih fizikov z raziskavami na Institutu »Jožef Stefan«, kar je nedvomno nova potrditev uspešnosti slovenske znanosti.

Polona Strnad, IJS  
polona.strnad@ijs.si

POSVET

# AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2019 - ASM '19

4. decembra 2019

na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

 **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

## REHABILITACIJSKI ROBOTI IN RAZVOJNI TRENDI NA TEM PODROČJU

Rehabilitacijski roboti za zdravljenje senzomotoričnih pomanjkljivosti so predvsem nevrofiziološka perspektiva. V zadnjem desetletju je prišlo do hitrega in obsežnega razvoja robotov za rehabilitacijo senzomotoričnih pomanjkljivosti po poškodbi centralnega živčnega sistema (CNS). Številne inovacije so bile tehnološko usmerjene in so že primerne za klinično uporabo. Rehabilitacijski roboti morajo biti zasnovani na podlagi nevrofizioloških spoznanj, ki so osnova normalnih in okvarjenih senzomotoričnih funkcij, kar zahteva interdisciplinarno sodelovanje.



*Rehabilitacijski roboti postajajo vedno bolj kompleksni in prilagodljivi specifičnim potrebam pacientov*

Okrevanje senzomotoričnih funkcij po poškodbi CNS temelji na izkoriščanju nevroplastičnosti s poudarkom na rehabilitaciji gibov, potrebnih za samostojnost gibanja. Za to pa je potrebna fiziološka aktivacija mišic in okončin, kar je mogoče doseči s funkcionalnimi gibi rok ter aktiviranjem ustreznih perifernih receptorjev. Takšne usmeritve so že privedle do razvoja inovativnih rehabilitacijskih robotov z naprednimi kontrolnimi shemami in sistemi ter uporabo integriranih senzorjev za stalno spremljanje in prilagajanje podpore dejanskemu stanju pacientov, vendar še vedno ostajajo novi in številni izzivi. Za pozitiven vpliv na izid delovanja morajo rehabilitacijski pristopi temeljiti na nevrofizioloških in kliničnih spoznanjih, pri čemer je treba upoštevati, da je okrevanje funkcije še vedno omejeno. Prav zato je za načrtovanje rehabilitacijskih robotov potrebna kombinacija specializiranega inženirskega in nevrofiziološkega znanja in vedno večje vključenosti bionike. Ko se ta ustrezno uporablja, lahko robotsko podprta terapija nudi številne prednosti v primerjavi s konvencionalnimi pristopi, vključno s standardiziranim okoljem za usposabljanje, prilagodljivo podporo in

zmožnostjo povečanja intenzivnosti ter ustreznega odmerka fizičnega bremena terapevtov. Rehabilitacijski roboti so tako idealno sredstvo za dopolnitev konvencionalne terapije v klinikah in imajo velik potencial za nadaljnjo terapijo in pomoč tudi doma.

Roboti za rehabilitacijo so za bolnike s posebnimi potrebami pravi rešitelji! Obstajajo posebni programi, ki robota prilagodijo stanju vsakega pacienta, odvisno od potreb, zahtev, bolezni, kot so poškodbe hrbtenjače, možganske kapi itd. Na svetovnem trgu robotov za rehabilitacijo se pričakuje, da se bo do leta 2025 uporaba in potrošnja robotov bistveno povečala. Rastoče povpraševanje po rehabilitacijskih robotih izhaja iz vedno večjega števila starejših in invalidnih oseb, ki potrebujejo tovrstne terapije tako v času kliničnih posegov kot kasneje v času aktivne rehabilitacije.



*Med pomembnejša podjetja, ki se ukvarjajo z razvojem in proizvodnjo terapevtskih robotov, naprav in sistemov, sodijo: AlterG, Inc., Ekso Bionics, Hocoma, Interactive Motion Technologies, Bioxtreme Robotics Rehabilitation, Instead Technologies, Kinestica in drugi.*

Danes je že precej načinov, ko robotika s pomočjo bionike pomaga pri rehabilitaciji, na primer pri spremljanju in nadzoru hitrosti gibanja, smeri, amplitude, vzorcev skupnega usklajevanja in nadzorovanih motenj, pri zagotavljanju vzdrževanja teže z minimalnim naporom in ponuja možnosti za bolj zanesljive, standardizirane teste in goniometrične ukrepe. Izven klinike za fizično rehabilitacijo se to-

vrstna robotika obeta predvsem kot učinkovit pripomoček za pomoč v obliki eksoskeletov spodnjih okončin ali robotskih ortoz za kolena, gležnje in stopala.

Janez Škrlec, inž.,  
Razvojna in raziskovalna dejavnost,  
Zgornja Polskava

## MANOMETRA ZA HIDRAVLIKO IN PLIN IZJEMNO CENOVNO DOSTOPNA PRI PODJETJU S3C

Cena manometra za zrak/plin ali manometra za hidravliko se zdi precej zanemarljiv strošek, če upoštevamo njegovo uporabnost oziroma koristnost. Če pri svojem delu ne morete brez kakovostnega manometra za hidravlične cevi oziroma manometra za plin, se verjetno zavedate, za kako pomemben pripomoček gre. Vendar vas gotovo kljub temu zanima, kako priti do cenovno karseda dostopnih manometrov – seveda pa ne na račun njihove kakovosti oziroma natančnosti. V podjetju S3C, d. o. o., imamo še posebej ugodno ponudbo, ki vas bo prepričala tudi s svojo kakovostjo ...

### Ugodna cena manometrov različnih vrst (manometer za plin, manometer za hidravliko ...)

Najpomembnejša prednost našega podjetja S3C, d. o. o., so velike kapacitete prostora za skladiščenje izdelkov iz naše ponudbe, ki zajema opremo za pnevmatiko (npr. pnevmatski cilindri), hidravliko in za vsa področja industrije. Posledično lahko kupcem zagotavljamo celostno oskrbo s pripomočki za nemoten potek vaše dejavnosti oziroma delovnega procesa, pohvalimo pa se lahko tudi z izjemno hitro dostavo, saj imamo kar 99 odstotkov izdelkov, ki jih ponujamo, vedno na zalogi. To pomeni približno 120.000 izdelkov iz naše redne ponudbe, ki si jo lahko ogledate tudi v brezplačnem katalogu (na voljo vam je v tiskani ali elektronski različici), oziroma 400.000, če upoštevamo tudi možnost hitre dobave izdelkov drugih priznanih blagovnih znamk. Poleg široke ponudbe in hitre dostave pa lahko svojim kupcem ponudimo tudi konkurenčne cene. Manometri za zrak/plin in manometri za hidravliko so vam pri nas tako na voljo po izjemno ugodni ceni, in to kljub dejstvu, da gre za manometre vrhunske kakovosti, ki jih izdelujejo priznani proizvajalci, kot je denimo podjetje Wika. Manometer Wika se odlikuje po svoji izjemi natančnosti in dolgi življenjski dobi, zato je med uporabniki zelo cenjen. Nudimo tudi hidravlične hitre spojke ter elektromagnetne ventile za vodo.



### Hitra dostava in ugodna cena: manometri ter številni drugi izdelki

Ugodna cena kakovostnih manometrov različnih vrst – med njimi boste našli tudi manometre za olje – in druge opreme (pnevmatski cilindri, **tesnila za hidravliko, gibljive cevi za vodo** ...), ki je še ugodnejša pri večjih nakupih, saj vam v tem primeru nudimo tudi brezplačno dostavo, in to v izjemno kratkem času. Tako lahko vse, kar potrebujete za svoje delo, kupite na enem mestu ter si s tem prihranite čas in skrb. Na voljo smo vam tudi za vse dodatne informacije oziroma za **strokoven nasvet pri nakupu**. Pomagali vam bomo poiskati izdelke, ki vam bodo ustrezali tako kakovostno kot cenovno. Prepričani ste lahko, da bomo s skupnimi močmi našli najustreznejšo opremo za vaše konkretne potrebe in želje.



#### Vir:

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

# EXPERIMENTAL STUDY OF THE VOID-FRACTION DISTRIBUTION IN A BISECTIONAL BUBBLE-COLUMN REACTOR

Andrej Bombač

## Abstract:

This paper presents the distribution of the local void fraction (LVF) in a pilot bisectional bubble-column reactor with a diameter of 0.63 m, where the two-phase mixing of air and water was performed with a static mixer. Because of the lack of such data in the literature, the LVF was measured at 342 nodes in the vertical half-section plane of the column. Detecting the phases at a particular point with a resistivity probe and then a further phase-discrimination procedure using the probe signal enabled a quantitative evaluation of the reactor. Small differences between the volume-integrated LVF values and the gas-holdup measurements based on a liquid-height changes showed reasonably good agreement under all conditions.

## Keywords:

bisectional bubble-column, resistivity probe, local void fraction, integral void fraction, gas holdup.

## 1 Introduction

A bisectional reactor is formed from two sections, i.e., the bottom section, where the two-phase mixing must be ensured, and the upper section, through which the mixture of the aqueous medium and the oxygen gas flows [1,2]. Between these two sections, a separator is located, which allows limited mass transfer based on the limited transfer of the momentum of the rising gas-liquid mixture. As an alternative to conventional impeller stirring, efficient mixing can be ensured by introducing the two-phase mixture at the reactor inlet with a static mixer. The two-phase mixture is prepared in an external loop, whereas the aqueous phase is maintained by a pump, and the reactor feed can also be introduced through this loop.

With bubble-column reactors most of the studies were focused on the global parameters, for example, gas holdup, mass-transfer rate, or pressure drop, and only a few studies present the void-fraction distributions (VFDs). As reported by Krepper et al. [3], the dispersed gas preferentially flows centrally in the bubble column, which leads to an uneven VFD, setting up a global circulation pattern that is basically density-driven. So, the VFDs are of great interest and were extensively studied in various gas-liquid contactors [4–6], in cylindrical bubble columns [7] and with a special emphasis on the flow symmetry [8]. Owing to the increased interest in industrial devices of various shapes, such as rec-

tangular and square bubble columns, VFD studies can be found in [3].

The LVF can be determined experimentally using any physical principle where the liquid and gas behave differently. The first measurements of the LVF were made by measuring the volume of separated air taken away from a two-phase sample (i.e., the vacuum-sampling technique). Later modifications that involve introducing a pair of impedance probes [9], or two pairs of LED/photo detectors [10,11], significantly improved the LVF and bubble-size measurements. The impedance probes based on resistivity changes (i.e., an R probe) in the gas or liquid phase were, because of the simple probe and circuitry, and the low costs [12], extensively used in a variety of systems [5,13,14]. In accordance with the demands for robustness, a very fast response to the phase change is achieved with a very small diameter of approximately 10–50  $\mu\text{m}$ , which also enables the detection of very small bubbles. Based on a literature survey, it is clear that R probes were used in various multi-phase systems to determine the void fraction in bubble columns [3,13], large diameter channels [15] and aerated stirred tanks [5,14,16].

In this study the focus is on the VFD in the bottom section of a pilot bisectional bubble-column reactor using an external loop. The LVF measurements were made with an R probe, which ensured insensitivity to the flow direction with a large angle of attack (less than  $90^\circ$ ) and enabled reasonable accuracy and reproducibility for 342 nodes in the vertical half-section plane of the column for each hydrodynamic regime. Three different hydrodynamic regimes with varying liquid- and air-flow rates were observed. The LVF values were based

Assist. Prof. Andrej Bombač, PhD., University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering

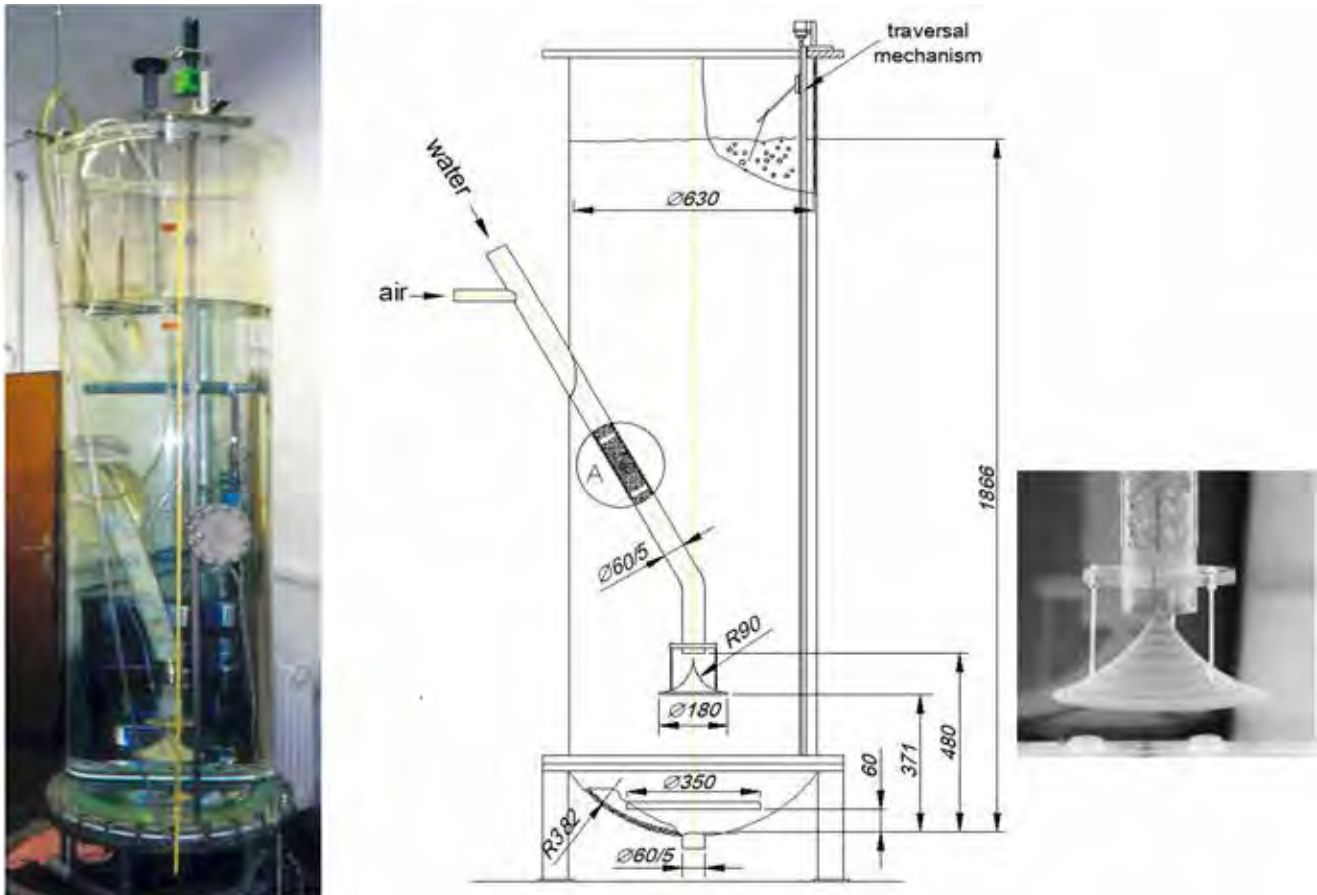


Figure 1: Bubble column with its geometrical parameters and the deflector detail.

on a phase-discrimination procedure using a single threshold. The spatial distributions of the void fraction, radially and based on volume-integrated values of the LVF, are presented and compared for each hydrodynamic regime. The influence of the bubble buoyancy, acting upwards on the free surface, can be recognized from the contours of the LVF in all the regimes. As well as the areas with a remarkably high gas-phase concentration, the two-phase circulation loops can also be recognized from the peaks of the LVF when it is radially integrated.

## 2 Experimental technique

The void-fraction measurements were performed in a cylindrical bisectonal bubble column made of transparent polycarbonate material. It consisted of two parts: (a) an upper cylindrical vessel of inner diameter 630 mm, wall thickness 10 mm and height of 2220 mm, and (b) a rounded bottom of 383 mm in diameter and the same wall thickness. For the probe positioning in the vertical  $r$ - $z$  plane, a special traversal mechanism was mounted on the inner vessel wall, as can be seen in Fig.1. On the opposite side in the same vertical plane, a static mixer with a centrally positioned

downward-oriented outlet was placed. To redirect the axial outgoing two-phase flow from the static mixer to the radial flow, a curved conical deflector was installed. To prevent even single bubbles from entering the outlet and the liquid pump, a plate was placed at the vessel bottom, with a thin gap of 16 mm between the plate edge and the bottom wall. A two-phase mixture of air and water was produced with a Sulzer SMV-12 static mixer, made of a polycarbonate tube with an inner diameter of 50 mm, filled with static mixing packages. The liquid-level height in the column was at  $H = 1866$  mm. A Grundfos TYP CRNE 16 water pump ensured a constant water flow rate, automatically controlled by a preset. To prevent water heating in the column due to the pump's operation, the water temperature was controlled and kept constant at  $22 \pm 0.5$  °C. This was enabled by exchanging the proper quantity of water with colder water (14 °C) from a water basin with a volume of 12 m<sup>3</sup> in the basement below the lab. An Enders-Hauser electromagnetic flow meter of type Promag-F with a relative error of  $\pm 0.5$  % of the reading was used for the volumetric water flow-rate measurements. Furthermore, the volumetric air flow rate was adjusted with a precision needle valve and measured by a TG 300 MLW calibrated rotameter with an accuracy class of 2 and corrected for the pressure head. A Greisinger GDH 07 pressure gauge and

thermocouple were installed inline to correct the flow-meter readings as follows:

$$Q = Q_{\text{read}} \sqrt{\frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T}} \quad (1)$$

where  $Q$  represents the corrected volumetric flow rate,  $Q_{\text{read}}$  is the flow-meter reading,  $p$  is the pressure, and  $T$  is the temperature. The pressure and temperature calibration constants refer to  $p_0$  and  $T_0$ , respectively, and were given by the manufacturer. The experimental setup is shown in Fig.2. The gas holdup ( $\alpha_G$ ) in the column was measured with an improved three-point "level taker". This comes originally from the liquid-level height measurements at the column wall, but with a very high deviation due to liquid waving. The three-point level taker successfully damped the liquid-level oscillation in the glass measuring cylinder. The global gas holdup was defined as:

$$\alpha_G = 100(H_g - H)/H_g, \quad (\%) \quad (2)$$

where  $H_g$  denotes the level height by gassing, and  $H$  denotes the level without. The relative reproducibility error for each hydrodynamic regime was less than 5 %, averaged over at least 20 gas-holdup measurements. Some previous experimental studies of the LVF distribution based on R-probe response measurements were presented for different systems, i.e., in a bubble column [12] using the closing-valve technique for the calibration of the discrimination procedures or using gassed stirred vessels [14,17], where the repeatability error of the local void fraction was found to be within 2.3% (with an angle of attack of less than 90°) and 10% (for angles ranging between 90° and 120°). In the experiments, an R probe with a tip diameter of 11  $\mu\text{m}$  was used.

The voltage response from the R probe corresponds to the structural function  $M_p$ , defined as:

$$M_p(x, t) = \begin{cases} 1, & x \text{ is occupied by } p \\ 0, & x \text{ is not occupied by } p \end{cases} \quad p = \{l, g, S\} \quad (3)$$

where three states of the phase  $p$  are possible in a two-phase flow field, at a particular point  $x$  at any time  $t$ ,  $l$  is the liquid phase,  $g$  is the gas phase, and  $S$  is the phase interface. The structural function  $M_p$  was discriminated into a binary signal from which the LVF was calculated:

$$\alpha(x) = \lim_{\Delta T \rightarrow \infty} \frac{\sum_i \Delta t_{gi}}{\Delta T} \quad (4)$$

where  $\Delta T$  denotes the total sampling time and  $\Delta t_{gi}$  the gas-phase residence time. A very stable procedure with a single threshold at 6% of the signal amplitude was used here as the phase-discrimination procedure. The R probe was powered by a DC supply, and the maximum response magnitude due to the phase change was of 2.3 V. A 12-bit A/D Lab-PC card (National Instruments, NI) supported by LabView software (NI) was used to acquire and store the data. The sampling rate and duration were set to 5 kHz and 3 min, respectively, for each LVF measurement. For each hydrodynamic regime the LVF was evaluated at 342 node locations in the vertical half-section plane of the column. Based on our visual observation, no coalescence or even break-up kernels could be detected, as can be seen in Fig. 3. At the deflector level, photographs were taken to estimate the range of bubble sizes, which was between 2.5 and 3.2 mm. According to the very small bubbles generated by the static mixer in our case, all three regimes could be classified as homogeneous flow regimes. Due to the fact that all the intension was oriented towards measurements of the LVF distribution, no further measurements of bubble size were made.

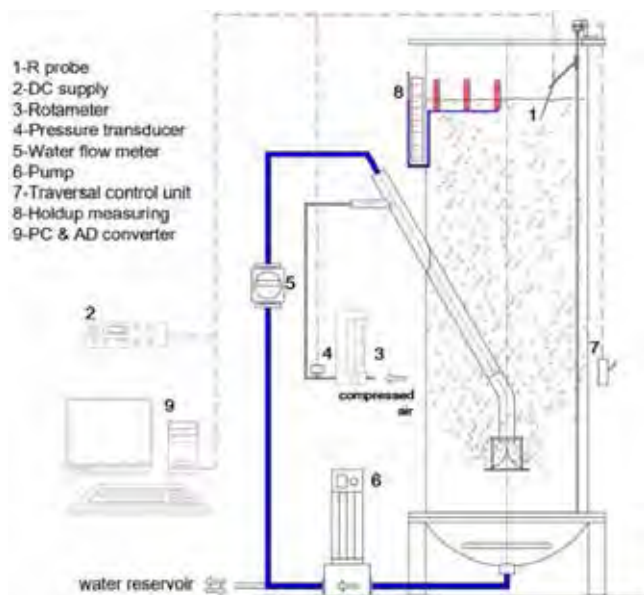


Figure 2 : Experimental setup.

## 3 Results and discussion

### 3.1 Void-fraction distribution

Combining the air and water flow rates, three basic hydrodynamic regimes, for which the photographs are presented in Fig. 3, were studied in detail:

- a) w3a5 - water: 0.8318 kg/s and air: 0.00248 kg/s
- b) w6a5 - water: 1.6637 kg/s and air: 0.00248 kg/s
- c) w9a10 - water: 2.4955 kg/s and air: 0.00523 kg/s

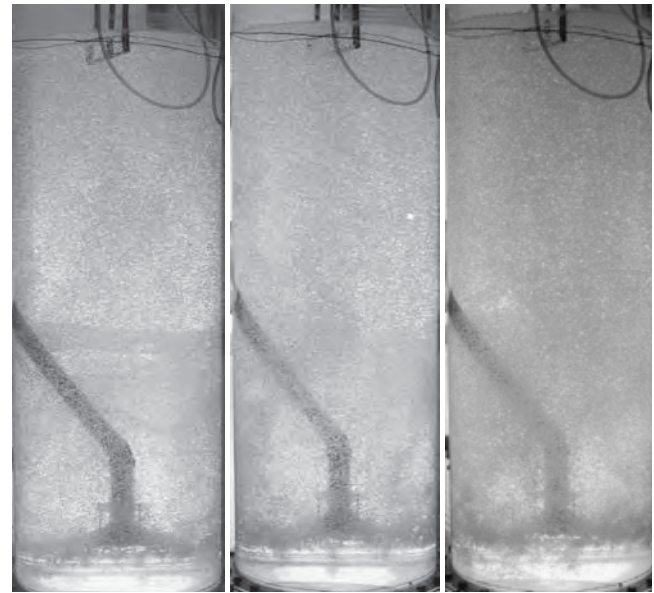
In our case the two-phase flow is generated by mixing water and air in the static mixer, which ended just above the deflector (see the detail in Fig.1). The entering two-phase flow causes strong liquid circulation in both sections (upper and lower) of the column. In



the upper section, rising bubbles in the middle of the column cause an upward liquid flow, which turns just below the liquid surface, radially towards the column wall and then downward, close to the column wall. The water exits the column in the lower section, below the deflector and the safety plate at the bottom (where the safety plate prevents even single bubbles from entering the outlet). This hydrodynamic regime cannot be compared to, for example, any concurrent or countercurrent flow regime of a *conventional* bubble column. Generally, in a bisectonal bubble column, three different regions can be distinguished:

- (R1) the entering two-phase flow coming downwards from the static mixer is deflected symmetrically and discharged radially towards the vessel walls (causing strong liquid circulation in both the upper and lower sections of the column),
- (R2) the region of dispersed bubbles moving upwards due to buoyancy,
- (R3) the region of liquid only, without any trapped bubbles.

The selected measurement grid and procedures allowed us to plot the void-fraction gradients in very fine steps, while only selected contours of a constant LVF are plotted for better clarity (from 0.5-2% with a 0.5% step and from 1-10% with a 1% step), as can be seen in Fig. 4. In the least-intense regime w3a5, the liquid discharge flow was rather weak, and consequently all the discharge two-phase flow in the R1 region redirected upwards to the free surface due to buoyancy. As can be seen from the visual observations and the contours of  $\alpha = \text{constant}$  in Fig.4, the rising bubbles were relatively uniformly distributed with the LVF in the range of 1% and 3% around the middle of the column. Following the lower LVF, i.e., 0.5%, it can be seen that the bubbles spread within the vessel with the height. Below the deflector and above, close to the vessel wall, until half of the liquid column, the two-phase circulation in the liquid bulk was not established. In this regime, the volume-integrated value  $\alpha_v$  of the LVF was found to be 0.84%. Increasing the water flow rate (w6a5 regime) led to a small recirculation of the two-phase mixture, which was observed just below the deflector edge. The dispersed air reached deeper regions below the deflector. Spreading, rising bubbles were seen over a wider area, achieving voidances between 1% and 3%, concentrically. The overall integrated void fraction increased by almost 50%, compared to the previous regime, to 1.24%. In the last hydrodynamic regime (w9a10), both media increased. This caused a very intense recirculation of the two-phase flow just below the deflector. The voidage increased from very low close to the vessel wall up to 8% in the middle of the column. This air-flow enlargement is reflected in the increased value of  $\alpha_v$ , which is now ~2.8 times higher than for previous regimes, and equals 3.47%. The region of liquid (R3) shrank to just the area below the deflector, where only liquid was still provided to the pump.



**Figure 3 :** Photographs of the hydrodynamic regimes: from left w3a5, w6a5, and w9a10.

Generally, in all the studied cases most of the gas was concentrated in the middle of the column, just above the deflector.

### 3.2 Radially integrated void fraction

The radially integrated values of  $\alpha$  are defined as:

$$\alpha_r(z) = \frac{2}{R^2} \int_0^R \alpha_r(r, z) \cdot r \cdot dr \quad (5)$$

and are shown in Fig.5. To facilitate comparison of void fraction with the Fig. 4, the  $\alpha_r(z)$  is displayed on the  $x$  axis. Two typical features can be seen in Fig.5, i.e., the characteristic void peak caused by the deflector and the increasing of  $\alpha_r$  with the height. In the w9a10 regime, the strong inertia of the two-phase flow caused the void peak just below the deflector at ~290 mm, which corresponds to the recirculation flow. In the w6a3 regime the peak shifts to a height of 330 mm due to a weaker discharge flow, as can be seen by the recirculation contours shown in Fig.4. In the w3a5 regime, a weak peak occurred, probably due to the weak two-phase discharge causing no recirculation.

### 3.3 Comparison between the integrated volume and the global void fraction

The results of the volume-integrated values:

$$\alpha_v = \int \alpha_r(h) \cdot dh \quad (6)$$

for the regimes discussed above are shown in Table 1 and compared with the measured gas holdups ac-

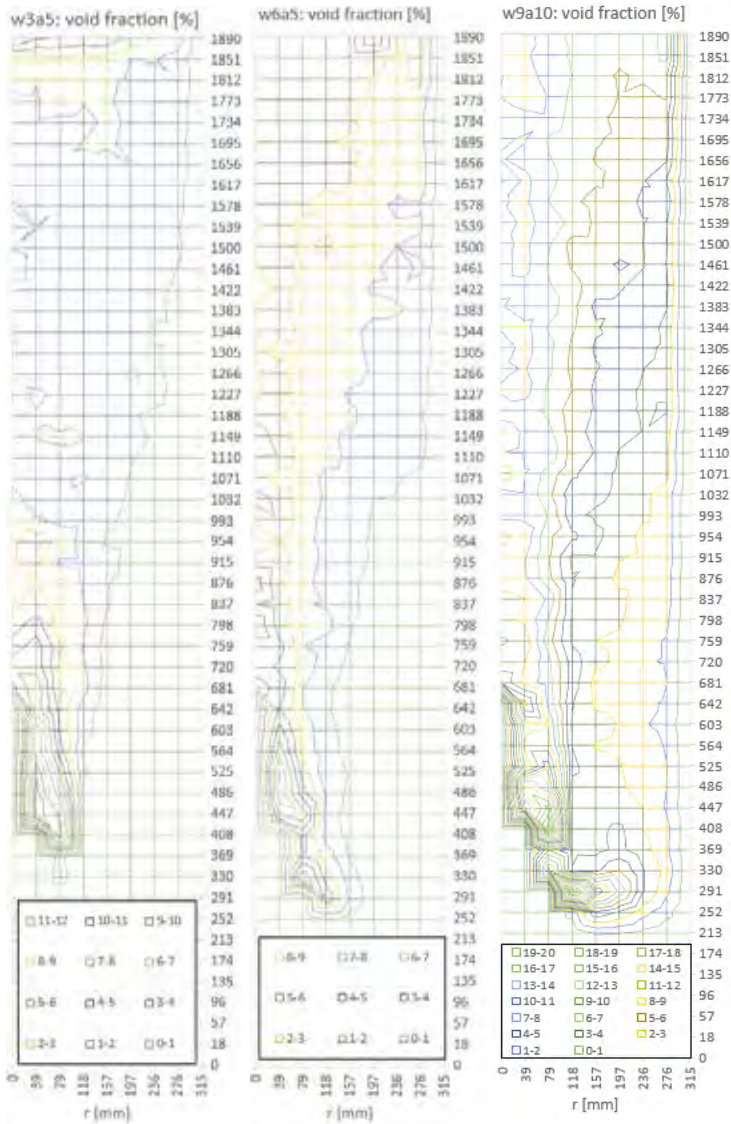


Figure 4 : Interpolated areas of the LVF.

According to Eq.2. Significantly higher  $\alpha_G$  and  $\alpha_v$  were achieved in the regime w9a10 compared to w3a5 and w6a5.

Table 1 : Volume-integrated void fractions compared with the measured gas holdup

	w3a5	w6a5	w9a10
$\alpha_v$ , %	0.84	1.24	3.47
$\alpha_G$ , %	0.79±0.05	1.38±0.05	3.58±0.07
$\varepsilon = (\alpha_v - \alpha_G) / \alpha_G$	0.063	-0.101	-0.031

Generally, small differences in the relative error  $\varepsilon$  found within the limits between 6.3% and -10.1% confirm the applicability of the entire experimental method, which is based on the local detection of the void fraction (using an R probe and the corresponding discrimination method) in such nonhomogeneous two-phase systems.

#### 4 Conclusions

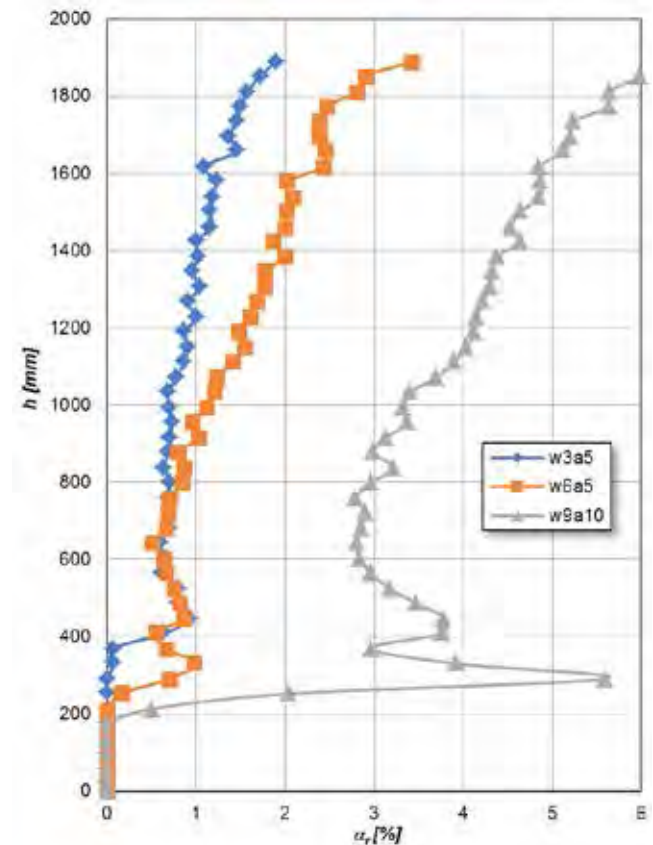
The local void fraction (LVF) in a bisectonal bubble-column reactor was measured in the vertical  $r$ - $z$  half-plane of the column at 342 grid nodes using an R probe and the appropriate discrimination procedure.

The use of the R probe in a bi-sectional bubble column was reasonable because of the wide impact angle. The node values, as data matrices, can be used (in future work) as useful tools to check the CFD predictions.

The tendency of the bubbles to concentrate in the middle of the column above the deflector could be observed in all the regimes.

To the best of our knowledge, this is the first time that local void fractions were measured and compared with the gas holdup in such a pilot-scale bubble column.

Based on the radially integrated values, characteristic void peaking can be observed (at different heights under specific regimes), which was just above the deflector height as well as the increasing of  $\alpha_r$  with the height. A comparison of the measured gas holdups with the volume-integrated LVF showed small differences between them and confirmed the applicability of the entire experiment as



Slika 5 : Radially integrated values of local void fraction as a function of height.

well as the reliability of the LVF in such nonhomogeneous, two-phase systems.

## References

- [1] J. Levec, Arrangement and process for oxidizing an aqueous medium. US Patent No. 5,928,521, US Patent No. 5,928,521, 1999.
- [2] J. Levec, A. Pintar, Catalytic wet-air oxidation processes: A review, *Catal. Today*. 124 (2007) 172–184. doi:10.1016/j.cattod.2007.03.035.
- [3] E. Krepper, B.N. Reddy Vanga, A. Zaruba, H.M. Prasser, M.A. Lopez de Bertodano, Experimental and numerical studies of void fraction distribution in rectangular bubble columns, *Nucl. Eng. Des.* 237 (2007) 399–408. doi:10.1016/j.nucengdes.2006.07.009.
- [4] A. Busciglio, F. Grisafi, F. Scargiali, A. Brucato, On the measurement of local gas hold-up and interfacial area in gas-liquid contactors via light sheet and image analysis, *Chem. Eng. Sci.* 65 (2010) 3699–3708. doi:10.1016/j.ces.2010.03.004.
- [5] A. Bombač, I. Žun, B. Filipič, M. Žumer, B. Filipic, M. Žumer, Gas-Filled Cavity Structures and Local Void Fraction Distribution in Aerated Stirred Vessel, *AIChE J.* 43 (1997) 2921–2931. doi:10.1002/aic.690431105.
- [6] I. Žun, M. Perpar, B. Filipič, Probe Measurements of Local Carrying Gas Fraction in Trickle-Bed Reactor, *Exp. Therm. Fluid Sci.* 15 (1997) 163–173.
- [7] M. V. Sardeshpande, S. Harinarayan, V. V. Ranade, Void fraction measurement using electrical capacitance tomography and high speed photography, *Chem. Eng. Res. Des.* 94 (2015) 1–11. doi:10.1016/j.cherd.2014.11.013.
- [8] J.P. Schlegel, S. Miwa, M. Griffiths, T. Hibiki, M. Ishii, Development of impedance void meter for evaluation of flow symmetry, *Ann. Nucl. Energy*. 63 (2014) 525–532. doi:10.1016/j.anucene.2013.08.026.
- [9] Y. Nagase, H. Yasui, T. Sumimoto, A method for simultaneous measurements of size, shape, direction of motion and speed of ellipsoidal bubbles, *Kagaku Kogaku Ronbunshu*. 7 (1981) 532–537.
- [10] M. Barigou, M. Greaves, Bubble-Size Distributions Gas-Liquid in a Mechanically, *Chem. Eng. Sci.* 47 (1992) 2009–2025.
- [11] S.S. Alves, C.I. Maia, J.M.T. Vasconcelos, A.J. Serralheiro, Bubble size in aerated stirred tanks, *Chem. Eng. J.* 89 (2002) 109–117. doi:10.1016/S1385-8947(02)00008-6.
- [12] I. Žun, B. Filipič, M. Perpar, A. Bombač, Phase discrimination in void fraction measurements via genetic algorithms, *Rev. Sci. Instrum.* 66 (1995) 5055–5064.
- [13] S. Ojima, K. Hayashi, S. Hosokawa, A. Tomiyama, Distributions of void fraction and liquid velocity in air-water bubble column, *Int. J. Multiph. Flow*. 67 (2014) 111–121. doi:10.1016/j.ijmultiphaseflow.2014.05.008.
- [14] A. Bombač, I. Žun, Gas-filled cavity structures and local void fraction distribution in vessel with dual-impellers, *Chem. Eng. Sci.* 55 (2000) 2995–3001. doi:10.1016/S0009-2509(99)00469-8.
- [15] J.P. Schlegel, T. Hibiki, M. Ishii, Characteristics of two-phase flows in large diameter channels, *Nucl. Eng. Des.* 310 (2016) 544–551. doi:10.1016/j.nucengdes.2016.10.047.
- [16] A. Bombač, I. Žun, Individual impeller flooding in aerated vessel stirred by multiple-Rushton impellers, *Chem. Eng. J.* 116 (2006) 85–95. doi:10.1016/J.CEJ.2005.10.009.
- [17] A. Bombač, M. Žumer, I. Žun, Power consumption in mixing and aerating of shear thinning fluid in a stirred vessel, *Chem. Biochem. Eng. Q.* 21 (2007) 131–138.

## Eksperimentalna študija porazdelitve deleža plinaste faze v dvodelni koloni z mehurčki

### Povzetek:

V prispevku je prikazana porazdelitev lokalnega deleža plinaste faze (LVF) v pilotni dvodelni koloni z mehurčki premera 0,63 m, kjer je bilo izvedeno mešanje zraka in vode s statičnim mešalom. Zaradi pomanjkanja tovrstnih podatkov v literaturi je bil LVF izmerjen na 342 vozliščih v navpični polovični ravnini kolone. Z lokalno detekcijo faz v določeni točki s pomočjo uporovne sonde in nadaljnjim postopkom fazne diskriminacije sondnega signala smo omogočili kvantitativno vrednotenje faz v pilotni koloni z mehurčki. Majhne razlike med volumsko integriranimi vrednostmi LVF in izmerjenimi globalnimi prirastki plinaste faze, temelječimi na spremembah višine gladine, so pokazale dobro ujemanje v vseh obravnavanih režimih.

### Ključne besede:

dvodelna kolona z mehurčki, uporovna sonda, lokalni delež plinaste faze, volumski delež plinaste faze, prirastek plinaste faze

## Acknowledgments

This experimental study was conducted under Contract No. P2-0162 by the Slovenian Ministry of Higher Education and Science.

# CERTIFICIRANJE V SKLADU Z METODO CRADLE TO CRADLE®

Marko Krajner, Roman Kunič

## Izvelek:

Koncept Od zibelke do zibelke (Cradle to Cradle®) opredeljuje in razvija ponovno uporabo produktov. V primerjavi s tradicionalnim recikliranjem ta ohranja enako raven kakovosti surovin skozi življenjske cikle več izdelkov, uporabljajo pa se samo varne kemikalije.

Produkti so razviti v skladu z načelom, da se ohrani kakovost surovin skozi več življenjskih ciklov, tudi če upoštevamo uporabo, proizvodne procese in ponovno uporabo. To pomeni: nič odpadkov, saj se vse sestavine obravnavajo kot hranila za naslednji cikel. Pravi materiali so vključeni v določene cikle (metabolizem) ob pravem času in na pravem kraju.

Takšen pristop krožnega gospodarstva analizira ekonomiko recikliranja v verigi dodane vrednosti, kar povzroča ustvarjanje prihodka iz recikliranih materialov. Cradle to Cradle® opredeljuje ohranjanje kakovosti kot tudi ekonomičnost poslovanja v verigi dodane vrednosti. Ponovna uporaba materialov iz produktov Cradle to Cradle® omogoča, da je cena materialov čim bližja nabavni ceni surovin. Tudi če se zaradi predelave ali čiščenja pojavijo dodatni stroški, so ti še vedno nižji od tržne cene vhodnega materiala.

Model Cradle to Cradle® prenaša do industrijskih sistemov načelo »kakovost je enaka količini«. Tok materialov je projektiran tako, da je koristen in uporaben za obnovo in ohranjanje bioloških in tehničnih virov. Ta pristop izhaja iz težnje po upočasnjevanju in zmanjšanju negativnih vplivov na okolje.

Predstavljeni bodo prebojni projekti in inovacije podjetij Bayonix, Werner & Mertz, Wolford in Bicar.

## Ključne besede:

Cradle to Cradle, Od zibelke do zibelke, trajnostni razvoj, certificiranje

## 1 Kaj je Cradle to Cradle?

Premišljeno načrtovanje izdelkov in storitev omogoča vzdržno, okolju prijazno delovanje brez škodljivega odpada. Bistveni predlog koncepta Cradle to Cradle (C2C) je odmik od prizadevanja za »manj škodljivo« delovanje in odločanje za veliko bolj inovativne pristope, ki izdelke in storitve načrtujejo in oblikujejo v »zelo pozitivni« smeri. Takši novi izdelki so stroškovno optimizirani, saj niso razsipni glede na porabljeno energijo in uporabljene materiale kakor tudi glede na posledice, ki jih povzročajo v katerem koli delu življenjskega cikla. Naravne omejitve in gospodarska kriza čedalje jasneje kažejo na vitalno potrebo vsake razvite družbe po bolj premišljenem ravnanju z viri, ki so (še) na voljo. Učinkovita uporaba virov je v tem smislu vse manj okoljski izziv in vse bolj osnovni pogoj za

doseganje konkurenčnosti podjetij, tehnologij, gospodarstev in blaginje prebivalcev. Izdelki Cradle to Cradle® dosegajo novo dimenzijo kakovosti tako z visoko ekonomsko vrednostjo kot z majhnim oziroma v idealnih primerih ničnim negativnim vplivom na okolje. Dosegajo visoko stopnjo prijaznosti do potrošnikov in so začetni zametki sprememb v dojemanju in vedenju potrošnikov in produkcijske industrije [1].

Podatki Eurostat [2, 3] kažejo, da smo v Sloveniji glede snovne produktivnosti precej neučinkoviti. Na enoto ustvarjenega BDP porabimo več naravnih virov, kot je povprečje v EU, in se s stališča konkurenčnosti dolgoročno postavljamo v izredno negotov položaj.

2. decembra 2015 je evropska Komisija odobrila ambiciozen Circular Economy Package, ki vključuje preučene in pretehtane predloge o ravnanju z odpadki, ki bi spodbudili prehod Evrope v smer krožnega gospodarstva. To prinaša velik napredek na nivoju gospodarske konkurenčnosti, spodbujanja trajnostne gospodarske rasti in ustvarjanja novih delovnih mest.

**Mag. Marko Krajner**, univ. dipl. inž., 3ZEN, d. o. o., Ljubljana; **Izr. prof. dr. Roman Kunič**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo



**Slika 1:** Logotip Cradle to Cradle s snovnim tokom materiala v dveh ciklih: biološki (biosfera) in tehnološki (tehnosfera) cikel [4]

## 1.1 Temeljna načela Cradle to Cradle

Ključno načelo odprava koncepta odpadka temelji na posnemanju kroženja snovi v naravi, kjer proces vsakega organizma v ekosistemih prispeva k zdravemu in dobremu delovanju celotnega sistema. Odpadek enega organizma je hrana drugemu. Odpadek enega izdelka (storitve) bi lahko bil vir za drug izdelek (storitev). Načrti, ki jih delamo ljudje, bi lahko posnemali take tokokroge snovi že pri snovanju. Sončna energija je v nasprotju z jedrsko in energijo iz fosilnih goriv na voljo brez ogrožanja možnosti prihodnjih generacij. Načelo uporabe obnovljivih virov spodbuja zanesljivo in donosno uporabo razpoložljivih in obnovljivih virov energije, tudi v obliki vetra ali biomase.

## 1.2 Ključne opredelitve Cradle to Cradle

Koncept med ključne uvršča opredelitev okoljske učinkovitosti (angl. *eco-effectiveness*), ki se ločuje od okoljskega izkoristka (angl. *eco-efficiency*). Če okoljski izkoristek kvantificira, okoljska učinkovitost kvalificira. Pomeni namreč strategijo oblikovanja in načrtovanja procesov, v katerih izdelki in odpadki lahko postanejo »hrana«. Bodisi v naravnih ekosistemih (biosfera) bodisi v industrijskih (tehnosfera) sistemih, kjer lahko v zaprtih krogih krožijo neskončno dolgo, ustvarjajo vrednost in so v samem bistvu zdravi ter varni. Koncept med ključne uvršča opredelitev naravnega in tehnološkega snovnega tokokroga. Izdelki, kot so na primer naravna vlakna, kozmetika, detergenti, so zasnovani tako, da se lahko brez tveganj vrnejo v naravni snovni tokokrog. Tam se razgradijo na nestrupena organska hranila, ki pomagajo pri rasti rastlin, in spet postanejo del novih izdelkov. Izdelki, kot so na primer televizijski sprejemniki, avtomobili, sintetična vlakna, so »tehnične surovine« ali hranila, ki se po koncu svoje življenjske dobe vrnejo v *tehnološki snovni tokokrog* – proizvajalec sestavne dele po koncu življenjske dobe izdelka uporabi pri proizvodnji novih izdelkov [5].

## 2 Certificiranje proizvodov cradle to cradle

Snovalca koncepta sta William McDonough in profesor dr. Michael Braungart [1]. Razvila sta sistem certificiranja, ki podjetjem ponuja možnost pridobitve potrdila, ki zagotavlja skladnost z načeli koncepta (Cradle to Cradle™). Pri dodeljevanju certifikata upoštevajo varnost, škodljivost zdravju in reciklabilnost izdelkov, vidik uporabe obnovljivih virov, odgovornega ravnanja z vodnimi viri pa tudi druge družbene vidike. Certifikat je veljaven dve leti, za njegovo vnovično podelitev pa mora podjetje vsaki dve leti dokazati kakovost svojega izdelka. Mogočih je pet ravni certificiranja: osnovna, bronasta, srebrna, zlata in platinasta, ki kažejo na to, v kolikšni meri izdelki ali storitve ustrezajo merilom koncepta od zibelke do zibelke.

CERTIFIED cradle to cradle		PRODUCT NAME Company Name Protocol Version	
GOLD		BASIC	BRONZE SILVER
	MATERIAL REUTILIZATION	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	MATERIAL HEALTH	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	RENEWABLE ENERGY	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	WATER STEWARDSHIP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	SOCIAL FAIRNESS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Slika 2:** Certificiranje Cradle to Cradle z indeksi zahtevnosti [5]

Izkušnje podjetij, ki so vpeljala načela koncepta od zibelke do zibelke pri vsakodnevem poslovanju, kažejo te merljive koristi:

- ▶ izboljšanje strateškega profila podjetja,
- ▶ izboljšanje poslovnega modela,
- ▶ optimizacija stroškov za prihodnost,
- ▶ prehitavanje zakonskih obvez,
- ▶ oblikovanje pozitivnega, inovativnega ozračja

### 3 Primeri inovativnih certificiranih produktov

#### 3.1 BAYONIX športna steklenica iz naravnih vlaken

V biološkem sistemu je steklenica Bayonix [6] ena večjih sistemskih rešitev proti prekomernemu onesnaževanju s plastiko.

Vsako leto se v plastenke vloži 89 milijard litrov vode. Samo v Nemčiji se vsako sekundo porabi 1500 plastenk. Približno 80 % teh steklenic konča v smeteh. V Nemčiji je v obtoku okoli 800 milijonov takšnih steklenic, zato se vsako leto v to državo vrne približno 500–600 milijonov plastenk. Po vsem svetu se letno na odlagališčih in v naših oceanih nabere 35 milijard plastičnih steklenic. Ustekleničena voda povzroča 90- do 1000-krat več onesnaževanja okolja kot voda iz pipe. Za proizvodnjo plastičnih steklenic za enkratno uporabo so za proizvodnjo vsake steklenice potrebni približno 3 litri vode.

Med Havaji in ameriško celino je otok, ki je velik kot Srednja Evropa, zgrajen iz zavrženih plastičnih odpadkov. Ocenjuje se, da tehta več kot tri milijone ton. Znanstveniki so izračunali, da je šestkrat več plastike kot planktona v morju. Ko se razčleni v mikroplastiko, lahko vstopi tudi v našo prehranjevalno verigo.

Plastična športna steklenica za enkratno uporabo potrebuje približno 450 let, da se naravno razgradi. Surovine se zmanjšujejo in kakovost recikliranja se slabša. Okolje izrabljamo 1,6-krat intenzivneje, kot se narava lahko sama regenerira. Nevarnosti so topila in mehčalci, kot so ftalati, antimon, bisfenol ipd.

Že leta 2009 so znanstveniki iz Frankfurta ugotovili, da vsebujejo mineralne vode, polnjene v komercialne plastenke in kupljene v nemških supermarketih, hormonsko aktivne onesnaževalce. Hormonska onesnaževala lahko močno poškodujejo hormonski sistem in tako prispevajo k resnim zdravstvenim težavam, kot so imunske pomanjkljivosti in nezmožnost razmnoževanja. Ogroženi so plodovi in majhni otroci, pri katerih lahko tudi najmanjše poškodbe povzročijo kasnejšo škodo.

Inovativna steklenica BAYONIX predstavlja prvo športno steklenico, ki je prejela certifikat Cradle to Cradle Certified na »zlatem« nivoju. Je zelo lahka, v njej je tekočina v celoti (100 %) obdana z ma-



*Slika 3 : Certificiran proizvod športne steklenice BAYONIX [6]*

terialom brez škodljivih snovi. Hkrati pa je športna steklenica tudi 100-odstotno biorazgradljiva in jo je mogoče 100-odstotno reciklirati.

#### 3.2 Werner & Mertz

Podjetje Werner & Mertz [7] je samostojno razvilo surovino in formuliralo sistem ocenjevanja. Zdal deluje na naslednjem koraku, ki preučuje sistem v nasprotju z objektivnimi kriteriji. Merilo je idejni projekt Cradle to Cradle®, ki ga spodbuja agencija za varstvo okolja EPEA Switzerland – mednarodna raziskovalna in okoljska svetovalna institucija s sedežem v Bachu, Švica. Perspektiva zagovarja, da je Cradle to Cradle® v neposrednem nasprotju glede na načelo linearne proizvodnje EPEA Switzerland, znane kot Cradle to Grave. V tem konceptu se materialni tokovi tvorijo brez zavestnega upoštevanja varovanja naravnih virov.

Cradle to Cradle® temelji na bioloških in tehničnih ciklih, ne pa na oblikovanju izdelka. Izziv je načrtovanje napredka proizvoda skozi celoten materialni cikel. Materiali za izdelek morajo biti primerni za popolno in varno vrnitev v biosfero ali za predelavo in kakovostno ponovno uporabo. Ključnega pomena



**Slika 4 :** Certificiran produkt WERNER & MERTZ Frosch GOLD [7]

v procesu načrtovanja je razvoj celovite konotacije kakovosti s pozitivno opredelitvijo sestavin. Izdelki morajo biti v prihodnosti zasnovani tako, da so uporabni za materialne cikle. Potrebno je izboljšati kakovost recikliranih postopkov tako, da je možno recikliranje na enaki ali celo višji ravni.

Sestavine, vključno s pigmenti in aditivi, je potrebno izbrati tako, da se preprečijo toksični učinki med uporabo in tudi v drugih fazah, kot so proizvodnja, recikliranje in ponovna uporaba. Surova nafta na primer, uporabljena enkrat kot surovina za plastiko, ostane v krogu in se nepovratno sežge. Energijo, potrebno za recikliranje in vse ostale proizvodne procese, je potrebno pripraviti iz obnovljivih virov in na okolju čim bolj prijazen način. Dober primer tega je proizvodnja nove PET-embalažne plastenke iz starih PET-plasten in drugih proizvodov.

### 3.3 Wolford

Avstrijsko tekstilno podjetje Wolford [8] z lokacijama Bregenz v Avstriji in Murska Sobota v Sloveniji odpira novo zgodbo v smeri krožnega gospodarstva. To je preboj na področju oblačil in tekstila.



**Slika 5 :** Certificirana linija premium textila Wolford [9]

Po petih letih timskega dela v konzorciju 15 podjetij so uspeli certificirati tako biološki cikel razgradnje preko industrijskega kompostiranja kot tehnični cikel preko razgradnje tekstilij. Obe certifikaciji sta izvedeni na zlatem nivoju Cradle to Cradle Certified™, videz pa je »luksuzen« oz. prestižen.

### 3.4 Mobilni koncept prihodnosti BICAR

Raziskovalna skupina Univerze za uporabne znanosti v Zürichu, ki sta jo vodila Adrian Burri in Hans-Jörg Dennig, je začela delo na novi viziji za inovativne individualne okolju prijazne mobilne rešitve. Prvi rezultat raziskovalnega projekta je vizionarski študijski koncept BICAR [10].

BICAR je poimenovan »zlato oko« kot nov način oblikovanja in doživljanja vožnje na kratkih razdaljah.



**Slika 6 :** BICAR [10]

Na številnih sejnih po vsem svetu se razpravlja o novem načinu mobilnosti v mestih. BICAR ponuja rešitev. BICAR želi biti certificiran v skladu s certifikacijskim standardom za certificirane izdelke Cradle to Cradle®. Merila certificiranja so naslednja: zdravi vgrajeni materiali, ponovna uporaba materialov, obnovljiva energija in kompenzacija CO<sub>2</sub>, vodni viri in socialna pravičnost za doseganje pozitivnega vpliva na družbo in okolje.

Kot križanec med skuterjem in avtomobilom je BICAR najmanjše in najlažje električno vozilo na svetu. Trikolesna mobilna rešitev brez emisij CO<sub>2</sub> je zasnovana za vsakodnevno uporabo v urbanih mestnih prostorih. Namenjeno je vsakomur: od mladih do starih. BICAR je narejen iz inovativnih trajnostnih materialov in bo prvo vozilo, ki bo ustrezalo standardu potrjene trajnosti certificiranja od zibelke do zibelke.

### 4 Zaključek

Vpliv na okolje nastopi takoj, ko so proizvodi v zibki (pričetek proizvodnje). Odpadki in emisije pa so nezogibni, ko je izdelek v »grubu«, seveda v primeru, če odpadnih virov ne uporabimo ponovno.

Trajnostni razvoj v skladu s programom certificiranja Cradle to Cradle® povečuje donosnost v celotnem življenjskem krogu določenega materiala ali proizvoda. Vsi problemi pri pridobivanju ali dobavi, industrijski procesi in proizvodnja dosegajo veliko boljši nivo. Tudi gospodarstvo, posredni stroški, povezani z okoljem, pa tudi socialni vplivi so zato veliko bolj pričakovani in postajajo dobičkonosni.

Zato so zgoraj navedeni uspešni primeri privedli do izdelkov neprimerljive kakovosti. Nazadnje: neskončna uporaba materialnih snovi je zdaj dosežena brez kakršnih koli omejitev. Prisiljeni smo nekaj narediti, saj je novih (čistih) surovin vse manj.

### Literatura

- [1] McDonough, W., Braungart, M. (2002), *Cradle to Cradle, Remaking the way we make things*, New York, North Point Press.
- [2] Kunič, R. (2017), *Carbon footprint of thermal insulation materials in building envelopes*, Energy Efficiency. Springer, <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9536-1>.
- [3] KUNIČ, Roman. Vacuum insulation panels - an assessment of the impact of accelerated ageing on service life. *Strojniški vestnik*, ISSN 0039-2480, okt. 2012, vol. 58, no. 10, str. 598-606, SI 121, ilustr., doi: 10.5545/sv-jme.2012.539.

- [4] Cradle to Cradle Certified™ Trademark and Cradle to Cradle® C2C® Copyright (2017), Registered trademarks of McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC). Cradle to Cradle Certified™ is a certification mark licensed exclusively by the Cradle to Cradle Products Innovation Institute (C2CPII), all rights reserved. [www.c2ccertified.org](http://www.c2ccertified.org), Accessed 15 November 2017.
- [5] Braungart, M. (1992), *An Intelligent Product System to Replace Waste Management* Braungart, Engelfried Fresenius *Envir Bull* 1:613-619 Birkhauser Verlag Basel Switzerland 1018-4619/92/090613-07 S 1.50-0.20/0.
- [6] <https://bayonix.com/>, pridobljeno 9. maja 2019.
- [7] <http://www.c2c-centre.com/news/frosch-first-cleaning-product-cradle-cradle%C2%AE-certified-gold-certificate>, pridobljeno 9. maja 2019.
- [8] <https://www.c2ccertified.org/products/scorecard/biological-cycles-legwear-seamless-tight-hosiery-lingerie-bodysuits-etc-wol>, pridobljeno 9. maja 2019.
- [9] <https://www.c2ccertified.org/products/scorecard/technical-cycles-legwear-seamless-tight-hosiery-lingerie-bodysuits-etc-wolf>, pridobljeno 9. maja 2019.
- [10] <https://www.shareyourbicar.com/>, pridobljeno 9. maja 2019.

### Ostali viri in standardi

- EPEA Switzerland, (2017), *EPEA Switzerland GmgH*, [www.epeaswitzerland.com](http://www.epeaswitzerland.com), pridobljeno 9. maja 2019,
- IGELBRINK, Ansgar, KÄLIN, Albin, KRAJNER, Marko, KUNIČ, Roman. Cradle to Cradle - parquet for generations - respect natural resources and offers preservation for the future. V: GARDETTI, Miguel Ángel (ur.), MUTHU, Subramanian Senthilkannan (ur.). *Sustainable luxury : cases on circular economy and entrepreneurship*, (Environmental footprints and eco-design of products and processes, ISSN 2345-7651). Elektronska izd. Singapore: Springer. 2019, str. 83-106, ilustr. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-0623-5\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-0623-5_5). [COBISS.SI-ID 8486497]
- Kälin Albin (2017), *Interview with Albin Kälin*, 10 October 2017.
- McDonough, W., (1993), *A centennial Sermon, Design Ecology Ethics and the making of things*.
- POTRČ OBRECHT, Tajda, KUNIČ, Roman, JORDAN, Sabina, DOVJAK, Mateja. Comparison of health and well-being aspects in building certification schemes. *Sustainability*, ISSN 2071-1050, 2019, letn. 11, št. 9, str. 1-15. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2616>, doi: 10.3390/su11092616. [COBISS.SI-ID 8795489], [JCR,



SNIP]  
EN 15804 (2012), Sustainability of construction works – Environment product declarations – Core rules for the product category of construction products, European Standard. European Committee for Standardisation.  
ISO 14025 (2009), Environmental Labels and Declarations—Type III environmental declarations—Principles and procedures, Standard. Inter-

national Standards Organisation, Geneva, Switzerland.  
ISO 14040 (2006). Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Standard. Geneva, Switzerland: International Standards Organization.  
ISO 14067 (2013), Carbon footprints of products, Standard. International Standards Organization, Geneva, Switzerland.

## Certification According to Cradle to Cradle® Method

### Abstract:

The Cradle to Cradle® concept defines and develops the reuse of products. Compared to traditional recycling, it maintains the same level of quality of raw materials through the life cycles of several products, and only safe chemicals are used.

Products are developed in accordance with the principle of maintaining the quality of raw materials over several life cycles, even if we take into account the use, production processes and reuse. This means: no waste, since all ingredients are treated as nutrients for the next cycle. The right materials are included in certain cycles (metabolism) at the right time and in the right place.

The approach of a circular economy analyzes the recycling economy in the value chain, which leads to the generation of revenue from recycled materials. Cradle to Cradle® defines quality preservation as well as the cost-effectiveness of the value-added chain. Re-use materials from Cradle to Cradle® products allow the cost of materials to be as close as possible to the cost of materials. Even if additional costs arise due to processing or cleaning, they are still lower than the market price of the material.

The Cradle to Cradle® model transposes the principle »quality is equal to quantity« to industrial systems. The flow of materials is designed to be useful and useful for the restoration and conservation of biological and technical resources. This approach stems from the tendency to slow down and reduce the negative impacts on the environment.

Breakthrough projects and innovations of Bayonix, Werner & Mertz, Wolford and Bicar will be presented.

### Keywords:

Cradle To Cradle, Sustainable Development, Certification



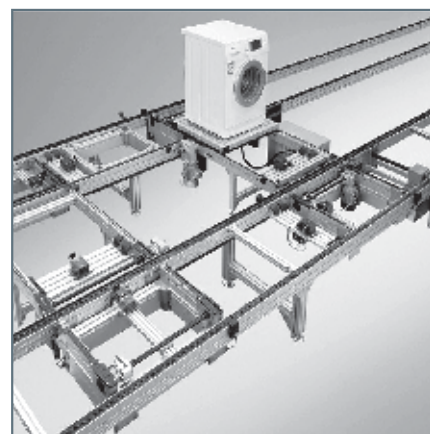
# Rexroth

# ORGATEX®

# LEANPRODUCTS®



# BOSCH



# OPL

automation

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

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

# VZDRŽEVANJE HIDRAVLIČNIH NAPRAV – 5. DEL

Franc Majdič

V četrtem delu Vzdrževanja hidravličnih naprav smo predstavili, kakšne so posledice slabo nastavljenih hidravličnih sistemov, kot so tlačna preobremenitev, kavitacijska ob-  
raba, slabo mazanje in pregrevanje hidravlične kapljevine zaradi vdora zraka. V nadaljevanju smo opisali, kako se preverijo obstoječi in pravilno nastavijo ključni hidravlični parametri. Kvalitetna merilna oprema je seveda v veliko pomoč pri tem. Predstavili smo še, kakšne so posledice okvare hidravličnih sestavin, kako se določi pričakovana uporabna doba in kakšne so prednosti predčasne načrtovane menjave hidravličnih sestavin.

## Povzetek

V tem prispevku bomo predstavili, kako po pravilnih postopkih prvič ali pa po menjavi hidravlične sestavine zaženemo hidravlično napravo. Nepravilen zagon hidravlične naprave pogosto vpliva na prezgodnjo odpoved in zastoje proizvodnje. Sledi še utemeljitev, kako pomembna je kakovostna analiza okvar hidravličnega sistema, saj nam prihrani čas in denar.

## Posledice neustreznega zagona

Neustrezen zagon povzroči poškodbe zaradi neustreznega mazanja, kavitacije ali nezaželenega vnosa zraka (aeracije). Omenjeni vzroki poškodb se ne vidijo takoj, ampak običajno po nekaj stotih ali celo nekaj tisočih urah delovanja po nepravilnem zagonu. Splošno napačno razumevanje delovanja hidravličnih naprav s strani vzdrževalcev je posledica pomanjkljivega znanja iz hidravlike. Žal je pri vzdrževalcih s pomanjkljivimi izkušnjami pomembno le, da prav povežejo cevi in hidravlične sestavine, kar pa ni dovolj za dolgotrajno delovanje. Situacijo najbolj nazorno predstavi naslednji primer garancijske reklamacije. Radialni batni hidravlični motor je odpovedal že po 500 delovnih urah, pričakovana uporabna doba motorja pa je 7500 ur. Analiza okvare ni bila prepričljiva. Glavna ležaja sta zablokirala zaradi neustreznega mazanja, ker je bil motor zagnan z neustrezno hidravlično kapljevino. Hidravlični motor bi morali zagnati z ustrezno čisto hidravlično kapljevino. Če hidravlični motor zaženemo z neustrezno čistočo hidravlične kapljevine, je podobno kot zagon motorja z notranjim zgorevanjem brez motornega olja. V tem primeru je prezgodnja okvara motorja

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

zelo verjetna oziroma neizbežna. V hidravliki je navedena praksa žal zelo pogosta, garancije v takih primerih žal ni mogoče uveljavljati. Posledično so stroški popravil običajno zelo visoki.

## Postopek zagona hidravličnih sistemov

Če se želimo izogniti težavam in uveljavljati garancijska jamstva, se moramo držati navodil proizvajalcev strojev. Kadar pa ti ne podajo jasnih napotkov za zagon hidravlične naprave, uporabite splošna navodila, ki jih navajamo v nadaljevanju.

## Pred zagonom

Če je sistem izklopljen zaradi okvare črpalke ali druge pomembnejše hidravlične sestavine, upoštevajte naslednje:

- ▶ Izpraznite hidravlični rezervoar in ga očistite nečistoč, kot so trdi kovinski delci in drugo. To prepreči poškodbo črpalke in drugih hidravličnih sestavin.
- ▶ Zamenjajte vse hidravlične filterske elemente, tudi odzračevalnega, in preverite delovanje obtočnih ventilov ter tlačnih stikal in/ali drugih prikazovalnikov zamašenosti.
- ▶ Zamenjajte hidravlično kapljevino. Pri večjih sistemih, v katerih hidravlična kapljevina še ni iztrošena (na podlagi analize v laboratoriju), jo dobro prefiltrirajte, vsaj na nivo čistoče 16/13/10 po ISO 4406 ali boljše.
- ▶ Ko namestite črpalko ali hidravlični motor, preverite ustreznost namestitve sklopke (običajno elastične parkljaste) na gred. Preverite tudi iztrošenost parkljev sklopke in elastičnega elementa. Po potrebi zamenjajte z novimi deli.
- ▶ Pri zaprtotočnih sistemih (hidrostatični prenos) je treba natančno pregledati gibke cevi, predvsem med črpalko in motorjem. Nujno je treba

zamenjati vse sumljive cevi. Neustrezna tesnost cevi lahko povzroči kavitacijo.

- ▶ Hidravlični valji – preden jih povežete v hidravlični sistem, jih napolnite s čisto hidravlično kapljevino. To zmanjša vnos zraka v sistem in nevarnost »dizel« efekta pri zagonu, kar lahko poškoduje tesnila.
- ▶ Hidravlični motor – napolnite ohišje s čisto hidravlično kapljevino na zgornjem priključku za zunanji odvod notranjega puščanja (»lekaže«). To prepreči nevarnost poškodbe motorja ob zagonu. Motorji, ki so nameščeni vertikalno z gredjo zgoraj, morajo biti dobro zaliti s čistim oljem, da se ob prvem zagonu ne poškoduje gredno tesnilo.
- ▶ Po namestitvi črpalke in hidravličnih cevi:
  - Odprite zaporni ventil na sesalnem vodu med črpalko in rezervoarjem. Ta ventil je praviloma »varovan« z električnim mejnim stikalom s »pogojnim signalom« za zagon elektromotorja črpalke.
  - Pri črpalkah, ki so nameščene pod gladino rezervoarja, pazljivo odvijte cevni spoj pri črpalki, da se izloči zrak iz cevi. To ni potrebno pri batnih črpalkah, ki imajo potopljeno ohišje.
  - Pri batnih črpalkah, ki imajo zunanji razbremenilni (lekažni) vod, je treba ohišje po tem vodu napolniti s čistim hidravličnim oljem/kapljevino. To prepreči poškodbe zaradi nezadovoljivega mazanja pri zagonu. Pri črpalkah, ki so nameščene vertikalno z gredjo zgoraj, je treba paziti, da so ohišja popolnoma zalita z oljem. Tako preprečite poškodbo grednega tesnila ob zagonu.
  - Pri batnih črpalkah s potopljenim ohišjem pod gladino olja v rezervoarju je treba odviti zgornji čep na ohišju, da zalijete ohišje z oljem in izpustite ven zrak. Če tega ne storite, tvegate poškodbo črpalke ob zagonu zaradi nezadovoljivega mazanja in hlajenja.
  - Pri zaprtotočnih sistemih (hidrostatični prenos) je treba na tlačnem vodu polnilne črpalke namestiti manometer s tlačnim področjem 0–60 bar. Tako nadzirate zadostni tlak v povratnem vodu. Ta tlak mora biti naveden v funkcijski shemi.

## Zagon

- ▶ Preverite vse cevi, cevne spoje in priključke, da tesnijo.
- ▶ Preverte, da je nivo gladine hidravlične kapljevine nad spodnjim dopustnim nivojem. Praviloma naj bo na zgornjem nivoju, vendar upoštevajte prostornino v večjih hidravličnih valjih glede na položaj bata in batnice.
- ▶ **OPOZORILO:** Preverite, da so vsi ventili v ničelnem položaju, da hidravlični sistem zaženemo neobremenjen. Upoštevajte varnostne ukrepe, da preprečite gibanje stroja (mobilnega) v primeru aktivacije ob nenadnem zagonu. Pri staci-

onarnih hidravlikah pazite, da ni nepredvidenih delovanj (gibov) izvršilnih sestavin (hidravličnih valjev (HV), hidravličnih motorjev (HM) in zasučnih valjev (ZV)).

- ▶ Če je pogon črpalke električen, na kratko zaženite in takoj ustavite motor, da ugotovite ustrezno smer vrtenja črpalke. Vrtenje v napačno smer, tudi le nekajminutno, zelo verjetno poškoduje črpalko. Ustrezna smer vrtenja je praviloma označena na ohišju črpalke in tudi v funkcijski shemi hidravlike.
- ▶ Zaženite pogon črpalke in ga poskusite držati na najnižji možni vrtilni frekvenci gredi, kadar seveda tehnika to omogoča.
- ▶ Pri zaprtotočnih sistemih (hidrostatični pogoni) nadzirajte tlak polnilne črpalke. Če v 20–30 s ne dosežete potrebnega tlaka (običajno med 7 in 25 bar – odvisno od vrste črpalke in proizvajalca), morate takoj ugasniti pogon in ugotoviti vzrok. Če kljub temu vztrajate z vrtenjem glavne in polnilne črpalke, lahko poškodujete obe in hidravlični motor.
- ▶ Pri črpalkah s spremenljivo iztisnino ob zagonu previdno delno odvijete zunanji krmilni vod (če ga črpalka ima), da izpustite zrak. Pri tem je treba ravnati previdno, da se ne poškodujete!
- ▶ Pri prvem zagonu naj hidravlični sistem deluje neobremenjen deset minut. Pri tem opazujte črpalko/e in bodite pozorni na hrupnost in vibracije, preverite zunanje puščanje in opazujte nivo olja v rezervoarju.
- ▶ Preverite posamezne funkcije hidravličnega sistema brez obremenitve. Ločeno premaknite vse batnice hidravličnih valjev iz ene v drugo skrajno lego in takoj nazaj. Ne vztrajajte v posamezni skrajni legi, da ne pride do porasta tlaka in kompresije morebitnega ujetega zraka ter »dizel« efekta. Ponavljajte pomikanje batnic hidravličnih valjev ven in v cev toliko časa, da gibanja postanejo gladka – brez ustavljanja in drgetanja. To je znak za odzračen sistem.
- ▶ Ko v sistemu dosežete pričakovano delovno temperaturo, preverite in po potrebi nastavite vse zaščitne elemente (varnostne ventile, temperaturna in tlačna stikala ...) po navodilih proizvajalca stroja.
- ▶ Izvedite funkcionalni test sistema pod polno obremenitvijo.
- ▶ Preverite tesnost/puščanje sistema.
- ▶ Ustavite pogon stroja, odstranite vso dodatno merilno opremo (nameščeno zgolj za nadzor zagonskega obratovanja), preverite nivo olja v rezervoarju in ga po potrebi dolijte.
- ▶ Hidravlična naprava je sedaj pripravljena za normalno obratovanje.

## Analiza okvar

Analiza napak je močno povezana s preventivnim vzdrževanjem. Mogoče se vam ob branju tega prispevka zdi, da sta si analiza napak in preventivno vzdrževanje nasprotujoča? Dejstvo je, da je analiza

napak zelo pomembno merilo preventivnega vzdrževanja in nepogrešljiv ter obenem najpomembnejši element (aktivnost) preventivnega programa vzdrževanja. Razlog za to je preprost: če hidravlična sestavina odpove prezgodaj in vzrok napake ni takoj ugotovljen ter odpravljen, je zelo verjetno, da bo nova nadomestna sestavina utrpela podobno okvaro.

Bistvo preventivnega vzdrževanja je, da zmanjša možnosti, da bi vaša hidravlična oprema utrpela predčasno odpoved posamezne sestavine in ne načrtovano prekinitev delovanja celotne naprave. Predčasna okvara se lahko pojavi, čeprav uporabljate najboljši program preventivnega vzdrževanja. Sestavine lahko odpovedo predčasno iz razlogov, ki niso povezani s preventivnimi meritvami. Tipični razlogi za predčasne odpovedi so lahko: izvirne napake pri izdelavi posameznih sestavin, napačna zasnova hidravličnega tokokroga naprave ter napačna vgradnja posamezne sestavine, nepravilno ravnanje operaterja itd.

Ko se pojavi predčasna okvara, je bistveno, da čim prej analiziramo kazalnike in določimo razlog okvare. Raziskava vzrokov okvare je zelo zahtevno delo, ki zahteva podrobno poznavanje hidravličnih sistemov, zgradbe posameznih hidravličnih sestavin in možnosti njihovih okvar.

Ugledne hidravlične servisne delavnice izvajajo te storitve po nominalnih stroških, kar je običajno vključeno v ceni obnove sestavine (črpalke, motorja, ventila ...). Če vgradimo novo hidravlično sestavino in nam stara, okvarjena ostane, imamo dovolj časa naknadno ugotavljati vzroke okvare. V tem primeru si lahko pomagamo tudi s proizvajalcem in mu pošljemo okvarjeno sestavino. Običajno proizvajalci zelo hitro ugotovijo razlog okvare in nam ga sporočijo, da se lahko za naprej preventivno izognemo podobnim okvaram in posledično zastojem. Pri analiziranju okvar se moramo zavedati, da na kakovost rezultatov take analize močno vpliva usposobljenost mehanika in/ali inženirja, ki to izvaja. Nimajo vsi hidravlični servisi takih strokovnjakov v lastnem podjetju. Veliko hidravličnih servisov pri nas se ukvarja predvsem s prodajo hidravličnih sestavin, izdelavo gibkih cevi in montažo novih sistemov, za analiziranje napak pa jim običajno zmanjka usposobljenega kadra.

Analiza napak v vseh primerih morda ni odločilna, vendar lahko zagotovi dragocene usmeritve za določitev vzroka okvare. Določitev vzroka okvare je zelo pomembna, saj se šele po tem lahko lotimo spremembe hidravličnega sistema ali obratovalnih pogojev, da se podobne okvare ne bi več ponovljale. Kakovostna analiza okvare nam prihrani čas in denar. Preventivno vzdrževanje je na dolgi rok zelo učinkovito. Investicija v preventivno vzdrže-



*Diagnostična enota za merjenje hidravličnih veličin*

vanje se kmalu povrne na račun izboljšanih lastnosti stroja, podaljšanja uporabne dobe sestavin in stroja, podaljšane uporabne dobe hidravlične kapljevine, zmanjšanja časov zastojev in skrajšanja servisnih časov.

### Uvod v odpravljanje okvar

Ugotavljanje vzrokov okvar (diagnosticiranje, ang. »troubleshooting«) in njihovo odpravljanje v hidravličnem sistemu je pogosto zelo kompleksno delo. Zahteva veliko poglobljenega strokovnega znanja s področja hidravlike ter v številnih primerih tesno in kvalitetno sodelovanje z elektrostrokovnjaki. To je že kar mala vzdrževalska »obratna umetnost«. Kot smo omenili že v prvem delu vzdrževanja hidravlike, ti prispevki iz vas ne bodo naredili strokovnjakov, ampak vam bodo pokazali, kako prihraniti denar pri delovanju in vzdrževanju vaše hidravlične opreme. V nadaljevanju, torej v naslednjih številkah Ventila, bomo razložili osnove odpravljanja okvar. Ko boste naleteli na okvaro in ugotovili vzroke zanjo, boste prepričani o dvojem: prvo je to, da ste pravilno ocenili problem in izločili vse sicer očitne, a lažne vzroke, preden pokličete dragega strokovnjaka; drugo pa je, da ste v primeru potrebe po najemu zunanje strokovnjaka sposobni oceniti pravilnost njegove diagnoze. Tako ne boste plačevali njegovega usposabljanja na vaši okvari hidravlične naprave in postali žrtev odpravljanja težav.

### Viri

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

# PRACE jesenska šola 2019

# “Big data and HPC”

**KDAJ?**

17. – 20.  
september 2019

**KJE?**

na Fakulteti za  
strojništvo, UL

Šola bo ponudila usposabljanje o najsodobnejših tehnologijah za obdelavo velepodatkov:

- Hadoop;
- RHadoop;
- Spark;
- Salome;
- TensorFlow;

Ciljni udeleženci so ambiciozni industrijski uporabniki in raziskovalci na začetku kariere (magistrski, doktorski podoktorski študenti). Šola bo potekala v obliki študij primerov in praktičnih usposabljanj na superračunalniku Fakultete za strojništvo UL. Šola bo v angleškem jeziku.

Izvajalci bodo odlični strokovnjaki za posamezne tehnologije iz Univerze v Edinburgu, iz Raziskovalne divizije podjetja EDF (Électricité de France), iz italijanskega superračunalniškega konzorcija CINECA, iz Inštituta Jožef Stefan in iz Univerze v Ljubljani.

## Registracija je BREZPLAČNA

Na voljo je 25 mest.

Registrirate se lahko na sledeči povezavi, kjer bodo redno objavljene nove informacije:

<https://events.prace-ri.eu/event/896/>.

[www.prace-ri.eu](http://www.prace-ri.eu)

# RAZVOJ HIDRAVLIČNE POGONSKE TEHNIKE SKOZI ČAS – 4. DEL: HIDRAVLIČNE DVIŽNE NAPRAVE

Darko Lovrec

Čim je Bramah uvidel uporabnost principa multiplikacije sile oz. premagovanja večjih bremen s pomočjo hidravlike, je zgradil prvo hidravlično stiskalnico ter širši javnosti prikazal njeno zmogljivost. Hidravlične stiskalnice so bile takoj prepoznane kot zelo koristne naprave za različna področja uporabe. Razen klasične rabe kot stiskalnice so jih pričeli uporabljati tudi za druge namene, npr. za dviganje težkih bremen. Tako se je hidravlična pogonska tehnika pričela uporabljati tudi v dvižnih napravah.

Prve hidravlične dvižne naprave so bile zelo podobne običajnim hidravličnim stiskalnicam, le da so bile prilagojene za dviganje bremen. Pojavile so se namenske dvižne naprave, najprej za dviganje manjših bremen, npr. različne dvigalke in dvižne ploščadi, kaj kmalu pa se je princip uveljavil tudi na drugih področjih. Pojavili so se žerjavi, najprej pristaniški žerjavi in nato še druge vrste žerjavov. Kar hitro pa se je hidravlična dvižna tehnika pričela uporabljati v visokih zgradbah za osebna dvigala.

Prve dvižne naprave so tesno povezane z Bramahom, razmah in nadaljnji pomemben razvoj osebnih dvigal pa z W. G. Armstrongom. Njegove hidravlične dvižne naprave so tako hitro osvojile tudi številna druga področja – v pristaniških dokih, v ladjedelnicah, na tovornih in vojaških ladjah, v manjših proizvodnih obratih pa še kje. Med prvimi je zasnoval tudi hidravlična osebna dvigala. Če je začetek njihovega razvoja povezan z Armstrongom, je nadaljevanje razvoja hitrih in zmogljivih osebnih dvigal povezan z Otisom. Brez dvoma lahko rečemo, da so do nadaljnjega razcveta hidravlike poleg nepogrešljivih hidravličnih stiskalnic pripomogle tudi hidravlične dvižne naprave. Razvoju področja dvižnih naprav se bomo posvetili v tem sestavku.

## 1 Hidravlična stiskalnica kot dvižna naprava

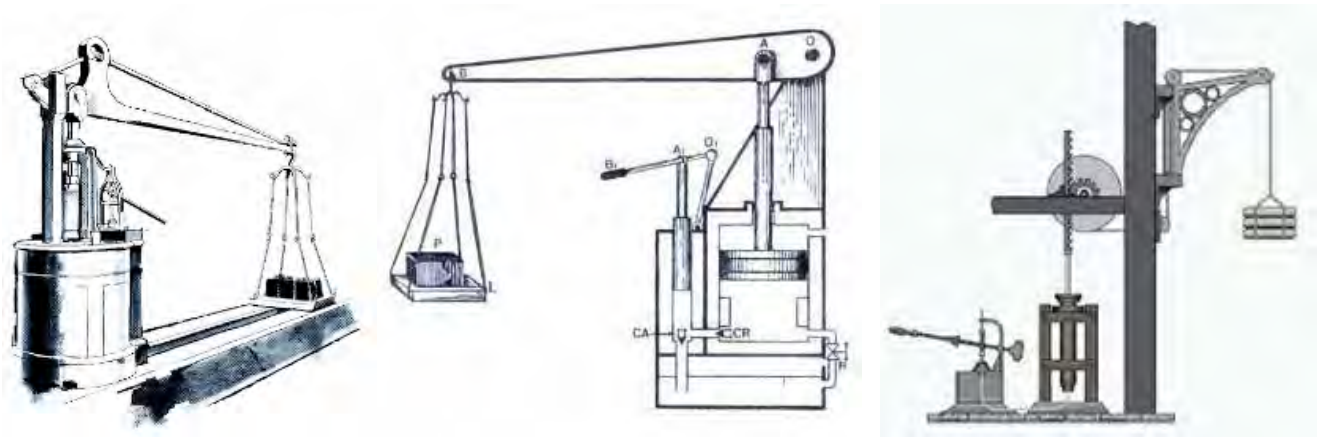
Za dviganje različnih bremen so se najprej uporabljale kar hidravlične stiskalnice v svoji osnovni obliki. Le delovanje in namen uporabe sta bila na-

sprotna: namesto stiskanja dviganje. Tako so bile prve hidravlične dvižne naprave dejansko kar hidravlične stiskalnice. Nekaj primerov teh prvih načinov uporabe hidravličnih stiskalnic smo že omenili v prejšnjem 3. delu pregleda mejnikov zgodovinskega razvoja hidravlične pogonske tehnike. To je bila hidravlična naprava za dviganje pilotov in stebrov iz zemlje, naprava za puljenje dreves s koreninami vred ter naprava za prikaz zmogljivosti hidravlike, izvedena kot dvižna naprava. [1]

Prvo hidravlično dvižno napravo je za dviganja težjih kosov hidravličnih stiskalnic v svoji delavnici uporabil že Bramah. Ko so imele stiskalnice še leseno ogrodje, hidravlične dvižne naprave še niso prišle povsem do izraza. Ko so pričeli uporabljati litoželezna ogrodja, pa brez zmogljivih dvigal ni šlo več. Eno izmed prvih dvigal oz. žerjavov, ki ga je Bramah uporabljal za lastne potrebe, prikazuje slika 1. Izvedba dvižne naprave izhaja iz hidravlične stiskalnice z navzgor delujočo batnico, povezano z mehanskim vzvodom. Ta dvižna naprava je dejansko povečana izvedba Bramahove naprave za prikaz delovanja in zmogljivosti hidravlike, t. i. »balancirke«, direktno hidravlično dvigalo z vzvodom – *slika 1*.

Svojo osnovno izvedbo hidravličnega dvigala z vzvodom je Bramah nadgradil z mehanskim sklopom zobnik-zobata letev, ki se je kasneje uporabljal za številne aplikacije dviganja bremen in vrtenja naprav ali večjih objektov. Poimenovanje indirektno dvigalo izhaja od vmesnega mehanskega prenosnika zobnik-zobata letev, ki omogoča pretvorbo linearne gibanja hidravličnega valja v rotacijsko gibanje vravnega bobna. Na ta način je dosegel dvig in spust bremena s frekvenco 15–20-krat v minuti pri višini giba 5,5–6 m, kar odgovarja hitrosti okoli 4 m/s. [2] Okoli leta 1805 je Bramah sklop zobnik-zobata letev uporabil tudi pri svojem lesnem skobeljnem stroju za izdelavo delov kočij, kasneje pa

Prof. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž.,  
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo



Naprava za prikaz zmogljivosti hidravlike - balancirna naprava

Direktno hidravlično dvigalo, razvito iz balancirne naprave

Indirektno hidravlično dvigalo, 1802

**Slika 1 :** Prve izvedbe Bramahovih hidravličnih dvigal, Bramah, okoli 1802 [2]

ga je za pretvorbo translatorskega gibanja v rotacijo s pridom uporabljal Armstrong.

Bramah in Robinson sta leta 1844 izdelala tudi hidravlični premični mrtvaški oder, opremljen s hidravličnima valjema in črpalkama, ki je bil nameščen na londonskem osrednjem pokopališču Kensal Green in je služil ob pogrebni slovesnosti za spust krste v podzemne prostore, katakombe. Prvotna izvedba iz leta 1837 je bila opremljena z mehanskim vijačnim pogonom, ki je bil moteče glasen in pogosto v okvari. Zato se je tamkajšnje pogrebno podjetje odločilo, da vgradijo hidravlično dvigalo podobne izvedbe, kot so ga že uporabljali od leta 1839 dalje na pokopališču West Norwood – *slika 2*. Hidravlično dvigalo v Kensal Greenu je bilo veliko večje in težje od westnorwoodskega. Opremljeno je bilo z dvema valjema premera 110 mm in hoda 4,5 m, ki sta za nemoteno delovanje potrebovala dve ročno gnani črpalki,

ki sta ju sinhrono poganjala dva upravljavca naprave. Vsak gib ročice črpalke je povzročil dvig odra za približno 25 mm, kar je predstavljalo za doseganje zgornjega položaja odra dokajšen napor, pa čeprav je bilo v notranjosti katakombe dokaj hladno.

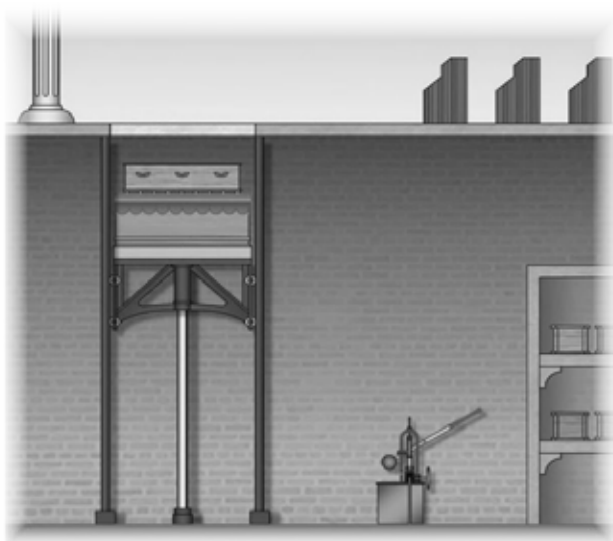
Obe dvižni napravi sta še vedno ohranjeni na svojem mestu v originalni obliki; vmes sta bili le ustrezno obnovljeni, da sta ohranili svojo funkcionalnost. Kolikor je znano, naj bi bilo to dvigalo najstarejši delujoč in še vedno praktično uporaben hidravlični sistem na svetu. Enako bi načeloma lahko rekli za Bramahovo balancirno napravo (dejansko direktno dvigalo), ki je v Muzeju znanosti v Kingstonu, a v tem primeru je govor bolj o napravi za demonstracijo kot dejansko namensko hidravlično napravo.

Omenjena dvižno-spustna naprava za krste mogoče na prvi pogled predstavlja nekoliko »poseben« primer uporabe hidravličnih dvižnih naprav. Tu smo jo omenili ravno zaradi tega, ker je za razliko od drugih pogonskih rešitev edino hidravlika omogočala to, kar je bilo zaželeno oz. potrebno, z drugo pogonsko tehniko in na drug način pa želenega ni bilo možno doseči – zanesljivo in tiho delovanje.

Dejanski razmah običajnih najrazličnejših hidravličnih dvigal in žerjavov na številna druga področja uporabe, vključujoč tudi osebna dvigala (lifti), je tesno povezan z nadaljnjim delom in imenom William G. Armstrong.

## 2 Sir William G. Armstrong – razmah dvižne tehnike in dvižnih naprav

Sodobna hidravlika je resnično zaživela v vsej svoji veličini z deli Williama Georgea Armstronga (1810–1900). Rojen je bil v Newcastlu v Angliji, le štiri leta pred Bramahovo smrtjo. Že kot mladenič je kazal



**Slika 2 :** Hidravlični mrtvaški oder, Bramah in Robinson, 1839 [2]

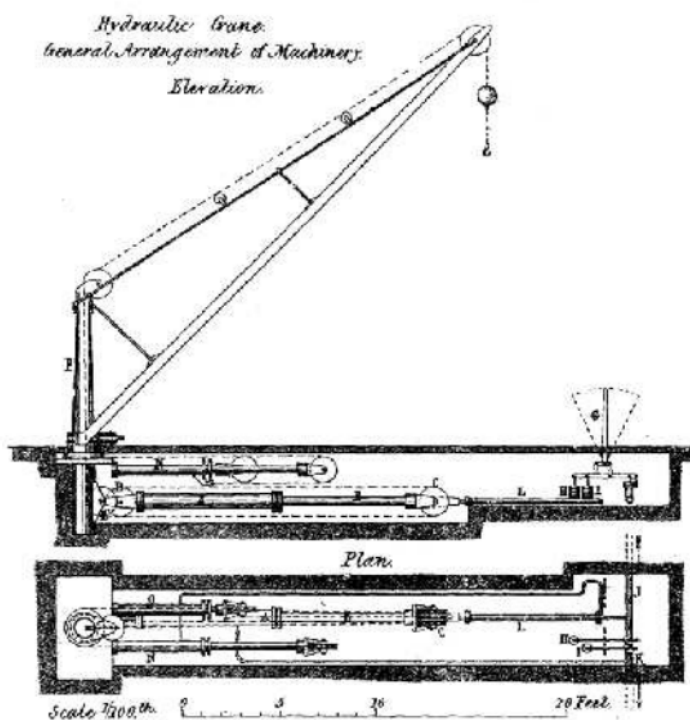
zanimanje za mehaniko in ribolov. Ko je nekega dne lovil v bližini svojega doma, je opazoval vodno kolo, ki je poganjalo majhen mlin. Videl je, koliko energije »gre v nič«, in se odločil za učinkovitejšo izvedbo pogona – na podlagi tega ga je zasnoval, ga skupaj s Henryjem Watsom tudi izdelal in vgradil High Bridge, rotacijski hidravlični stroj, ki pa takrat žal še ni doživel velike pozornosti. To ga je usmerilo na pot praktičnega reševanja tehničnih problemov in ga popeljalo globoko v praktično hidravliko, kjer je pustil ogromen pečat. Izumil je »hidravlično baterijo«, danes poznano kot hidravlični akumulator, ključno sestavino sodobne hidravlike. Bil je vsestranski inženir: ukvarjal se je z orožarstvom, opremljanjem vojnih ladij ... ter tudi z racionalno rabo energije nasploh in na področju hidravlike.

Ko je vodovodno podjetje, skrbnik vodnega pitnega omrežja v Newcastlu, zasnovalo načrt, kako prebivalce Newcastla učinkoviteje oskrbeti s pitno vodo iz vodnega vira in posodobiti vodovodno omrežje (na tlak 5 bar), je Armstrong opazil, da bodo imeli na razpolago bistveno večjo količino vode, kot je je potrebne za oskrbo gospodinjstev, in predlagal, da se višek pitne vode uporabi za pogon hidravličnih žerjavov v prometnem pristanišču. Rešitev pogona žerjava je bila zelo uspešna, zato sta bila zgrajena še dva dodatna in Armstrong je svoje izdelke hitro industrializiral. Specializiral se je za gradnjo žerjavov in dvižnih naprav. [3]

Namesto svojega rotacijskega stroja se je Armstrong odločil izdelati batni stroj, ki bi bil lahko pri-

meren za pogon hidravličnega dvigala. Leta 1846 je bila ta izvedba pogona prepoznana kot »obetajoče delo amaterskega znanstvenika«. Prva preprosta dvigala z batnim pogonom – hidravličnim valjem in škripčevjem, mehanizmom za pretvarjanje translatornega gibanja v rotacijsko, so splošno imenovali kar hidravlična dvigalka (angl. jigger) – *slika 3* in *slika 4*. Različne izvedbe tovrstnih hidravličnih dvigalk so bile predhodniki kasnejših hidravličnih žerjavov in podobnih dvižnih naprav.

Svoj prvi tovrstni žerjav je Armstrong namestil na obrežju Newcastla in ga poimenoval Crane No.1. Prednosti uporabe hidravlične dvigalke – žerjava – je opisal na sledeč način: »*Za hidravlično moč sta značilni velika natančnost in mehko gibanja, zaradi česar je še posebej primerna tako za spuščanje kot za dviganje najrazličnejšega tovora, še posebej tistega, ki zahteva nežnost in varnost. Zelo enostavno jo je možno nadzorovati, tako da jo lahko upravljavci dozirajo z veliko natančnostjo, v primerjavi z izvedbami, delujočimi na paro, pa se ne pojavljajo nobene nevarnosti. Naprava je takoj na razpolago za uporabo, brez kakršnih koli predhodnih priprav, medtem ko para zahteva pripravo, pa tudi vzdrževanje parnega stroja je veliko dražje. Pri parnih sistemih je hitrost dviganja odvisna od hitrosti vrtenja parnega pogona, zato lahko en žerjav obratuje samo z eno hitrostjo, pri več hidravličnih žerjavih pa lahko vsak deluje neodvisno drug od drugega in s svojo hitrostjo glede na potrebe – vrsto in velikosti tovora. Hitrost gibov je pri hidravličnih dvigalih odvisna zgolj od velikosti napajalne cevi ...*



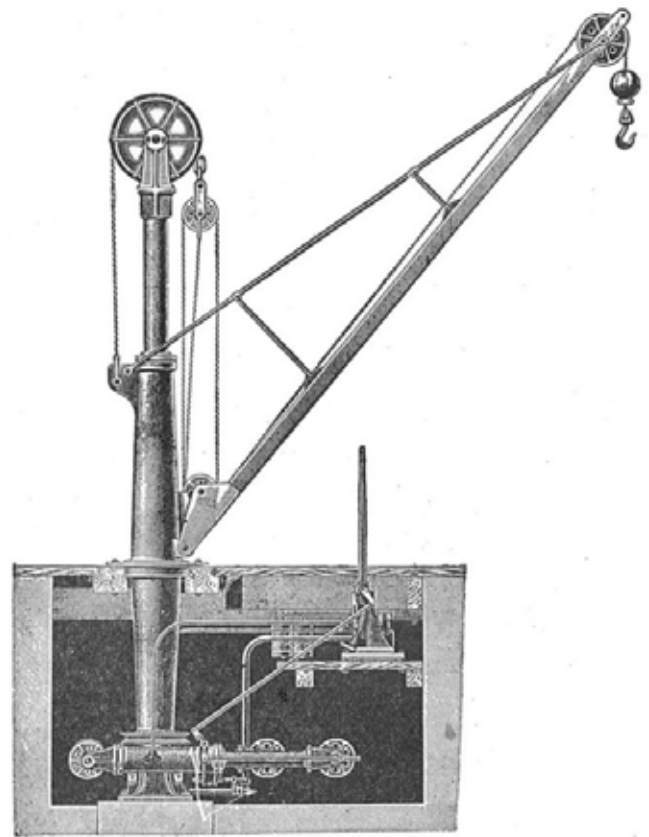
**Slika 3** : Lord Sir William George Armstrong (1810-1900) in njegov 5-tonski pristaniški žerjav z vgrajeno hidravlično dvigalko, 1846, [3], [4]



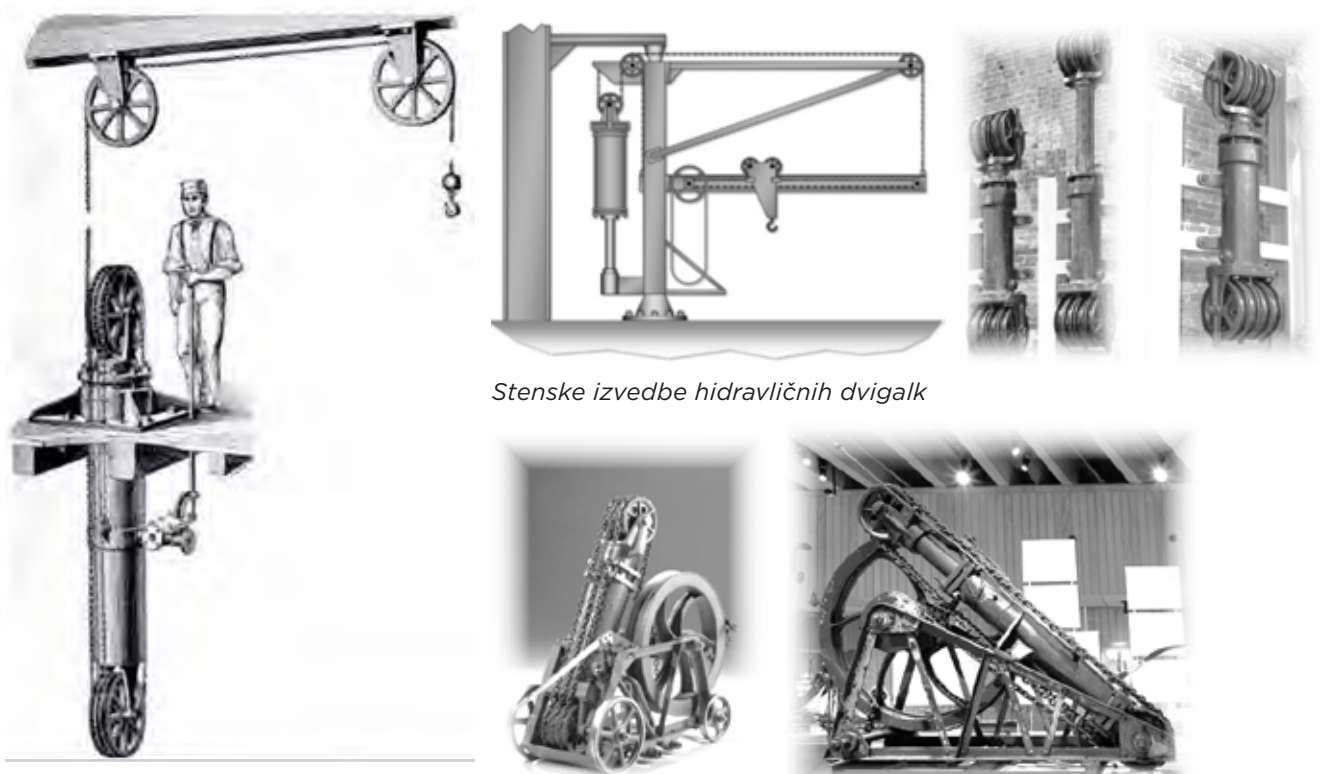
... Tudi stroški izvedbe in kasnejše uporabe hidravličnih žerjavov so veliko nižji kot pri parnih izvedbah. Stroški vzdrževanja in uporabe so vezani na porabo vode, pri čemer pa gre za viške pitne vode, ki je prebivalci ne porabijo. Tudi če pogledamo še vidik osebja, potrebnega za upravljanja tega žerjava, lahko rečemo, da je za upravljanje hidravličnega žerjava potrebnih veliko manj oseb, kar celovito gledano pomeni izredno ekonomično rešitev ...»

Čeprav je bil Armstrong po izobrazbi odvetnik, deloval pa kot »inženir z intuicijo« - občutkom za tehniko ter smislom za obravnavo problema kot celote, je svojo kariero gradil tudi na podlagi uspešnega pisanja prodajnih publikacij in oglasov za svoje naprave. To dokazuje tudi prejšnji opis prednosti uporabe hidravličnega dvigala pred mehansko in parno izvedbo, kar lahko takoj uvidi vsak upravljavec pristanišča in laik.

Kot omenjeno, so bili prvi hidravlični žerjavi dejansko hidravlično gnane mehanske dvigalke. Od sredine 19. stol. dalje so se tovrstne dvigalke uporabljale v številnih modernih pristaniščih in njihovih skladiščih. Njihovo število je naraščalo hkrati s širjenjem vodovodnega omrežja, ki je bilo razen po mestu napeljano tudi do pristanišč. Armstrongove dvigalke s škripčevjem so postale pogonski del kasneje razvitih večjih žerjavov – slika 4. Princip se je uporabljal vse do sredine 19. stoletja. Hidravlične



Slika 4 : Manjše pristaniško dvigalo z vgrajeno hidravlično dvigalko [5]



Stenske izvedbe hidravličnih dvigalk

Ilustracija delovanja in uporabe hidravlične dvigalke – Hayward Tyler

Prenosna hidravlična dvigalka – vitla; W. Armstrong, 1888, 400 kg

Slika 5 : Različne izvedbe preprostih hidravličnih dvigalk – hidravlični vitli

dvigalke so bile, takoj za Bramahovimi stiskalnicami, prvi hidravlični stroji viktorijanske dobe v Angliji in so se pojavile veliko prej kot drugi rotacijski hidravlični stroji.

Dvigalke so sicer delovale podobno kot običajno vrtno škripčevje. Namesto vrtenja kolesa škripčevja in ročnega vlečenja vrvi je vlečenje opravljal zmogljiv hidravlični valj, pri čemer je bila dolžina giba pogojena oz. določena z dolžino giba valja in prigrajenega škripčevja, dvižne vrvi ali verige. Vrv ali veriga, odvisno od bremena in namena dvigalke, je bila pritrjena na konec batnice in napeljana večkrat v vzdolžni smeri okoli valja in je preko večjega števila vrvnic (vrvnih kolutov oz. koles) omogočala želeno multiplikacijo pomika. Prenos sile in izvorna sila na batnici valja sta analogna kot pri klasičnem škripčevju. Videz prvih hidravličnih dvigalk kot osrednjega pogona žerjava prikazuje *slika 5*. Po hidravlični dvigalki so tudi celotni žerjav poimenovali kar hidravlični žerjav.

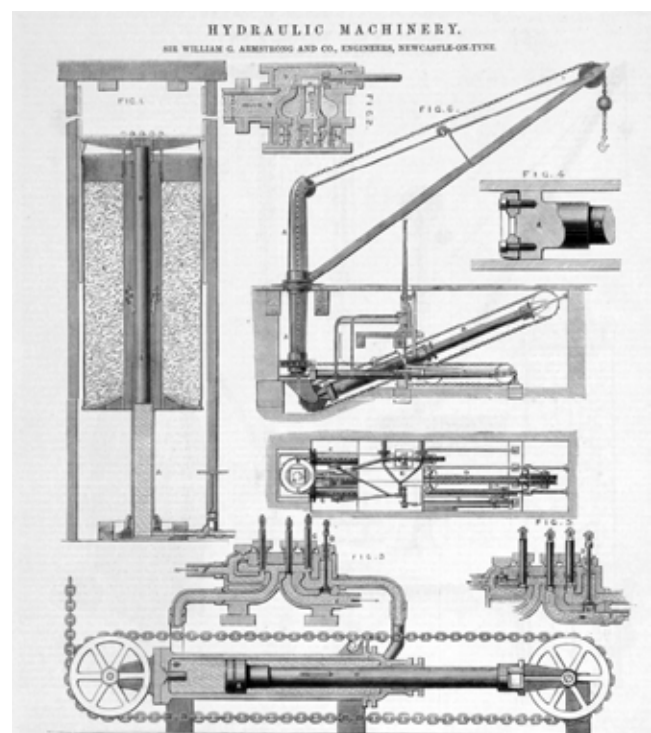
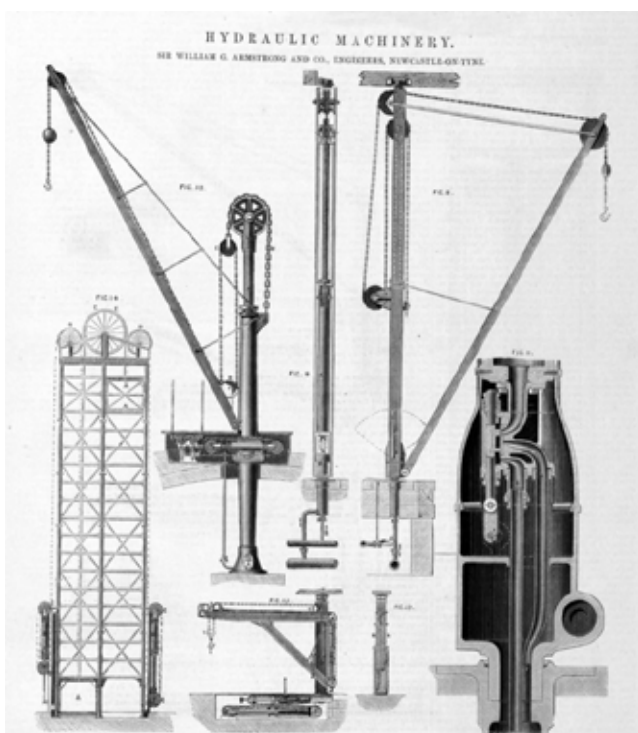
Različne izvedbe dvigalk oz. dvižnih mehanizmov so uporabljali v številnih pristaniščih in na pomolih, v ladjedelnicah, v skladiščih, objektih železniške infrastrukture, v delavnicah ... svojo uporabo so našle tudi v gledališčih za dviganje in spuščanje težkih zaves na odru. Hidravlične dvigalke so bile ali fiksno nameščene na določenem mestu ali pa so bile prenosne. Slednje, v manjši izvedbi in nameščene na voziček, so pogosto uporabljali v ladjedelnicah. Tako so jih lahko po potrebi premeščali in z gibkimi cevmi ter z vijačenjem priključili na bližnji vodovo-

dni priključek. Te dvigalke so uporabljali kot zmogljive prenosne vitle za vse vrste nalog. Bale tovara, kot sta juta ali bombaž, so bile prevelike in težke, da bi jih lahko pristaniški delavci, ki so skrbeli za natovarjanje in raztovarjanje ladij, ročno dvigali. Hidravlična dvigalka se je pojavila že v času, ko so bili žerjavi še predragi in prisotni le v omejenem številu.

Posebno uporabna izvedba dvigalk je bila stenska izvedba dvigalke, še posebej stenska izvedba z zasučnim okvirjem oz. konzolo – konzolno dvigalo. Obe izvedbi sta potrebovali zelo majhen vgradni prostor, velika dolžina valja pa je omogočala dolge pomike oz. velike višine dviganja.

Iz dokaj preprostih dvigalk so se kar hitro razvili prvi hidravlični žerjavi za veliko večja bremena. Prvi prototip žerjava iz leta 1846 je temeljil na preprosti hidravlični dvigalki in je bil leto kasneje nameščen v pristanišče in tam uporabljan. Doživel je velik uspeh, na podlagi katerega je Armstrong ustanovil podjetje za izdelavo žerjavov – W. G. Armstrong & Co. Svoje izdelke je tudi primerno oglaševal v strokovnih revijah, npr. *The Engineer*. Del njegove dokumentacije, vezan na dvižne naprave, prikazuje *slika 6*.

Zaradi vedno večjega zanimanja in povpraševanja po žerjavih se je kar hitro preselil na večjo lokacijo v Elswick na obali reke Tyne (Newcastle), kjer je proizvodnjo razširil na različne vrste žerjavov in ostalo opremo za pristanišča. Tako je bil eden redkih, ki je ob začetku kariere zaslužil več denarja kot inženir, kot pa bi ga kot odvetnik. Čeprav ni imel formal-



**Slika 6** : Dokumentacija Armstrongovih dvižnih naprav in komponent: *Hydraulic Machinery*, Sir William G. Armstrong & Co. [7]

ne izobrazbe inženirja, se je Armstrong dokazoval kot velik inovator in kjerkoli so se pojavile tehnične ovire, je vedno našel pot, da jih je obšel oz. rešil. Značilen tovrstni primer predstavlja Grimsby Dock Tower, s katerim je ob poznavanju učinka geostatičnega tlaka tlak napajanja svojih žerjavov povišal na 8–10 bar ter s tem povečal zmogljivost prenašanja bremen in svojih žerjavov ter posledično njihovo učinkovitost. Problematiki, vezani na zagotavljanje hidravlične energije, se bomo posvetili v enem naslednjih poglavij pregleda zgodovine razvoja hidravlike; tu ga omenjamo le toliko, ker je v tesni povezavi z Armstrongovimi žerjavi in njegovim naprednim inženirskim in vsestranskim razmišljanjem. Zaradi tega Armstronga tudi uvrščamo med največje inženirje 19. stoletja, glede področja hidravlike pa ga postavljamo ob bok Bramahu.

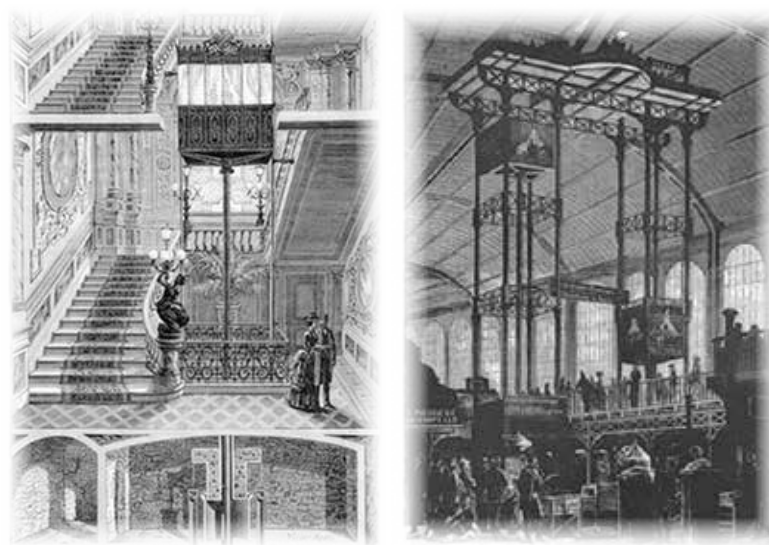
S kombinacijo inovativnih idej, trdim delom in dejstvom, da sta bili strojegradnja in industrijska revolucija na svojem višku, je Armstrongovo podjetje nenehno rastlo in okoli leta 1863 imelo že skorajda 4000 zaposlenih. Razen same rasti podjetja je širilo tudi področje njegovega delovanja: na področje gradnje lokomotiv, vojaške opreme, ladjedelništva, mostogradnje ... Tako se je povezoval s Stephensonom, Brunelom, Mitchelom, Withworthom, z gradbenimi podjetji ... in svoje uspešne hidravlične rešitve prenašal na druga področja tehnike.

Številne informacije in dokumentacija, vezana na delo in življenje Williama G. Armstronga ter ostalih velikanov industrijske revolucije, so na razpolago v različnih strokovnih virih, ki jih dopolnjujejo strokovnjaki, zanesenjaki s področja stroke, zgodovinarji in ljubitelji tehnike, npr. [6], [7]. Dokumentirane navedbe se nanašajo npr. na tehnične revije iz tistega časa, v katerih so bili predstavljeni novi dosežki, spoznanja in izdelki ter rešitve s področja tehnike. Ena takih je bila npr. že omenjena in cenjena angleška strokovna revija *The Engineer*. [6]

### 3 Hidravlična osebna dvigala

Za Armstronga lahko rečemo, da je bil velik specialist in inovator za hidravlične dvižne naprave. A ni se ukvarjal samo z napravami za dviganje in pretovarjanje bremen, temveč se je lotil tudi dvižnih naprav za ljudi – potniška oz. osebna dvigala, t. i. lifti. Pri zasnovi teh dvigal je izhajal iz tovornih dvižnih ploščadi, le da sta bili pri osebnih dvigalih potrebni veliko večja višina dviga in dograditev potniške kabine.

Za manjše višine dviga, npr. za eno nadstropje, je zadostovalo, da so uporabili plunžerski hidravlični valj in ga namestili v bolj ali manj globoko vgradno luknjo pod potniško kabino. Dviganje na večje višine je s seboj prineslo »gradbeniški problem« – vrtnje globoke luknje za namestitev valja. Zaradi tega Armstrongova potniška dvigala niso bila primerna

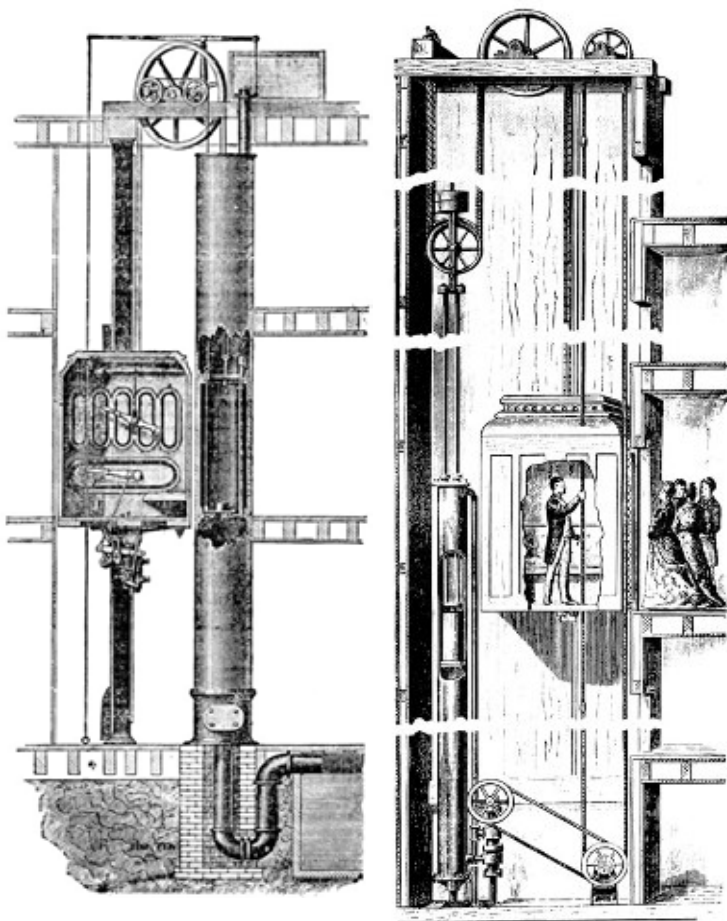


*Slika 7 : Angleško (Armstrongovo) direktno hidravlično osebno dvigalo in predstavitev dveh ogromnih tovrstnih dvigal na sejmu v Parizu leta 1867*

za večje višine dviga, so pa povsem zadostovala za moderne hiše viktorijanske dobe z dvema ali tremi nadstropji, kjer osebno dvigalo z umetelno izdelano potniško kabino nikakor ni smelo manjkati. Višje hiše so sicer imele več nadstropij, a ni bilo potrebe, da bi do njih vodilo dvigalo (pomožne sobe za služinčad in podobno). Primer Armstrongovega osebne dvigala s konca 18. stoletja prikazuje *slika 7*. Ta vrsta dvigal se je razširila tudi drugod po Evropi, kjer so bile v velemestih pomembne hiše. V Angliji in Evropi izvedba tovrstnih Armstrongovih dvigal ni predstavljala nekega posebnega problema: smiselne višine dviga so bile omejene in v »dosegu« izvedbe, pa tudi zakoni so omejevali dovoljeno hitrost dviganja – v Berlinu niso bile dovoljene višje hitrosti dviganja od 1 m/s (zaradi slabega počutja potnikov!). Tovrstno dvigalo so na področju osebnih dvigal splošno poimenovali *angleško direktno plunžersko hidravlično dvigalo*.

Še zanimivost: Obe ogromni osebni dvigali, razstavljeni na pariškem sejmu (Paris Universal Exposition of 1867) v galeriji strojev, je obiskalo devet milijonov obiskovalcev s celega sveta. V tem času so Francozi za osebna dvigala pričeli uporabljati izraz »ascenseur«, kar v angleščini pomeni »elevator«. Ta izraz se je najprej uveljavil širom po svetu, pa čeprav so Angleži (ki se imajo za izumitelje teh naprav) uporabljali izraz »lift«. Ta se pogovorno uporablja tudi pri nas. Nemci predvsem za osebna dvigala uporabljajo izraz Fahrstuhl, ki pa se po svetu ni uveljavil. V prvih dvigalih so namreč potniki sedeli in niso stali.

V Ameriki so se pojavile druge vrste hidravličnih dvigal. Prvo je bilo t. i. »kvazi hidravlično, vodno dvigalo«, ki je kot medij uporabljalo vodo, vendar ne za neposredno premikanje potniške kabine preko hidravličnega valja, temveč za posredno preko



**Slika 8 :** Baldwin-Hale »water balance elevator«, 1873 (levo), in Otisova izvedba indirektnega hidravličnega dvigala s škripčevjem in teleskopskim valjem, okoli 1880 (desno), [8]

mase vode v posebni posodi za vodo. Delovalo je na principu gravitacije – slika 8: Vzporedno s potniško kabino je bila nameščena večja cev s posodo za vodo, ki so jo skozi en ventil napolnili z vodo, skozi drugega pa praznili. Gibanje potniške kabine so dosegli z maso vode in vzpostavljanjem ravnotežja s številom potnikov in maso kabine. Za premikanje je bila običajno zadolžena oseba, ki je skrbela za polnjenje in praznjenje posode z vodo (od tod izvira kasnejša prisotnost »lift boya«, značilnega predvsem za Ameriko). Tovrstna dvigala so izdelovali v podjetju Baldwin-Hale v Ameriki. *Slika 8* (levo) prikazuje eno zadnjih tovrstnih izvedb iz leta 1873. Zaradi načina delovanja so ga poimenovali »water balance elevator« oz. nekako dvigalo z uravnotežanjem količine vode.

Veliko boljše rešitev izvedbe potniškega dvigala je predlagal Elisha G. Otis. Preden so začeli izdelovati dvigala na hidravlični pogon, so v Otisovem podjetju že imeli izkušnje s parnimi in mehanskimi dvigali. Bili so že uveljavljen proizvajalec osebnih dvigal, saj je bil ravno Otis tisti, ki je iznašel varnostno mehansko zavoro, ki je preprečila pad kabine v primeru pretrganja nosilne vlečne vrvi. Dvigala s parnim po-

gonom so sicer dovolj dobro delovala pri manjših višinah dviga, pri večjih pa se je pojavil problem stisljivosti pare pri ohlajanju v valju in s tem povezanim nenatančnim zaustavljanjem na posameznem višjem nadstropju. Električna pogonska tehnika pa je bila v tistem času še na začetku razvoja.

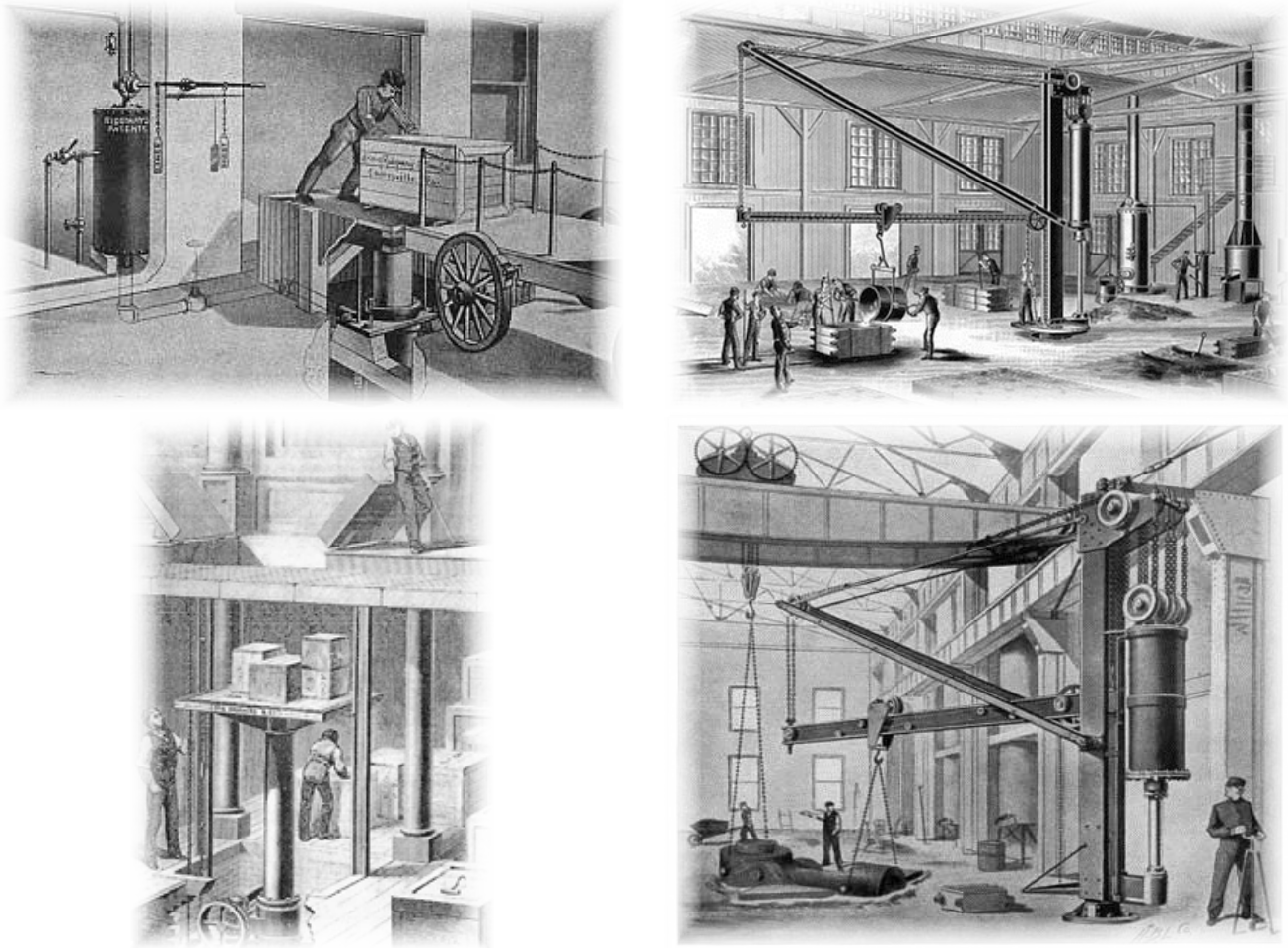
Kot odlična rešitev za dvigala, primerna za uporabo v ameriških nebotičnikih poslovnega sveta v mestih Chicago, Pittsburgh, New York ..., ki so ob prelomu stoletja že imela trinajst ali več nadstropij, se je uveljavila izvedba s teleskopskim hidravličnim valjem, nameščenim v istem jašku kot potniška kabina in opremljenim s škripčevjem za multiplikacijo dviga.

Lahko bi rekli, da je Otis uporabil Armstrongov preverjen koncept kombinacije hidravličnega valja in škripčevja, saj je to omogočalo dviganje na velike višine, preprost valj pa je nadomestil s teleskopskim in tako še povečal učinek. Razen tega pa je pogonski sklop namestil v dvigalnem jašku vzporedno s potniško kabino oz. ob njo ter dodal samodejno delujočo varnostno zavoro za primer pretrganja nosilne vrvi kabine ter protiutež za zmanjšanje potrebne sile valja. Protiutež kot rešitev je bila že dolgo znana – egipčanski shaduf. Oba »dodatka« sta bila, kot že omenjeno, njegovi iznajdbi oz. ponovna uporaba že znane rešitve v novejši zasnovi. Tovrstna izvedba dvigala se je hitro uveljavila v poslovnem svetu v Ameriki, v podjetju Otis pa so ga leta 1878 oglaševali kot prvo visokohitrostno hidravlično dvigalo (high speed hydraulic elevator). Prvo takšno dvigalo je bilo vgrajeno v stolpnico Boreel Building v New Yorku [9], dosegalo pa je hitrost dviganja 3 m/s, kar je bilo kar trikrat več, kot j bilo v tem času dovoljeno v Berlinu. [10]

#### 4 Druge izvedbe hidravličnih dviznih naprav in področja uporabe

Manjše hidravlične dvizne naprave, bodisi dvizne ploščadi ali pa manjši žerjavi, so postale nepogrešljiv del opreme večine skladišč in proizvodnih obratov. V ospredju uporabe je bilo premagovanje manjših višin ali pa prenašanje/premikanje težjih in nevarnejših obdelovancev ali tovara. Nekaj značilnih primerov izmed številnih prikazuje *slika 9*.

Veliko bolj kot pri manjših dvigalih in dviznih ploščadah je hidravlika prišla do izraza pri velikih pristaniških žerjavih in ostalih pristaniških napravah. Kljub izjemni primernosti za delovanje žerjava je v prvi polovici devetnajstega stoletja na tem področju hidravlika dosegla sorazmerno majhen napredek. Vzrok so bile težave z zanesljivostjo in učinkovitostjo pretvorbe linearnega pomika batnice valja v rotirajoče gibanje celotnega dvigala ali pa vrvnega bobna vitla. V prvi polovici 19. stoletja je prekladanje tovara v pristaniščih, ladjedelnicah in na železniških postajah še vedno potekalo s pomočjo



**Slika 9 :** Različne izvedbe skladišnih in delavniških hidravličnih dviznih ploščadi ter manjših dvigal

žerjavov, ki jih je poganjal človek, pa čeprav so bile potrebe po višjih in zmogljivejših žerjavih velike.

V 30. letih 19. stoletja se je kot material za gradnjo ladij začelo uporabljati železo, hkrati pa so se povečevale tudi dimenzije ladij. Običajni dvizni sistemi niso bili več ustrezni. V večini držav so našli rešitev v žerjavu s paro, ki se je pojavil v 50. letih 19. stoletja. Vendar se je v pristaniščih in ladjedelnicah v Angliji pojavila več kot konkurenčna alternativa – žerjav z vodnim hidravličnim pogonom.

V angleških pristaniščih so hitrost dvigovanja »zrtovali« za doseganje prenašanja velikega tovora. Zato so bili hidravlični valji robustni, saj so premikali več vrvi in verig za zagotavljanje »počasnega, a zanesljivega« pretovora, žerjavi pa veliki. Grafike na *sliki 10* prikazujejo nekaj izvedb pristaniških prekladalnih žerjavov in ladijskih dvigal v dokih.

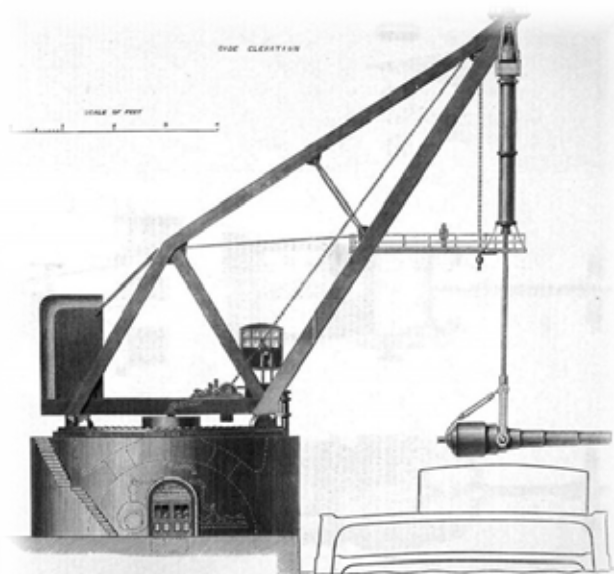
Tudi na področju »transporta oseb« so se razen Armstrongovega direktnega hidravličnega dvigala in Otisovega indirektnega hidravličnega dvigala pojavile različne izvedbe osebnih dvigal. Eno od teh predstavlja osebno dvigalo s horizontalno nameščenim hidravličnim valjem, kombiniranim s

škripčevjem. Ta pogonski sklop je bil lahko nameščen v poljubnem nadstropju zgradbe ali na njenem najvišjem nadstropju, če je nosilnost stropa to dopuščala, običajno pa je bil nameščen v kletnih prostorih pod potniško kabino. Izvedba dvigala je delovala na principu uravnoveženja mase kabine s protiutežmi, zaradi česar je bil tudi sam hidravlični pogonski sklop manjših dimenzij in je potreboval manjši vgradni prostor. Razen tega je bilo delovanje izredno tiho in mehko ter hitro – dosegali so hitrost dviga 2 m/s.

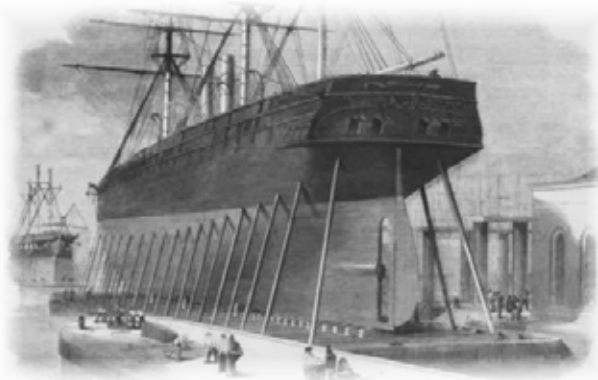
Kot dodatno prednost izvedbe so izpostavljali, da zaradi namestitve pogona v kleti zgradbe zaradi konstantne višje temperature tudi ni nevarnosti, da bi voda kot takrat uporabljena hidravlična tekočina pri nizkih temperaturah zmrznila. Kot nadaljnjo prednost so omenjali, da tudi ni prostorskih problemov z namestitvijo vravnice velikega premera (okoli 1 m in več), saj je v kleti veliko več prostora kot kjerkoli drugje v dvigalnih jaških, v primeru vzdrževanja in pregleda pa je celotna tehnika veliko lažje dostopna. Izvedbo horizontalnega hidravličnega pogona s škripčevjem, nameščenega v kleti zgradbe, prikazuje *slika 11*. Takšni potisno delujoči hidravlični valji so bili vgrajeni predvsem v nebotičnikih v Ameriki, še po-



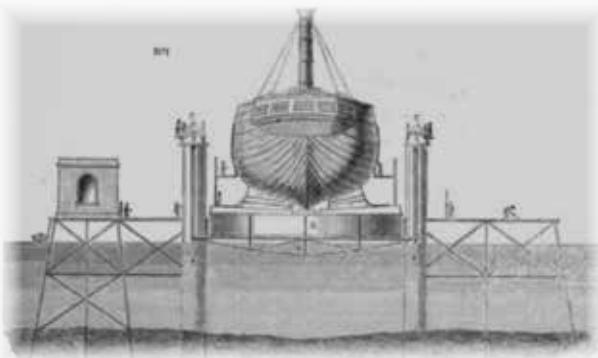
Manjši robustni hidravlični žerjav



160-tonski hidravlični žerjav; Armstrong & Co.



Hidravlično dvigalo za ladje; London, Craving Docks, 1853



Hidravlični dvižni dok, Victoria Docks



100-tonski plovni žerjav; Armstrong, Mitchel & Co.

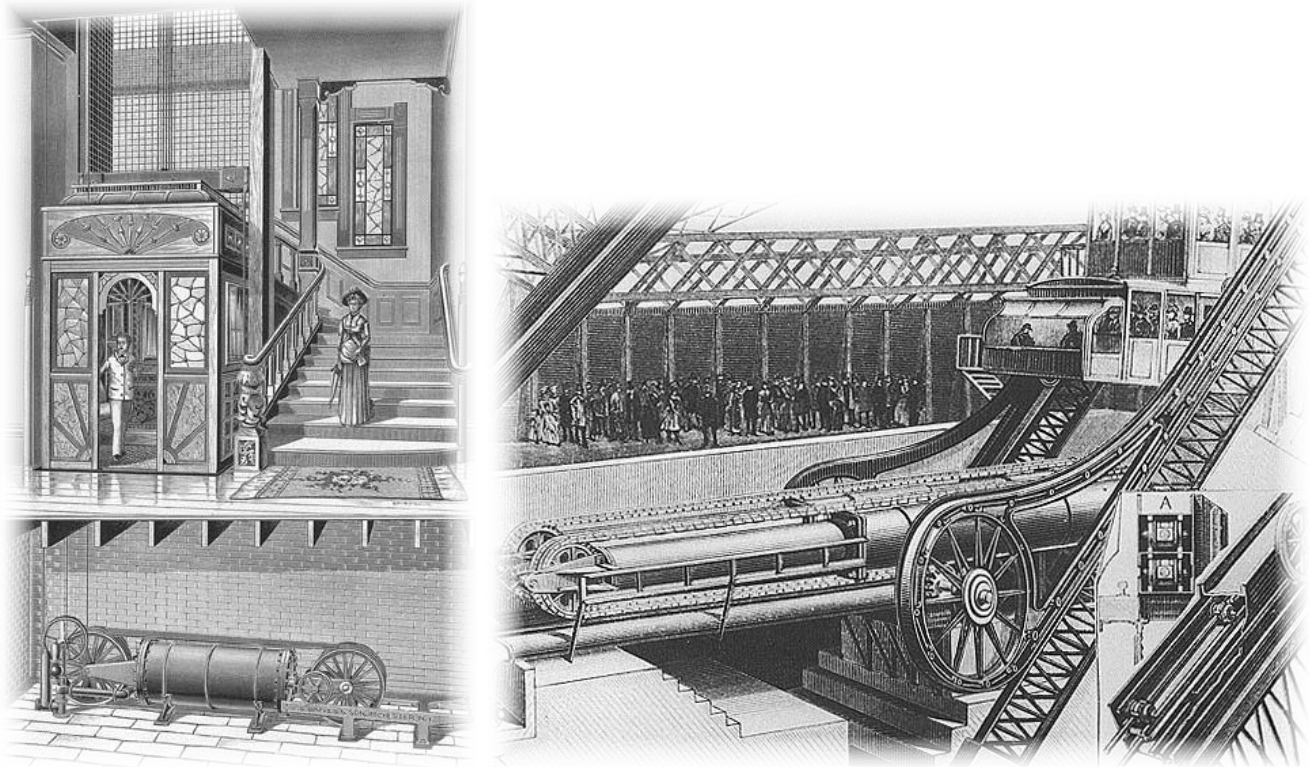
**Slika 10** : Hidravlične dvižne naprave v pristaniščih in ladjedelnicah

sebej so se vgrajevali v nebotičnike v Philadelphiji. Z večjimi ali manjšimi konstrukcijskimi razlikami so jih izdelovali različni izdelovalci osebnih dvigal.

Naslednji zanimiv primer uporabe hidravlične pogonske tehnike za premikanje potnikov predstavlja nagnjeno oz. poševno veliko kabinsko dvigalo. Dvigalo za obiskovalce Eifflovega stolpa na prvi etapi poti proti vrhu stolpa sta zasnovala in zgradila Roux-Combaluzier in Lepape. Nagnjeni dvigali sta bili nameščeni na vzhodnem in zahodnem stebru stolpa, vsaka kabina pa je sprejela do 90 potnikov, hitrost

premikanja pa je znašala 1 m/s. Na končni postaji poševnega dvigala so potniki prestopili v Otisovo vertikalno uravnoveženo hidravlično dvigalo.

Razen velikih žerjavov in manjših ali večjih potniških dvigal so bila majhna priročna hidravlična dvigala nepogrešljiv kos opreme vsake obrtniške delavnice ali proizvodnega obrata. Te dvigalke so uporabljali za preprosta pomožna dela tako pri manjših opravilih, kot je npr. nameščanje ležajev, in pa tudi pri različnih delih pri ogromnih objektih – npr. pri poravnavanju velikih in težkih jeklenih konstrukcij ob njihovo-



Slika 11 : Horizontalni hidravlični pogon osebnih dvigal (levo) in pogon poševnega potniškega dvigala na Eifflovem stolpu (desno)



Slika 12 : Oglas za dvigalke proizvajalca Tangye Brothers iz Birminghama

vem nameščanju na ustrezno mesto pred pritrjevanjem. Različne možnosti uporabe majhnih prirodnih hidravličnih dvigalk prikazuje letak enega vodilnih proizvajalcev malih dviznih naprav – slika 12.

## 5 Zaključek

Ta kratki pregled uporabe hidravlike prikazuje drugo pomembno, zelo široko in raznoliko področje praktične uporabe hidravlične pogonske tehnike –

dvižne naprave. Na tem področju se je hidravlika kar hitro uveljavila in potrdila svoje primernost: velika bremena, bodisi mase ali pa sile, v kombinaciji z velikimi hitrostmi gibanja. Če dodamo še relativno preprostost naprav, njihovo varno, zanesljivo in tiho delovanje, lahko kar hitro uvidimo, da je hidravlična pogonska tehnika prevzela primat tam, kjer so prej domovali parni pogoni. Hidravlične dvižne naprave so poleg hidravličnih stiskalnic brez dvoma utrdile pomen in širitev hidravlične pogonske tehnike celo na več različnih področij, kot je to veljalo za stiskalnice.

Pionirja sta bila brez dvoma Armstrong in Otis, ki sta na področju dvižnih naprav pustila ogromen pečat. Vsak na svojem podpodročju delovanja. Prvi na področju hidravličnih žerjavov najrazličnejših vrst in tam, kjer je bilo potrebno dvigati in prenašati težka bremena, drugi pa na področju transporta oseb – osebna dvigala. Obe imeni imata še danes vidno vlogo v stroki, pa čeprav se danes tam uporablja druga pogonska tehnika. To še posebej velja za osebna dvigala Otis.

### Viri

- [1] Lovrec, D.: Razvoj hidravlične pogonske tehnike skozi čas – 3. del: Bramahove stiskalnice in naprave, Ventil – revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, ISSN 1318-7279, jun. 2019, letnik 25, št. 3, str. 228–237.
- [2] Skinner, S.: Hydraulic Fluid Power; A Historical Timeline, 2014, Steve Skinner Presentations, 126 strani, ISBN: 978-1-291-67689-1.
- [3] Blaise Pascal, and the Men Who Made Hydraulics, <https://www.gerrardhydraulics.com.au/news/blaise-pascal-men-made-hydraulics/>, (objavljeno: 6. 8. 2016; ogled: 27. 7. 2019).
- [4] Gibson, J. W., Pierce, M. C.: Remnants of Early Hydraulic Power Systems, 3rd Australasian Engineering Heritage Conference 2009, 2009, 13 strani.
- [5] Rankin, K.: The Book of Modern Engines and Power Generators, vol. VI, London: Caxton, 1912 edition of 1905 book.
- [6] N. N.: Grace's Guide to British Industrial History; Sir W.G. Armstrong, [https://www.gracesguide.co.uk/W.\\_G.\\_Armstrong\\_and\\_Co](https://www.gracesguide.co.uk/W._G._Armstrong_and_Co) (ogled: 27. 7. 2019).
- [7] Sturgeon, W. C.: The elevator museum, <http://www.theelevatormuseum.org/> (ogled: 27. 7. 2019).
- [8] Vogel, M.: Elevator Systems of the Eiffel Tower 1889, Contributions from the Museum of History and Technology, Paper 19: <http://www.ajhw.co.uk/books/book246/book246.html>, (ogled: 2. 8. 2019).
- [9] N. N.: The first one Hundred Years, Otis Elevator Company, 1853–1953, kronologija razvoja podjetja Otis, jubilejna publikacija ob 100-letnici obstoja, 1953, 49 strani.
- [10] Weingarten, F.: Die Entwicklung der hydrostatischen Energieübertragung im 19. und 20. Jahrhundert, o + p Oelhydraulik und Pneumatik, 26 (1982), Nr. 12, str. 873–879.

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

**IAM**

**EINTRONIKA**

**Robotics**

**4Industry**

**11.-13.02.2020**

**Ljubljana, Slovenija, GR**



# časopis **industrija**

**Vaša sigurna pot  
do tržišča v Srbiji**



**Promovišite svoj posao i predstavite  
Vašu kompaniju.**

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

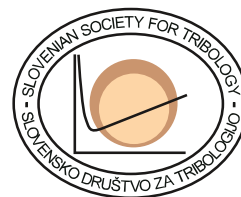
**[www.industrija.rs](http://www.industrija.rs)**

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

Pokličite nas:

**ČASOPIS INDUSTRIJA**  
Lazara Kujundžića 88,  
11030 Beograd, Srbija

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



## **SLOTRIB 2020**

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

**JUNIJ 2020**

**Hotel Slovenija, Portorož**

**Več informacij dostopnih na:  
[www.tint.fs.uni-lj.si](http://www.tint.fs.uni-lj.si)**

### **KONTAKT**

#### **SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU**

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

Bogišičeva 8  
1000 Ljubljana

Tel.: 01 4771 460  
Fax: 01 4771 469

E-mail: [jozi.sterle@tint.fs.uni-lj.si](mailto:jozi.sterle@tint.fs.uni-lj.si)

# AVTOMATIZACIJA PROIZVODNJE V LIVARNI TITAN

Oliver Topić, Darko Podržaj

## Izveček:

V Livarni Titan, kjer so specializirani za proizvodnjo in obdelavo ulitkov, je bil način dela pred avtomatizacijo proizvodnje predvsem ročno brušenje ulitkov na kolutnih brusih in ročna strega CNC-stružnic. Zaradi zelo težkega dela pri brušenju ulitkov so se v livarni odločili za uvedbo robotskih celic za brušenje ulitkov.

V prispevku je predstavljen razvoj robotskih celic za brušenje in razvoj robotskih celic za strego CNC-strojev, ker je to v zadnjem času v številnih industrijskih procesih nepogrešljiv del moderne, ekonomične in predvsem človeku prijazne tehnologije. Zahteva za izdelavo takih robotskih celic je prišla od naročnika, ker je ročno delo zamudno, težko in človeku neprijazno, zato smo razvili robotske celice, kjer težko in monotono delo opravlja robot, hkrati pa zagotovimo velike serije izdelkov z nemotenim delom in brez prekinitev. Velike serije izdelkov sedaj naredijo v precej krajšem času. V prispevku je opisan postopek načrtovanja takšnih robotskih celic.

## Ključne besede:

razvoj, avtomatizacija, robotska celica, brušenje, mehanska obdelava, merilni sistem

## 1 Uvod

V današnjem času je avtomatizacija procesov nepogrešljiv del vsake serijske proizvodnje [1]. Glavni vzrok, zakaj se podjetja odločajo za avtomatizacijo, je razbremenitev delavca, povečanje dobička, zagotavljanje kakovosti proizvodnje in predvsem skrajšanje dobavnih rokov. Z optimizacijo proizvodnih procesov želimo povečati produktivnost, natančnost, ponovljivost in dvigniti nivo kakovosti izdelkov. Poleg tega želimo zaščititi delavca pred nevarnimi in težkimi pogoji dela. Roboti lahko opravljajo težka dela, ki so za ljudi zelo neprijazna in nevarna. V proizvodnji so ljudje v vročini in umazaniji. V livarni smo zato uporabili robote za brušenje in strego CNC-strojev.

## 2 Način dela v livarni pred avtomatizacijo

Pred avtomatizacijo so v brusilnici vse izdelke brusili ročno na kolutnih brusih.

Na mehanski obdelavi pa so ročno vstavljali izdelke/ulitke na obdelavo v CNC-stružnice.

Zaradi zelo težkega ročnega dela pri brušenju ulitkov so se v livarni odločili za uvedbo robotskih celic za brušenje. Z avtomatizacijo in robotizacijo lahko sedaj delavci, ki so prej ročno brusili ulitke, opravljajo mnogo enostavnejše in manj zahtevno delo.

Oliver Topić, univ. dipl. inž., Darko Podržaj, mag. inž.; oba PS, d. o. o., Logatec

## 3 Zahteve, ki smo jih dobili od Titana

Naročnik nam je predstavil in pokazal svojo proizvodnjo, kjer smo umestili robotske celice. Zahteve naročnika so bile naslednje:

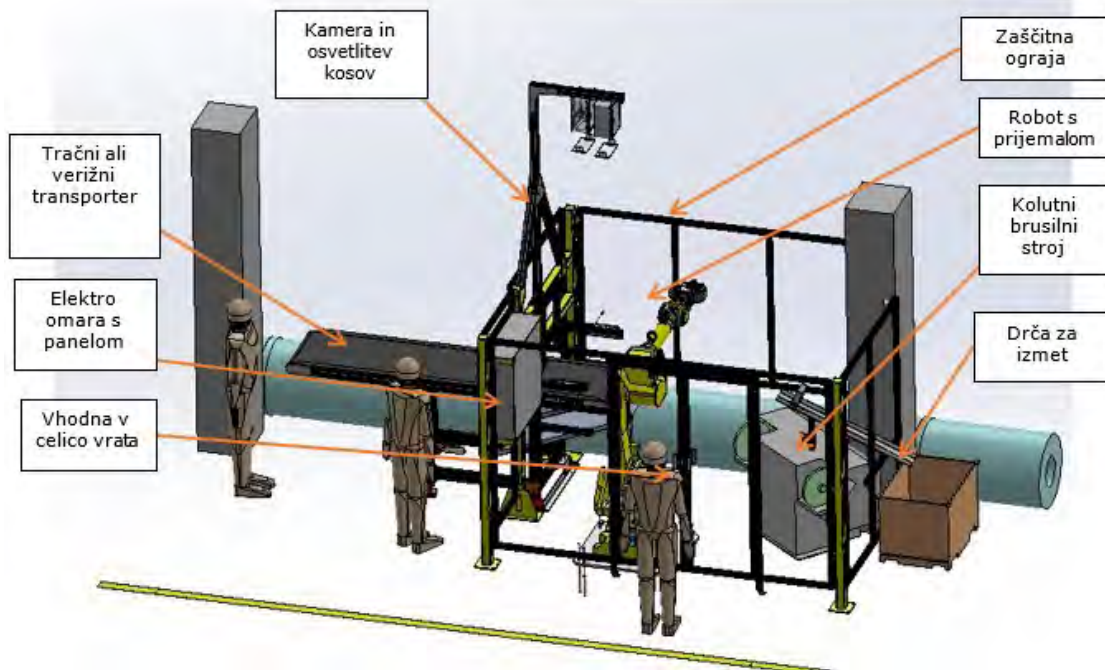
- ▶ postavitve robotske celice v brusilnico,
- ▶ postavitve robotske celice v proizvodnjo mehanske obdelave,
- ▶ v postavitvi predvideti nadgradnjo in povečanje števila robotskih celic,
- ▶ brusiti različne tipe izdelkov,
- ▶ narediti robotsko strego CNC-strojev za različne tipe izdelkov,
- ▶ katere obstoječe brusilne stroje uporabiti,
- ▶ predvideti uporabo obstoječega sistema za odsesavanje prahu,
- ▶ minimalno število operaterjev za vse brusilne celice,
- ▶ precej povečati število izdelanih izdelkov na izmeno zaradi krajših dobavnih rokov.

## 4 Izvedba robotskih celic

### 4.1 Robotska celica za brušenje ulitkov

Robotska celica je namenjena brušenju različnih ulitkov z robotom. S pomočjo kamere pogledamo orientiranost izdelka na transportnem traku ali verižnem transporterju in ga z robotskim prijematlom primemo in odnesemo na pozicijo brušenja.

Robotska celica (*slika 1*) za brušenje je sestavljena iz naslednjih sklopov:

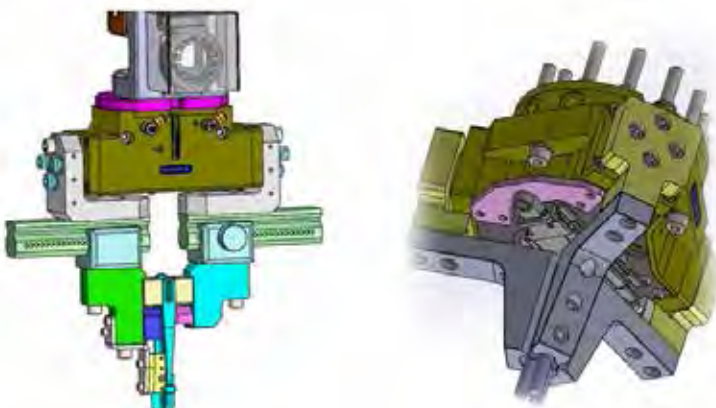


Slika 1 : Robotska celica za brušenje

- ▶ robot z robotskim krmilnikom,
- ▶ izmenljivo prijemalo za kose,
- ▶ vhodni transportni trak ali verižni transporter z gnezdi,
- ▶ zaščitna ograja z varnostnimi vrati,
- ▶ elektro omara s panelom,
- ▶ osvetlitev kosov z nastavljivimi lučmi,
- ▶ drča za pobrušene kose.

#### 4.1.1 Prijemalo za brušenje

Na robotu je možno uporabljati paralelno ali triprstno prijemalo Schunk (slika 2), odvisno od tipa izdelka, ki ga brusimo. Prijemala so nastavljiva. Z zamenjavo prstov lahko pobiramo večino tipov izdelkov. Tip prijemala izbiramo tudi na panelu, ki služi kot opomnik operaterju ali tehnologu, katero prijemalo je v uporabi.



Slika 2 : Paralelno in triprstno prijemalo za brušenje

#### 4.1.2 Merilni sistem na prijemalu za brušenje

Za kontrolo pravilnega vpetja kosa so na prijemalu uporabljena mejna stikala. Stikala so nastavljena tako, da so aktivna v skrajnih legah prijemala. Za kontrolo pravilnega vpetja kosa je uporabljen zvezni merilnik pomika Festo. Merilnik pomika meri celotni hod prijemala z resolucijo desetinke milimetra. Pozicija se povečuje, ko gredo prsti narazen. Ker so ulitki med seboj različni, lahko s tolerančnim poljem vplivamo, znotraj katerih mej je vpetje še dopustno.

#### 4.1.3 Dodajalni sistem za brušenje izdelkov

Za dodajalni sistem smo uporabili transportni trak ali verižni transporter, ki omogoča veliko avtonomijo robotske celice (slika 3). Na transporterju se nahajata dve fotocelici. Fotocelica za detekcijo praznega transporterja skrbi za detekcijo praznega transportnega traku. Ta nam sporoča, da zmanjkuje kosov za

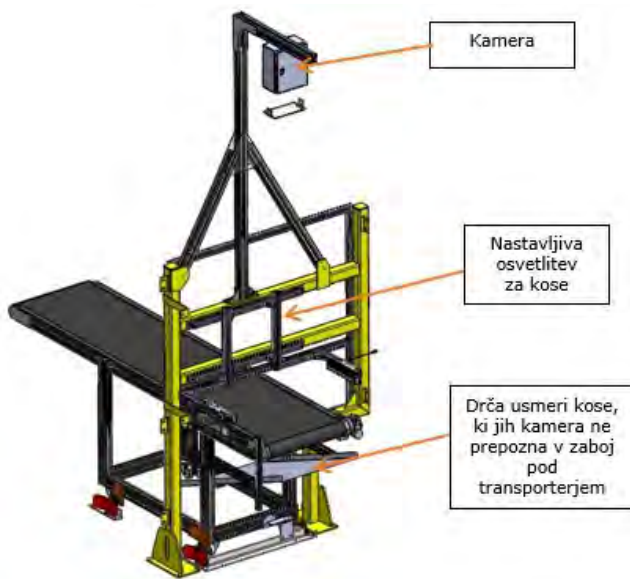


Slika 3 : Verižni in tračni transporter

obdelavo. Fotocelica na koncu transporterja služi za detekcijo kosov na koncu transporterja.

### 4.1.4 Prepoznavanje izdelkov za brušenje

Ko prispe kos do končne fotocelice, se transporter ustavi in glavni krmilnik sporoči robotskemu krmilniku, naj sproži proces detekcije s kamero (slika 4). Če kamera kos pravilno prepozna, sporoči robotu njegovo pozicijo, nato ga robot pobere. Ko robot pobere kos, to sporoči krmilniku, ki ponovno sproži detekcijo s kamero. Ko kamera ne zazna več kosov, sproži pomik transporterja in cikel se ponovi.



Slika 4 : Kamera in osvetlitev traku

Za prepoznavanje položaja in orientacije smo vgradili sistem Fanuc iRVision (slika 5). Na koncu transportnega traku imamo posebno osvetlitev za kose, da kamera lažje prepozna obliko in orientacijo kosa.



Slika 5 : Prepoznavanje kosov s kamero

### 4.1.5 Delovanje robotske celice za brušenje

Opis delovanja:

- ▶ operater naloži oziroma sproti nalaga kose na

- ▶ tračni ali verižni transporter,
- ▶ na koncu transporterja osvetlimo kose in preverimo pozicijo s kamero,
- ▶ primemo kos z robotskim prijemalom,
- ▶ odnesemo na pozicijo brušenja,
- ▶ pobrusimo kos,
- ▶ odložimo pobrušeni kos na izhodno drčo.

Robotska celica lahko deluje v ročnem ali avtomatskem režimu. Ročni režim je namenjen testiranju posameznih komponent celice in upravljanju robota s komandno konzolo. Ročni režim npr. uporabljamo pri programiranju robota za brušenje novih kosov. Pri avtomatskem režimu operater naloži kose na transportni trak, nato se cikel avtomatsko izvede, dokler obdelani izdelek ne pade v zaboj.

Pri parametrih programa vsebuje zavihek (slika 6) splošne parametre in parametre, povezane s prijemalom, transporterjem ter brušenjem kosa. Zavihek vsebuje 30 parametrov, ki se ciklično prenašajo na robotski krmilnik in so lahko uporabljeni v robotskem programu za brušenje. Vrednosti in vrste parametrov so lahko različne in se lahko poljubno določijo med pisanjem programa na robotskem krmilniku. Vrednosti se kopirajo v robotske podatkovne registre tipa R.

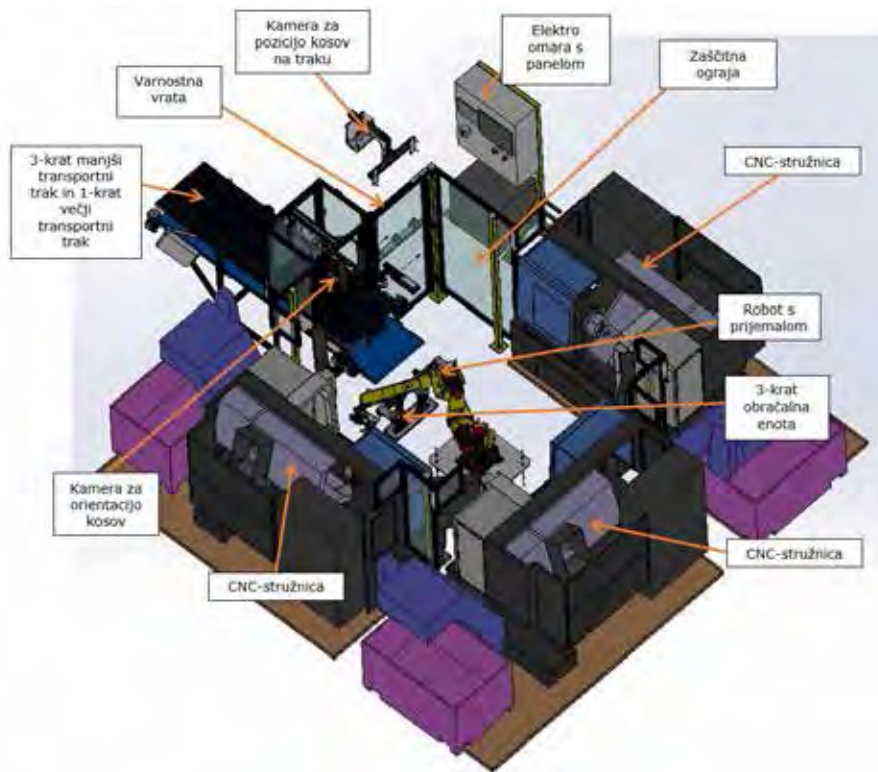


Slika 6 : Stran za izbiro in nastavev programa

## 4.2 Robotska celica za strego CNC-stružnic

Robotska celica je namenjena stregi treh enakih CNC-stružnic. Za strego skrbi robot. Surovci prihajajo v celico po treh podajalnih transporterjih. Na vsakem transporterju so lahko različni tipi izdelka. Vsaki CNC-stružnici je določen poseben transporter. Za izhod obdelovancev služi skupen izhodni transporter. Surovce polaga na trak operater, s traku pa jih s pomočjo kamere robot jemlje sam.

S pomočjo kamere robot tudi poskrbi za pravilen zasuk kosa, kar je pomembno pri vstavljanju kosov v vpenjalne glave CNC-stružnic. Za določen tip izdelka so dodane obračalne naprave, ki kos pravilno obrnejo za strego v stružnice.



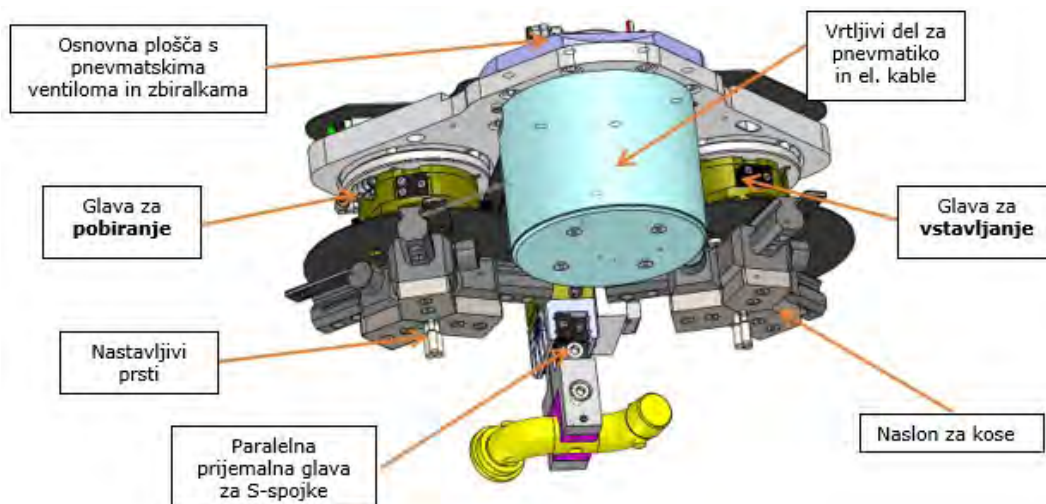
Slika 7 : Robotska celica za strego CNC-strojev

Robotska celica za strego CNC-stružnic (slika 7) je sestavljena iz naslednjih sklopov:

- ▶ robot z robotskim krmilnikom,
- ▶ prijemalo s trojno glavo za manipulacijo izdelkov med tremi stružnicami,
- ▶ 3-krat manjši vhodni transportni trak in en večji izhodni trak,
- ▶ zaščitna ograja z varnostnimi vrati,
- ▶ elektro omara z glavnim panelom,
- ▶ osvetlitev kosov z nastavljivimi lučmi,
- ▶ 2-krat kamera za pobiranje in orientiranje kosov,
- ▶ 3-krat obračalna postaja.

#### 4.2.1 Prijemalo za manipulacijo kosov

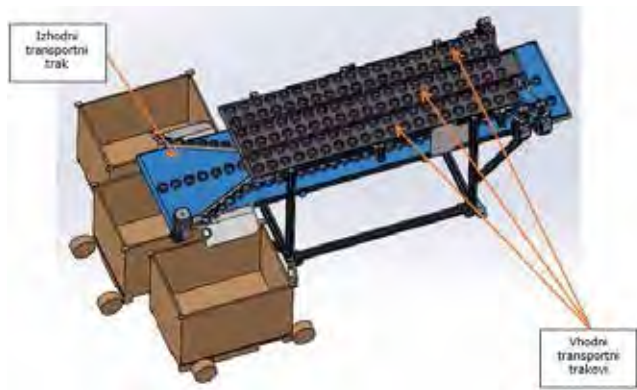
Robot je opremljen s prijemalom s trojno glavo (slika 8). Glava, poimenovana »POBIRANJE«, služi za pobiranje obdelanih kosov iz CNC-strojev. Glava, poimenovana »VSTAVLJANJE«, služi za vstavljanje surovcev v CNC-stroj. Obe glavi imata mehansko nastavljiv odmik prstov, kar omogoča obdelavo večjega nabora surovcev z različnimi premeri. Tretja vpenjalna glava pa služi za pobiranje izdelkov, ki jih moramo pripraviti s transportnega traka, in vstavljanje v obračalne postaje.



Slika 8 : Trojno prijemalo na robotu

## 4.2.2 Vhodni in izhodni transportni trakovi za strego stružnic

Vse tipe kosov, ki se obdelujejo na stružnicah, operater zloži na 3 trakove (slika 9). Vsak vhodni trak je namenjen svoji stružnici in na vsakem traku je lahko različen tip izdelka.



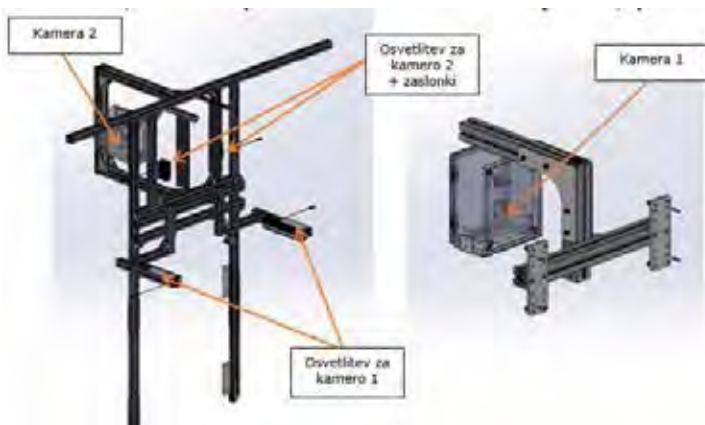
Slika 9 : Vhodni transportni trakovi in izhodni transportni trak

Kadar obdelujemo kose, ki jih moramo med prvo in drugo obdelavo obračati, s paralelno prijemalno glavo primemo te tipe izdelkov s transportnega traka in nesemo na obračalno postajo. Na obračalni postaji preprimemo kos in ga nesemo na 1. obdelavo v stružnico. Po 1. obdelavi nesemo kos nazaj na obračalno postajo in ga obrnemo ter primemo z drugo prijemalno glavo in nesemo na 2. obdelavo.

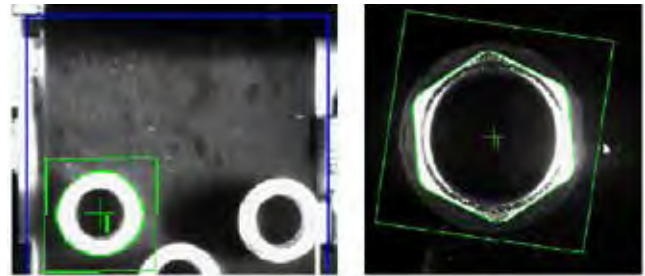
Po 2. obdelavi odložimo kos na izhodni transportni trak.

## 4.2.3 Prepoznavanje izdelkov za strego stružnic

S kamero 1 prepoznamo pozicijo kosa na vhodnih trakovih. Kamero 2 rabimo za določene tipe izdelkov, da jim lahko določimo še orientiranost glede na prijemalo (slika 10).



Slika 10 : Kamere in osvetlitev



Slika 11 : Prepoznavanje kosa

Parameter poda robotskemu krmilniku informacijo, naj po končanem pobiranju surovca s transporterja tega pokaže stranski kameri. To je potrebno storiti za kose, ki so na transporterju obrnjeni tako, da stropna kamera ne more prepoznati rotacije šestkotnika (slika 11). Za kose, kjer je rotacijo šestkotnika mogoča že s stropno kamero, ta opcija ni potrebna.

## 4.2.4 Delovanje robotske celice za strego stružnic

OPIS DELOVANJA:

- ▶ operater naloži kose na transporterje,
- ▶ na koncu transportnega traku osvetlimo kose in preverimo pozicijo s kamero,
- ▶ kos primemo z robotskim prijemalom 1,
- ▶ če nimamo določene orientiranosti kosa, ga nesemo na pozicijo druge kamere in ga s pomočjo te kamere in osvetlitve orientiramo z robotom na prijemalu 1,
- ▶ gremo na pozicijo vpenjalne glave v stružnici,
- ▶ s prijemalom 2 najprej vzamemo že obdelan kos v stružnici,
- ▶ s prijemalom 1 vstavimo nov kos v vpenjalno glavo,
- ▶ s prijemalom 2 odnesemo končni izdelek na transportni trak,
- ▶ kadar obdelujemo kose z dvema različnima obdelavama, s tretjo prijemalno glavo primemo kos s transportnega traka in ga nesemo med 1. in 2. fazo obdelave na obračalno postajo,
- ▶ po drugi obdelavi odložimo kos na izhodni transportni trak.



Slika 12 : Izbira komand na panelu

Robotska celica za strego CNC-stružnic lahko ravno tako deluje v ročnem ali avtomatskem režimu (slika 12). Na strani ročnega režima naložimo surovce na transportni trak in ga poženemo. Transporterji pomaknejo surovce do končnih fotocelic, nato se zaustavijo. Operater lahko tako ročno vzame kose s traku in jih ročno vloži v CNC-stružnico.

## 5 Sklep

Z uvedbo robotskega brušenja so v livarni pridobili lažje delo za zaposlene delavce in delo brez prekinitev, saj lahko robot dela 24 ur na dan vse dni v tednu brez prekinitev.

V proizvodnji imajo trenutno 4 robotske celice za brušenje (slika 13) in 2 robotski celici za strego CNC-stružnic (slika 14).

Vse štiri robotske celice za brušenje lahko oskrbuje en operater.

Dve robotski celici za strego CNC, kjer je skupaj 6 stružnic, lahko oskrbuje en operater.

## 6 Načrti v prihodnje

Cilj Livarne Titan je do leta 2020 postaviti vsaj 20 robotov oziroma robotskih celic v mehansko proizvodnjo za brušenje in obdelavo ulitkov. S to avtomatizacijo so in bodo pridobili na mnogih področjih, predvsem na področju kakovosti, ker je kakovost različnih brušenih izdelkov konstantna in neodvisna od časa oziroma od tega, v kateri izmeni so izdelki narejeni.

Pridobili so tudi na produktivnosti. S produktivnostjo so znižali stroške in, kar je danes najbolj pomembno, skrajšali čas od naročila do dobave. To pomeni, da so se dobavni roki bistveno skrajšali. S krajšimi dobavnimi roki pa pridobivajo tudi več naročil.



Slika 13 : Robotske celice za brušenje



Slika 14 : Robotska celica za strego CNC-stružnic

## Literatura

- [1] Boštjan Perovšek: Robotska celica za strego obdelovalnega centra, Fakulteta za elektrotehniko v Ljubljani, Ljubljana 2014.

## Automation of Foundry Plant Livarna Titan

### Abstract:

At the foundry plant Livarna Titan, which specialises in the production and treatment of castings, the manner of work prior to automation of the production was mostly manual grinding of the castings on disk grindstones and manual handling of CNC milling and turning machines. Due to the very hard work involved in the grinding of castings, the management of the foundry plant decided to implement robotic cells for grinding castings.

This contribution presents the development of robotic cells for grinding and the development of robotic cells for handling CNC machines, since in many industrial processes this type of development has become an indispensable part of the modern, economical and, most of all, user-friendly technology. The demand for the implementation of such robotic cells came from the contracting authority, since manual work is slow, hard and taxing on the workers, therefore we have developed robotic cells where the hard and monotonous work is performed by a robot, simultaneously ensuring the production of large product series with smooth work and without interruptions. Large product series are now produced in a much shorter time frame. This paper describes the process of planning such robotic cells.

### Keywords:

development, automation, robot cell, grinding, mechanical treatment, measuring system

# DIGITALIZACIJA KOT DEL SODOBNEGA IZOBRAŽEVALNEGA PROCESA

Vesna Trančar, Kim Širec

## Izvleček:

Vsa tehnološko pripravljena podjetja so že suvereno zakorakala na pot digitalizacije. V zadnjih letih korenito na to pot stopajo tudi šole in temu primerno posodablajo izobraževalna orodja in metode prenosa znanja na učence. Digitalizacija izobraževalnega procesa pa ne pomeni, da gre zgolj za brskanje po internetu. S sodobnimi digitalnimi prijemi (razširjena in virtualna resničnost) lahko učenca opolnomoči z danes nepogrešljivimi kompetencami 21. stoletja.

## Ključne besede:

izobraževalni proces, digitalizacija, digitalna učna orodja, e-učenci, e-učitelji

## Uvod

Digitalizacija pomeni vključevanje digitalnih tehnologij v vsakdanje življenje, gre za digitalizacijo vsega, kar je mogoče digitalizirati. Smo v času, ko se tudi v naši izobraževalni sferi razvijajo ideje brez primere in ustvarjajo napredek, tudi novo paradigmo, ki je ni mogoče doseči z zaostajanjem na področju tehnologije. Lahko rečemo, da se je nova faza izobraževanja in učenja zares začela. Čeprav gre za začetke novega pristopa do učenca in posredovanja informacij, pa je potrebno vseeno prilagoditi tudi še vse ostale instrumente izobraževalnega sistema. Učitelji so pričeli spreminjati svoj način poučevanja, pridobivanja ocen, spremenili so celo fizično sestavo učilnic; učenci pa temu primerno tudi način usvajanja potrebnega znanja. Spremembe tečejo hitreje, kot se je sprva pričakovalo. Razlog je v tem, da se učitelji zelo dobro zavedajo prednosti, ki jih v izobraževalni proces oziroma razred prinaša sodobna tehnologija.

V primerjavi s tradicionalnim načinom poučevanja je digitalno izobraževanje veliko bolj kompleksno, zahteva podporno sodelovanje vseh akterjev izobraževalnega procesa, vlaganje v permanenten razvoj učiteljev, prilagajanje načinov podajanja učnih vsebin, ustvarjanje novih učnih situacij in navsezadnje tudi prilagoditev učnih prostorov. Učitelji se zato danes srečujejo z novimi možnostmi posredovanja učnih vsebin, in to prav na vseh ravneh izobraževanja.

Dr. Vesna Trančar, ŠC Ptuj  
Kim Širec, Prva gimnazija Maribor

## Preskok pri posredovanju učnih vsebin

Tehnologija prevzema vsako nišo našega življenja. Pametni telefoni, prenosni računalniki, tablice, 3D tiskalniki, AR očala in drugo niso več neznane besede. Izobraževalni sistem se razvija v smeri izboljšanja metod prenosa znanja, saj učenci novodobne generacije niso rojeni, da bi bili omejeni z omejitvami enostavnega učenja; njihova radovednost je ogromna in je ni mogoče ujeti v okviru starega izobraževalnega sistema [4, 5].

Če bi še naprej učili tako, kot smo učili včeraj, bi učencem odvzeli jutri, odvzeli bi jim ideje in sanje. Učitelji so si zagotovo enotni: stari izobraževalni sistem v 21. stoletju nima prostora. Potreben je sprememb in posodobitev v smislu implementacije digitalizacije in personalizacije. Večina šol se nujnosti sprememb, ki jih prinaša nova tehnologija, že resno zaveda. Zaveda se namreč, da ima z implementiranim digitalnim načinom posredovanja učnih vsebin učencem bistveno večjo konkurenčno prednost pred preostalimi izobraževalnimi institucijami, ki s tako konceptualno spremembo izobraževalnih metod še odlašajo [1, 2, 3, 14, 15].

In katera so orodja, s katerimi lahko približamo digitalni način pridobivanja znanja? Zаметke digitalizacije najdemo predvsem v spletnih tečajih, spletnih učilnicah, spletnem preverjanju znanja, e-gradivu, mreženju med učenci, učitelji ter strokovnjaki iz razvojnoraziskovalnih oddelkov podjetij [6, 14]. Naslednji korak v digitalni svet pa predstavljajo virtualna realnost, razširjena realnost in kombinacija obojega (mešana realnost). V nadaljevanju si podrobneje oglejmo digitalna orodja za pridobivanje znanja [1]:



### ► Spletni tečajji

Spletne tečaje razvijajo strokovnjaki, ki imajo vrhunsko znanje na svojem specifičnem področju. Namenjeni so neomejenemu številu učencev in odprtemu dostopu prek spleta. Poleg tradicionalnih učnih gradiv mnogi tečajji zagotavljajo interaktivno učenje z uporabniškimi forumi, ki podpirajo interakcijo med učenci, učitelji, asistenti in drugimi strokovnjaki in na ta način nudijo takojšnjo povratno informacijo. Pri večini tečajev je tako, da mora učenec kljub vsemu slediti terminskemu okviru celotnega tečaja. Tečajji so pod vodstvom inštruktorja in so glede časovne orientacije podobni tradicionalnim tečajem.

### ► Digitalna učna gradiva

Digitalni učbeniki, ki jih pogosto označujemo še z drugimi imeni, kot so pregledne, dinamične in odzivne e-knjige, e-učbeniki in e-besedila, zagotavljajo interaktivni vmesnik, v katerem imajo učenci dostop do multimedijskih atraktivnih vsebin. To so videi, interaktivne predstavitve in različne hiperpovezave.

### ► Animacije

Gre za privlačen pristop, v katerem se učenci učijo na drugačen, bolj privlačen način. Z vizualno predstavitvijo učne teme učenci dojemajo koncept na bolj dostopen in razumljiv način. S pomočjo animacij lahko najzahtevnejše teme učitelj predstavi na poenostavljen način.

### ► Kopičenje učencev na isti platformi

S pretvorbo celotnega izobraževalnega sistema v digitalizacijo, z uporabo različnih tehnik, ki jih omogočajo spletni tečajji, s spletnim preverjanjem znanja, digitalnimi učbeniki, kvizi in e-gradivom se izboljšuje kakovost izobraževanja tudi za učence s posebnimi potrebami in učence s posebnimi pravicami (slika 1).



**Slika 1 :** Cilj platforme na področju izobraževanja je iskanje skupnih strategij in načinov za zagotavljanje hitrega in učinkovitega prenosa znanja [10].

### ► Povezovanje učencev z učitelji

Zaradi večjega števila informacij in povečanega števila aktivnih učencev je pedagoški proces lahko tudi oviran. Prednost spletnih virov je, da so učitelji učencem vedno na voljo. Prav neprekinjena interakcija med učiteljem in učencem izboljšuje kakovost izobraževanja in povečuje število nadpovprečnih učencev.

### ► Razširjena resničnost (AR)<sup>1</sup> in virtualna resničnost (VR)<sup>2</sup> [13, 16, 25, 23]

Razširjena resničnost je nadgradnja virtualne resničnosti in pomeni, da je neposredni ali posredni pogled na fizično okolje v realnem svetu razširjen z računalniško podprtimi slikami, s katerimi učenec izboljša obstoječe dožemanje realnosti (slika 2).



**Slika 2 :** S pomočjo tehnologije se pri razširjeni resničnosti z elementi virtualnega sveta učencem prikaže realnost na slikovit način, tako da krepi vsa čutila. Naravni svet nadgrajujejo grafika, zvoki in povratne informacije, kar izboljša učenčevo izkušnjo. V primerjavi z drugimi tehnologijami predstavlja razširjena resničnost kombinacijo realnega in virtualnega sveta [11, 13, 26].

Poudariti velja, da digitalni pristopi posredovanja učne snovi obogatijo klasične učne metode z interaktivnimi vsebinami, ki učencem omogočajo lažji način pomnjenja, hkrati pa učenci usvojijo digitalne spretnosti in veščine, ki jih potrebujejo za poklic v prihodnosti (slika 3).

Temeljna prednost digitalnega izobraževanja je t. i. personalizacija, ki pomeni prilagajanje potrebam posameznega učenca. Digitalno izobraževanje oz. e-učenje imenujemo tudi personalizirano učno okolje<sup>3</sup>. Gre za način izobraževanja, ki se popolnoma prilagodi zahtevam posameznega učenca. Najpogostejše gre za kombinacijo obeh učnih okolij, virtualnega in klasičnega [10].

<sup>1</sup> Angl.: Augmented Reality ali razširjena, dodana, nadgrajena, izboljšana resničnost.

<sup>2</sup> Angl.: Virtual Reality.

<sup>3</sup> Angl. Personalized Learning Environment.



Slika 3 : Orodja in načini digitalnega izobraževalnega procesa

## Prednosti digitalnega pristopa v učnem okolju

Digitalna pismenost je danes ena izmed ključnih vseživljenjskih kompetenc. In ker znanje, ki ga učenci pridobijo z digitalnim učenjem, ni enako tistemu, ki ga pridobijo po klasičnih učnih metodah, je potrebno izluščiti prednosti tako ene kot druge metode. V nadaljevanju si pogledimo, katere so prednosti digitalnega učenja [12, 18].

### E-učenje vključuje vsa učenčeva čutila

Ljudje smo vizualna bitja. Študije kažejo, da se učenci pri učenju pretežno zanašajo na svoj občutek za vid in sluh, sodobna tehnologija pa lahko dejansko naredi učenje še bolj zanimivo z zagotavljanjem videov namesto slik. Prav tako ima veliko več možnosti, ko gre za vire, ki naravno vzbujajo radovednost učenca, zaradi česar bo bolj verjetno, da se bodo lažje spominjali in ostajali bolj osredotočeni.

### E-učenje spodbuja interakcijo

V nasprotju s splošnim prepričanjem, da e-učenje odvrča učence od socialnih in čustvenih stikov s svojimi vrstniki, smo lahko prepričani, da je to res samo, če se moderna tehnologija uporablja neprimerno oziroma na nepravilen način. Če pogledamo vse žive barve, slike in videoposnetke, ki jih vsebuje specifična, za to namenjena programska oprema, lahko ugotovimo, da bodo učenci pri uporabi digi-

talnih učnih pripomočkov veliko bolj motivirani. Če pa učenci pri ustvarjanju učne ure še sodelujejo, se možnosti za pomnjenje tako pridobljenega znanja bistveno povečajo (slika 4) [20, 27].

### E-učenje omogoča večjo zbranost

Današnji učenci nimajo tolikšne koncentracije, kot so jo imeli njihovi starši. To pomeni, da se učni pripomočki iz preteklosti ne izkazujejo več kot učinkoviti. Da bi učenci med poukom ostali pozorni in zbrani, jih učitelji pogosto spodbujajo z različnimi kvizi, igrami in drugimi interaktivnimi učnimi ele-



Slika 4 : Vse, kar morajo storiti učitelji, je, da dejansko pri učencu vzpostavijo potrebo po medsebojnem sodelovanju, tekmovanju, mreženju in spoznavanju. Na ta način učenci pridobijo najboljše rezultate.

menti. Če so učne metode oblikovane ustrezno, potem dejansko pomagajo učencem, da se učijo, ne da bi se zavedali, da učenje sploh poteka.

## Spletna pomoč

Ne samo, da je tehnološki razvoj prinesel nove priložnosti za učenje, temveč učenci preko spleta tudi lažje prejmejo potrebno pomoč. Spleta pomoč pomeni, da lahko učenci komunicirajo s svojimi učitelji izven učilnice, izmenjujejo informacije med seboj, lahko uporabljajo platforme za izmenjavo učnega gradiva ali pridobijo dodatno razlago drugih učiteljev.

## Videi zamenjujejo besedila

Če je slika vredna tisoč besed, koliko besed zamenja video? Učenci so danes veliko manj zainteresirani za branje knjig. Pa vendar to ne pomeni, da bodo za vedno prikrajšani za priložnost, ki jo nudita znanje in informacija. Danes obstajajo najrazličnejše spletne strani z različnimi video in avdio izobraževanji, uporabnimi učnimi gradivi in drugimi učnimi orodji, ki omogočajo samostojno učenje in izobraževanje. Izvirne vsebine s spleta so ob pravi digitalni opremi vedno na voljo, zato so odlično izhodišče za konstruktivne debate.

## E-učenje lahko poteka kjerkoli in kadarkoli

Do nedavnega je bila večina učenja dejansko omejena na učilnico. To pa je zahtevalo fizično prisotnost učitelja in učencev hkrati. V svetu, v katerem živimo, je mobilnost eden od naraščajočih trendov. Pogosto se ne moremo zavezati, da bomo na določenem mestu ostali daljše časovno obdobje. Še posebej to velja za novodobno generacijo. Prav iz teh razlogov ima e-učenje neulovljivo prednost pred tradicionalnim načinom učenja. E-učenje lahko poteka tudi zunaj učilnice in v času, ko je šola dejansko zaprta. Za učence in učitelje, ki iščejo prožnost, je to neprecenljivo.

## E-učenci

Danes večina učencev bolj ali manj odrašča v digitalnem okolju. S pametnimi telefoni ali tablicami hitro in enostavno pridejo do kateregakoli podatka. Prav zato je način poučevanja povsem drugačen, kot je bil nekoč. Učenci od šole pričakujejo več prilagajanja in povezovanja med formalnim in priložnostnim učenjem, kar je v večini primerov omogočeno le z digitalnimi sredstvi [17].

Ker so novodobni učenci danes tesno vpeti v tehnično obarvan osebni ekosistem, se je potrebno zavedati, da imajo čedalje višja pričakovanja po mo-

žnostih uporabe digitalne infrastrukture tudi v šoli. Šolski prostor se tako spreminja. E-šole učencem omogočajo, da lahko vedno in povsod dostopajo do potrebnih podatkov in sodelujejo prek digitalnih kanalov. Digitalna transformacija učnega sistema v šolah pa ne zadeva zgolj inovativnosti ali tehnologije. Je predvsem stvar kulture. Z digitalizacijo lahko učitelji in učenci izboljšajo tudi svoje spretnosti s skupnim ciljem: ustvariti bolj privlačen in učinkovit izobraževalni proces [9, 14, 17, 19].

Kako lahko šole najbolje izkoristijo tehnologijo in učni potencial današnjih »digitalnih« učencev? Gre za temeljno vprašanje vseh izobraževalnih institucij, saj se zavedajo, da danes večina učencev odrašča v bolj ali manj digitalnem okolju. S pametnimi telefoni ali tablicami hitro in enostavno pridejo do kateregakoli podatka. Prav zato je način poučevanja povsem drugačen, kot je bil nekoč. E-generacija<sup>4</sup> od šole zato pričakuje več prilagajanja in povezovanja med formalnim in priložnostnim učenjem, kar v večini primerov omogočajo le digitalna sredstva [9, 14, 17, 19].

Ker so nove tehnologije skorajda popolnoma spremenile naša življenja, še posebej pa otrok in mladine, je potrebno korak naprej napraviti tudi na področju poučevanja in učenja. Vedno bolj se odmikamo od tradicionalnega izobraževalnega sistema, ki je temeljil na konceptu »prenosa znanja« z jasno vlogo učitelja. V ospredje vstopata digitalni medij in internet, ki v izobraževalni proces vnašata demokracijo znanja, kar pomeni, da je izobraževanje preraslo v sodelovalno, domiselno in izkustveno učenje, zanimivo ter privlačno novodobnim generacijam [9, 14, 15].

## Vloga e-učitelja

Usposabljanje učiteljev je bistvenega pomena za uspeh digitalne preobrazbe v šolah. Zahteva pripravljene učitelje, ki se počutijo za uporabo digitalnih orodij dovolj kompetentne.

Danes večina učencev bolj ali manj odrašča v povsem drugačnem okolju, kot so odraščali njihovi starši. Računalniki, pametni telefoni in tablice so predmeti vsakodnevnih uporabe. To pa se odraža tudi v šolskem okolju. Prav zato je način poučevanja povsem drugačen, kot je bil nekoč. Učenci od šole pričakujejo več pozornosti in interaktivnega učenja, kar pa omogočajo le digitalni učni pripomočki [7, 8].

Digitalizacija izobraževalnega procesa pa ne pomeni zgolj brskanja po spletu. S sodobnimi digitalnimi prijemi (razširjena in virtualna resničnost) lahko učenca opolnomočimo z danes nepogrešljivimi kompetencami za vseživljenjsko učenje, kot so digitalna pismenost, inovativnost, proaktivnost, podjetnost in mreženje. Učencem na tak način omogo-

<sup>4</sup> To sta generaciji Y in Z.

čimo enostaven dostop do kvalitetnih informacij, aktualnih podatkov in znanja, navsezadnje pa spodbudimo njihovo aktivno udeležbo v samem učnem procesu, hkrati pa pridobivamo več časa in prostora za nadgradnjo in razvijanje socialnih veščin [7, 8, 9].

Posodabljanje metod poučevanja, umeščanje digitalizacije v izobraževalni proces in postati vzorčna e-šola je interes in cilj vsake izobraževalne institucije, ki pa ga je mogoče realizirati le ob permanentni skrbi vodstva šole za strokovno usposabljanje učiteljev. Ker e-poučevanje zahteva drugačen pristop učitelja, ki je še zmeraj ključni element učnega procesa, mora biti šola odprta za digitalno naravnane projekte in usposabljanja. Slednja učiteljem omogočajo, da se lahko strokovno usposabljujejo, pridobivajo digitalne veščine ter postanejo t. i. e-učitelji [7, 8, 9].

Učiteljeva vloga se pri poučevanju v digitalnem okolju vendarle nekoliko spremeni, saj uporaba digitalne tehnologije pri poučevanju in učenju zahteva povsem drugačen pristop pri prenašanju znanja na učence. Digitalno okolje je namreč personalizirano učno okolje, ki pomeni popolno prilagoditev potrebam in zmožnostim posameznega učenca. S tem ko učitelj na učence prenaša vsebine na sodoben način, poskrbi, da je pouk tudi prijetnejši, zanimivejši in zabavnejši, učenje pa bolj učinkovito [7, 8, 9, 10].

Digitalno ravnanje ni le to, da znamo uporabljati pametni telefon. Digitalna pismenost je veliko več. Povezana je z našim odnosom do tehnologije, s tem, koliko smo je sami veščji, kolikšna je naša pripravljenost, da se je naučimo, ji sledimo, da jo usvojimo in ponotranjimo. Vlaganje v e-izobraževanje učiteljev je zato toliko bolj pomembno, saj vemo, da je težko prenašati v prakso tisto, česar nismo mogli izkusiti sami [8, 20, 21, 24].

Iz zapisanega lahko ugotovimo, da bo od šole in njene zmožnosti implementacije digitalnega načina podajanja učnih vsebin odvisno, kako dobro bo učence pripravila na nadaljnje izobraževanje oz. zaposlitev. Digitalizacija izobraževanja odpira nov kriterij ocenjevanja kakovosti šole, saj se bo njena kakovost merila tudi po tem, v kolikšni meri bo učencem omogočala, da med izobraževanjem pridobijo tista znanja, veščine in kompetence, ki jih zahtevajo novodobni poklici.

### Zaključek

Digitalizacija nedvomno spreminja naš svet. Tako digitalizacija kot industrija 5.0<sup>5</sup> narekujeta, da se je na hitre spremembe v napredku tehnologije in na inovacije potrebno odzvati tudi na področju izobraževanja. Šole bodo lahko s sodobnimi oblikami

poučevanja učence opolnomočile z znanjem, veščinami in kompetencami, ki jih zahteva sodobna družba [22].

Prav v digitalizacijo usmerjen izobraževalni sistem je tisti, ki je danes ključni pokazatelj gospodarske uspešnosti družbe [24].

Izobraževalne institucije imajo danes priložnost, da z uporabo sodobne tehnologije oblikujejo učinkovitejše in v učenca usmerjeno izobraževanje, ki na individualen način v njem razvije tiste sposobnosti, ki so potrebne za napredek in osebno rast posameznika. Gre za e-veščine, poznavanje informacijsko-komunikacijske tehnologije, zmožnost hitrega prilagajanja tehnološkim spremembam, iskanje še neobstoječih rešitev za nove tehnološke izzive in podobno [20, 21].

Če povzamemo: zadržkov za uvajanje digitalizacije v izobraževalni proces ni. Digitalizacija prinaša v izobraževalno okolje spremenjeno dinamiko usvajanja nove snovi, številne prednosti, hkrati pa omogoča, da učenci v čim večji meri uporabijo tehnologijo, spletne strani, aplikacije, mobilne naprave, tablične računalnike in družbene medije v izobraževalne namene. Preko najrazličnejših medijev lahko šola učencem približa učne vsebine na dinamičen in bolj privlačen način. Učenci na tak način odkrivajo virtualni del sveta, gradijo mrežo novih odnosov, bolje sodelujejo, širijo komunikacijske spretnosti, odkrivajo povsem nove ideje in nove priložnosti, uporabljajo svoj um ter ne nazadnje tudi izmenjujejo znanje z drugimi učenci.

### Viri

- [1] Ainslee, J. (2018): Digitization of education in the 21st century. Dostopno na: <https://elearningindustry.com/digitization-of-education-21st-century>, 2. 4. 2019.
- [2] Allan, C. in Halverson, R. (2018): Rethinking Education in the Age of Technology: The Digital Revolution and Schooling in America, Teachers College Press.
- [3] Allen, I. E., in Seaman, J. (2011): Going the Distance: Online Education in the United States. Babson Survey Research Group and Quahong Research Group, LLC.
- [4] Blum, A. (2018): The Multiple Uses of Augmented Reality in Education. Dostopno na: <https://www.emergingedtech.com/2018/08/multiple-uses-of-augmented-reality-in-education/>, 2. 4. 2019.
- [5] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019). Social Augmented Learning (SAL). Dostopno na: [<sup>5</sup> Industrija 5.0 ali sodelujoča industrija pomeni vračanje človeka nazaj v proizvodne procese, ki zahtevajo individualiziran pristop. Proizvodnja s konceptom I 5.0 je drugačna. Človek in robot med seboj tesno sodelujeta, proizvodne naloge so zahtevnejše, povečujejo se zahteve po robotskih kot tudi človeških sposobnostih. Na trgu se tako pojavljata dve novi potrebi: potreba po strokovno usposobljenih delavcih in potreba po tehnološko zmogljivih robotih \[22\].](https://www.qualifizi-</a></li></ol></div><div data-bbox=)

- erungdigital.de/de/social-augmented-learning-sal-1945.php, 2. 4. 2019.
- [6] Cave, R. (2016): How cognitive systems will make personalized learning a reality. Dostopno na: <https://www.ibm.com/blogs/watson/2016/05/cognitive-systems-will-make-personalized-learning-reality/>, 2. 4. 2019.
- [7] Cave, R. (2016): Improve teaching effectiveness and learning outcomes. Dostopno na: <https://www.ibm.com/industries/education>, 2. 4. 2019.
- [8] CeBIT Australia (2019): The digital literacy skills schools must be teaching students. Dostopno na: <http://blog.cebit.com.au/the-digital-literacy-schools>, 27. 1. 2019.
- [9] Cencič, M. [et al.] (2010): Spemembe pouka in kompetence učiteljev za uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije, *Didactica Slovenica*, Pedagoška obzorja, 25(2), 19–34, 2010.
- [10] Dreambox (2019): Personalized Learning. Dostopno na: <http://www.dreambox.com/personalized-learning>, 2. 4. 2019.
- [11] Gunn, J. (2019). Re-imagining What School Looks Like. Dostopno na: <https://education.cu-portland.edu/blog/leaders-link/modern-schools-innovative-learning/>, 3. 6. 2019.
- [12] India today (2019): Digitisation of education: Making teacher's life easier or complicated. Dostopno na: <https://www.indiatoday.in/education-today/featurephilia/story/digitisation-education-1045356-2017-09-18>, 2. 4. 2019.
- [13] Innovatemedtec (2019): Virtual & Augmented Reality. Dostopno na: <https://innovatemedtec.com/digital-health/virtual-augmented-reality>, 2. 4. 2019.
- [14] Kaker, T. (2016): Digitalizacija in novi pristopi v izobraževanju za doseganje večje konkurenčne prednosti gospodarstva, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.
- [15] Kay, K. (2011): The Seven Steps to Becoming a 21st Century School or District. Dostopno na: <https://www.edutopia.org/blog/21st-century-leadership-overview-ken-kay>, 2. 4. 2019.
- [16] Major, E. (2017): Check out these teacher-approved apps and lesson plans for teaching with AR and VR. Dostopno na: <https://www.common sense.org/education/blog/4-ways-to-use-augmented-and-virtual-reality-apps-in-the-classroom>, 2. 4. 2019.
- [17] Merljak, S. (2014): Slovenija, pionirka digitalne revolucije v šolstvu. *Častnik Delo*, 24. 4. 2014.
- [18] Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2019): Berufsausbildung mit App und virtuellem Klassenraum. Dostopno na: <https://www.lehrer-in-mv.de/klasse/virtueller-klassenraum/>, 2. 4. 2019.
- [19] Newman, D. (2019): Top 6 Digital Transformation Trends In Education, dostopno na: <https://www.forbes.com/sites/daniel-newman/2017/07/18/top-6-digital-transformation-trends-in-education/#536ad53e2a9a>, 27. 1. 2019.
- [20] Owen intermediate. (2019). MI School Data. Dostopno na: <https://www.vanburenschools.net/o/owen-intermediate>, 5.7.2019.
- [21] Panworld education (2017): Benefits of digital learning over traditional education methods. Dostopno na: <http://www.panworldeducation.com/2017/03/23/benefits-of-digital-learning-over-traditional-education-methods/>, 2. 4. 2019.
- [22] Trančar, V. (2019). Sodelovanje med človekom in robotom. *Življenje in tehnika: revija za poljudno tehniko, znanost in amaterstvo*, ISSN 0514-017X, nov. 2018, letn. 69, [št.] 11, str. [60]-66, ilustr. [COBISS.SI-ID 726911]
- [23] Unagi, H. (2017): Augmented Reality Education. Dostopno na: <http://www.imagegator.co/augmented-reality-education/>, 2. 4. 2019.
- [24] Vedrenne-Cloquet, B. (2019): Edtech X Global Founder: Resetting the Global Economy with Digital Education. Dostopno na: <https://www.hottopics.ht/21413/5-ways-to-speed-up-the-digitization-of-education/>, 2. 4. 2019.
- [25] Viar360.com (2019): What Impact Will VR Have on Education? Dostopno na: <https://www.viar360.com/blog/impact-will-vr-education/>, 2. 4. 2019.
- [26] Woods, G. (2018): Augmented Reality in Education. Dostopno na: <https://smallbizbonfire.com/profiles/blogs/augmented-reality-in-education>, 2. 4. 2019.
- [27] Zara, L. (2018): How E-Learning Changes The Way Children Acquire Knowledge. Dostopno na: <https://elearningindustry.com/elearning-changes-way-children-acquire-knowledge>, 2. 4. 2019.

## Digitization as part of a modern educational process

### Abstract:

All technologically ready companies have already stepped on the path of digitalization. In recent years, schools are also making a profound shift on this path as well. Schools are modernizing educational tools and methods accordingly. Digitalization of educational process does not just mean browsing the web. With modern digital approaches (widespread and virtual reality), students can empower themselves with today's indispensable competences of the 21st century.

### Keywords:

educational process, digitalization, digital learning tools, e-students, e-teachers.

# STATUS SLOVENIJE GLEDE NA MEDNARODNOPRAVNE LETALSKE INSTRUMENTE

Aleksander Čičerov

## Izveček:

Slovenija je članica Mednarodne organizacije civilnega letalstva (v nadaljevanju ICAO) od leta 1992. Zanima nas, kako v svoj pravni sistem prevzema obveze mednarodnega letalskega prava.

## Ključne besede:

članstvo Slovenije v ICAO, mednarodni instrumenti letalskega prava (konvencije, standardi in priporočila), ratifikacije, spremembe Čikaške konvencije, vloga ICAO

## Slovenija – članica mednarodnih letalskih organizacij

Republika Slovenija je 22. maja 1992 postala članica Organizacije združenih narodov, 12. junija 1992 postane članica ICAO (trenutno znaša članarina 37.511 CAD in 20.198 USD, kar je 0,06 % proračuna ICAO), 2. julija 1992 vstopi v članstvo Evropske konference civilnega letalstva (ECAC), 1993. leta postane članica skupnih letalskih organov (JAA), danes EASA (2002), in leta 1995 se včlani v Evropske organizacije za varnost zračne plovbe (EUROCONTROL).

## Mednarodna organizacija civilnega letalstva (ICAO)

»Z mednarodnim prizoriščem je bila Slovenija v kontekstu letalstva povezana zelo zgodaj. Kraljevino Srbov, Hrvatov in Slovencev najdemo med podpisniki Pariške konvencije (1919). Slovenija je bila povezana z mednarodnim civilnim letalstvom tudi po letu 1944 prek Jugoslavije.«<sup>1</sup> Po razpadu skupne države – Socialistične federativne republike Jugoslavije (v nadaljevanju SFRJ) – je postalo aktualno tudi vprašanje sukcesije mednarodnih pogodb z letalsko materijo, katerih podpisnica je bila SFRJ. Posebej je bilo to vprašanje pomembno zato, ker letala v slovenskem letalskem registru niso smela pod nebo vse do trenutka, ko je Slovenija postala polnopravna članica ICAO.

»Z ustavnim zakonom za izvedbo temeljne ustavne listine o samostojnosti in neodvisnosti Republike Slovenije je skupščina Republike Slovenije odločila,

da na ozemlju Republike Slovenije veljajo mednarodne pogodbe, ki jih je sklenila SFRJ Jugoslavija in se nanašajo na Republiko Slovenijo.«<sup>2</sup> To še posebej velja za slovenski zračni prostor, ki je bil del zračnega prostora SFRJ in za katerega se je uporabljala tudi Konvencija o mednarodnem civilnem letalstvu (v nadaljevanju Čikaška konvencija). Republika Slovenija je kot nova država morala postati članica ICAO. Kljub dilemi, ali naj postane Republika Slovenija najprej članica Organizacije združenih narodov ali pa specializiranih agencij (kot je to ICAO), je vendarle prevladalo stališče, da je potrebno vstopiti v članstvo ICAO<sup>3</sup>. 30. aprila 1992 je minister za zunanje zadeve Republike Slovenije z noto obvestil depozitarja Čikaške konvencije (Združene države Amerike), da Republika Slovenija pristopa k Čikaški konvenciji. 19. maja 1992 je dr. Drnovšek, predsednik Republike Slovenije, obvestil državnega sekretarja ZDA, da se Republika Slovenija šteje zavezano k 21 mednarodnim pogodbam (sporazumom, ustanovnim listinam, konvencijam, protokolom in Ustanovni listini ZN). Med temi mednarodnopravnimi dokumenti so tudi štirje, ki urejajo mednarodno civilno letalstvo:

- ▶ Sporazum o reševanju astronautov in njihovem vračanju in vračanju objektov, izstreljenih v vesolje (1968),
- ▶ Haaška konvencija iz leta 1970,
- ▶ Montrealski protokol iz leta 1971 in
- ▶ Montrealski protokol iz leta 1988.

Članica ICAO je Slovenija postala s tem, da je nasledila Čikaško konvencijo. 13. maja 1992 je depo-

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

<sup>1</sup> A. Čičerov, Mednarodno letalsko pravo, Uradni list, 2009. Glej tudi M. Bartoš: Medjunarodno javno pravo, knjiga 2, Kultura, Beograd, 1956, str. 276–297.

<sup>2</sup> A. Čičerov, ibid., nav. delo.

<sup>3</sup> Glej podrobno o teh dilemah A. Čičerov, ibid., nav. delo, str. 120.



Sedež ICAO v Montrealu, Kanada  
(vir: <https://www.icao.int>)

nirala pristopne dokumente, Čikaška konvencija pa je zanjo začela veljati 12. junija 1992. S tem so bili izpolnjeni pogoji, da so letala slovenskega prevoznika Adrie Airways lahko začela spet neovirano leteti. Predstavniki pristojnih državnih organov so se začeli udeleževati sestankov ICAO, aktivnosti pa so potekale tudi v zvezi s prevzemanjem mednarodnih obveznosti, ki so v obliki konvencij, protokolov in priporočene prakse nastali v tej organizaciji. Kako je to potekalo, bomo prikazali v nadaljevanju. Slovenija je imela v preteklem obdobju tudi svojega predstavnika v svetu ICAO (2010–2013), obiskal pa jo je tudi predsednik sveta ICAO dr. Assad Kotaite.

## Status Slovenije glede na instrumente mednarodnega letalskega prava

V okviru ICAO je danes evidentiranih 51 instrumentov mednarodnega letalskega prava. V nadaljevanju jih bomo navajali v zaporedju, ki ga uporablja ICAO.

1. Konvencija o mednarodnem civilnem letalstvu (Chicago, 7. 12. 1944). S to multilateralno mednarodno pogodbo je danes zavezanih 193 držav. Čikaška konvencija je primarni vir mednarodnega letalskega prava. Zanimivo pri tem je, da so ustvarjalci tega mednarodnega dokumenta gledali daleč v prihodnost in sama konvencija ni doživela prav veliko sprememb do današnjega dne. O tem bomo spregovorili v nadaljevanju.

Teoretično in praktično gledano pomeni njeno veljavno besedilo skupek politične volje držav, ki so se pogajale leta 1944 v Chicagu. Izvirnik te pogodbe hrani vlada Združenih držav Amerike, ki tudi izdaja overjene kopije izvirnika, ki o novih pogodbenicah obvešča vse države pogodbenice Čikaške konvencije.<sup>4</sup>

2. Mednarodni sporazum o storitvah zračnega tranzita (tudi Sporazum dveh svobod – 1944). Slovenija je akt o nasledstvu tega sporazuma deponirala 28. 12. 1992, zanjo pa je začel veljati 12. 6. 1992. Sporazum ureja dve zračni svobodi, ki si ju pogodbenice dodeljujejo, in sicer:

- prelet skozi zračni prostor druge pogodbenice brez pristajanja in
- pristanek na letališču druge pogodbenice zaradi razlogov, ki niso povezani s prometom.

Med razloge za pristanek na letališču druge države pogodbenice bi lahko šteli oskrbo z gorivom, tehnične težave ali meteorološke (neugodne) pogoje. Obe svobodi sta potrebni za kateri koli mednarodni zračni promet. Čeprav ti dve svobodi ne pomenita komercialnih svobod, nekaterih držav, sicer članic ICAO, to ne prepriča za prevzem v svoj pravni sistem<sup>5</sup>.

3. Mednarodni sporazum o zračnem prometu (tudi Sporazum petih svobod – 1944). »Mednarodni sporazum o zračnem prometu ima pomembno mesto v mednarodnem letalskem pravu zato, ker je opravil pionirsko delo pri definiranju osnovnih svobod zraka, ki so sicer bile predmet številnih dvostranskih sporazumov.«<sup>6</sup> Sporazum določa naslednje svobode:

- svobodo preleta čez ozemlje brez pristanka,
- svobodo pristanka za neprometne namene,
- svobodo izkrcati potnike, pošto in tovor, ki izvira z ozemlja države, katere nacionalnosti je letalo,
- svobodo vkrcati potnike, pošto in tovor, namenjen na ozemlje države, katere nacionalnosti je zrakoplov,
- svobodo vkrcati potnike, pošto in tovor, namenjen na ozemlje katere koli druge države pogodbenice, in svobodo izkrcati potnike, pošto in tovor, ki prihaja iz katere koli druge države.

Sporazum ni privabil veliko pogodbenic in danes še ne velja. Tudi Slovenija ga ni prevzela v svoj pravni sistem.

4. Protokol o izvirnem trijezičnem besedilu Čikaške konvencije (1968). Protokol velja za Slovenijo od 12. 6. 1992, Slovenija ga je sprejela v skladu

<sup>4</sup> Pismo generalnega sekretarja ICAO: glej A. Čičerov, nav. delo, str. 497, glej tudi pismo predsednika RS dr. Drnovška državnemu sekretarju Jamesu A. Bakerju, v nav. delu str. 525–527.

<sup>5</sup> Glej podrobno M. Milde, *International Air Law and ICAO*, eleven international publishing, 2016, str. 111–113, I. H. Ph. Diederiks-Verschoor, *Revised by Pablo Mendes de Leon: An Introduction to Air Law*, Ninth Edition, Walter Kluwer Law & Business, 2012, str.: 53–57; D. Türk, *Temelji mednarodnega prava*, 2. pregledana in dopolnjena izdaja, IV, Pravna obzorja, GV Založba, str. 336; A. Čičerov, *Mednarodno letalsko pravo*, Uradni list, 2009, str.: 175–179.

<sup>6</sup> A. Čičerov, op. cit., nav. delo str. 179.

- s V. om Protokola o izvirnem trijezičnem besedilu Čikaške konvencije (Article V: Any further adherence of a State to the Convention shall be deemed to be acceptance of the Protocol).<sup>7</sup> Izvirni jeziki ČK iz leta 1944 so bili angleški, francoski in španski.
5. Protokol o izvirnem štirijezičnem besedilu Čikaške konvencije (1968). K angleškemu, francoskemu in španskemu izvirnemu besedilu Čikaške konvencije je bilo dodano še besedilo v ruskem jeziku. Ni podatka o tem, da je Slovenija ratificirala ta protokol.
  6. Protokol o petjezičnem izvirnem besedilu ČK (1995). K izvirnim besedilom je bil dodan še arabski jezik. Slovenija je protokol podpisala 16. 4. 1998. Ratifikacije še ni.
  7. Protokol o šestjezičnem izvirnem besedilu ČK (1998), dodan je bil še kitajski jezik. Slovenija je podpisala protokol 1. 10. 1998. Ratifikacije še ni.
  8. ČK je doživela tudi precej sprememb. Leta 1993 je bil sprejet 93. bis člen, ki določa ravnanje ICAO v primeru, da je bila neka država izključena iz članstva v mednarodnih organizacijah (samodejno prenehanje članstva v ICAO), samodejna izključitev in priporočilo o neizključitvi, ponovni sprejem v ICAO in začasno prenehanje pravic in ugodnosti v ICAO. Slovenija je deponirala akt o pristopu 8. marca 2000, sprememba je začela zanj veljati 8. 3. 2000 (Ur. l. RS-MP, št. 3/00; Ur. l. RS, št. 17/00).
  9. Poleg navedene spremembe v 93. bis členu pa je bila Čikaška konvencija dopolnjena ali spremenjena še v 45. u (stalni sedež ICAO). Kandidati za sedež ICAO so bila mesta Dunaj, Berlin, Bonn, Singapur in država Katar, ki pa se je kasneje umaknila. Končna odločitev je bila Kanada in mesto Montreal. Sprva je ICAO gostovala v Hotelu Windsor. Ko pa je Kanada zgradila popolnoma novo zgradbo, je bil ICAO preseljen na Sherbrooke Street West blizu prvotnega sedeža. Čeprav je mogoče sedež ICAO preseliti tudi drugam (začasno s sklepom sveta ICAO), je potrebno stalno spremembo sedeža ICAO potrditi z odločitvijo skupščine ICAO s številom glasov, ki jih določi skupščina, to število pa ne more biti manjše od treh petin vseh držav pogodbenic. Slovenija je ratificirala to spremembo z uredbo (Ur. l. RS – Mednarodne pogodbe, št. 3/00; Ur. l. RS, št. 17/00). Za Slovenijo je začela sprememba veljati 8. marca 2000.
  10. Naslednje spremembe, ki zavezujejo Slovenijo, so spremembe 48. a, 49. e in 61. člena Čikaške konvencije. Sprememba 48. a člena Čikaške konvencije se nanaša na zasedanje skupščine in glasovanje. 49. e člen se nanaša na glasovanje o letnih proračunih in določa finančne aranžmaje organizacije v skladu z določbami XII. poglavja. Spremembe v 61. členu se nanašajo na proračun in prerazporeditev izdatkov. Slovenija je spremembe ratificirala z uredbo (Ur. l. RS – MP, št. 3/00; Ur. l. RS, št. 17/00). Spremembe so za Slovenijo začele veljati 8. marca 2000.
  11. Leta 1951 je bil spremenjen 50. člen Čikaške konvencije, ki se nanaša na sestavo in volitve sveta ICAO. Povečalo se je število članov sveta s prvotnih 21 na 36. Ta je bil večkrat spremenjen zaradi povečanja števila članic ICAO. Slovenija je vse spremembe ratificirala in so zanj začele veljati 8. marca 2000.
  12. Leta 1971 je ponovno prišlo do spremembe 48. člena, ki uzakonja zasedanje skupščine ICAO najmanj enkrat na vsaka tri leta. Sprememba za Slovenijo velja od 8. marca 2000.
  13. Oktobra 1989 je bilo spremenjeno število članov Komisije za zračno plovbo, ki sedaj šteje 19 članov. Slovenija je spremembo ratificirala z uredbo 3. februarja 2000 (Ur. l. RS – MP, št. 3/00; Ur. l. RS, št. 17/00). Zanj velja od 8. marca 2000.
  14. Rusko besedilo ČK je postalo izvirno besedilo leta 1977. Slovenija je deponirala akt o pristopu 8. marca 2000. Od tega datuma velja tudi za Slovenijo.
  15. Prenos nekaterih nalog in obveznosti pomeni dopolnitev ČK s 83. bis členom. Če je zrakoplov registriran v državi pogodbenici in ga skladno z dogovorom o zakupu, najemu ali izmenjavi zrakoplova oziroma drugim podobnim dogovorom uporablja letalski prevoznik, ki ima glavni poslovni sedež oziroma, če takega sedeža nima, svoje prebivališče v drugi državi pogodbenici, lahko država registracije zrakoplova po dogovoru z drugo tako državo prenese nanjo v celoti ali delno svoje naloge in obveznosti glede tega letala (zrakoplovni predpisi, radijska oprema zrakoplovov, potrdilo o plavnosti in potrdilo o usposobljenosti in dovoljenja, ki jih izda ali jim podaljša veljavnost država, v kateri je zrakoplov registriran). Slovenija je spremembo ratificirala z uredbo, objavljeno v Ur. l. RS – MP, št. 3/00; Ur. l. RS, št. 17/00. Sprememba za Slovenijo velja od 8. marca 2000.
  16. Nevarna praksa nekaterih držav članic in v tem okviru še posebej sestrelitev južnokorejskega letala (KAL007) v zračnem prostoru Sovjetske zveze je privedla do dopolnitve ČK s 3. bis členom, ki je brez naslova, a vendar s pomembnim načelom: Države pogodbenice priznavajo, da se mora vsaka država vzdržati uporabe orožja proti civilnim zrakoplovom med letom in da se ob prestrežanju ne smejo ogrožati življenja oseb v zrakoplovu in njihova varnost. Ta določba se ne sme razlagati tako, da kakor koli spreminja pravice in obveznosti držav, ki so zapisane v Ustanovni listini Združenih narodov. Slovenija je ratificirala Protokol o spremembi Konvencije o mednarodnem civilnem letalstvu (Ur. l. RS št. 17/00 – MP št. 3/00).
  17. Leta 1989 je bil ponovno spremenjen 56. člen

<sup>7</sup> <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20740/Volume740-I-10612-English.pdf>, <24. 3. 2019>.



- Čikaške konvencije, ki določa število članov komisije za zračno plovbo. Slovenija je pogodbenica.
18. V letu 1990 in 2016 je bil ponovno spremenjen 50. a člen. Sprememba iz leta 1990 velja za Slovenijo od 28. novembra 2002. Trenutno sestavlja svet ICAO 36 predstavnikov držav članic.
  19. Protokola, ki določata izvirni besedili ČK v arabskem in kitajskem jeziku, še ne veljata. Slovenija še ni deponirala akta o ratifikaciji ali pristopu.
  20. Število članov komisije za zračno plovbo je bilo ponovno spremenjeno leta 2016. Sprememba še ne velja. Slovenija ni deponirala akta o ratifikaciji ali pristopu.
  21. 9. aprila 1997 je Slovenija pristopila h Konvenciji o mednarodnem priznanju pravic na zrakoplovu, ki zanjo velja od 8. julija 1997.
  22. Slovenija ni pogodbenica Konvencije o škodi, ki jo povzroči tuji zrakoplov tretji strani na tleh (Rim 1952).
  23. Prav tako Slovenija ni pogodbenica spremembe Rimske konvencije iz leta 1952.
  24. Konvencija o poenotenju določenih pravil, ki se nanašajo na mednarodni prevoz po zraku (t. i. Varšavska konvencija iz leta 1929), zavezuje Slovenijo od leta 1998 (nasledstvo).
  25. Varšavska konvencija iz leta 1929 je doživela nekaj sprememb: Haaški protokol iz l. 1955, Gvadalaharska konvencija, ki dopolnjuje Varšavsko konvencijo iz leta 1961, Protokol , ki spreminja Varšavsko konvencijo iz l. 1929, sprejet 1971. leta, ter štirje dodatni protokoli iz l. 1975. Haaški protokol je Slovenija ratificirala in je zanjo začel veljati 25. junija 1991, Gvadalaharska konvencija zavezuje Slovenijo od 25. junija 1991, Gvatemalski protokol iz l. 1971 pa še ne velja, Slovenija pa tudi še ni sporočila, kako bo ravnala z njim. Dodatni protokol št. 1 za Slovenijo že velja od 15. februarja 1996, Protokol št. 2 prav tako od 15. februarja 1996, Protokol št. 3 še ne velja, Protokol št. 4 pa za Slovenijo velja od 14. junija 1998. Slovenija je bila v teh primerih naslednica mednarodnih dokumentov, za katere se je zavezala Jugoslavija.
  26. 28. maja 1999 je Slovenija podpisala novo Montrealsko konvencijo za poenotenje določenih pravil za mednarodni letalski prevoz, ki je zanjo začela veljati 4. novembra 2003.<sup>8</sup>
  27. Konvencija o kaznivih dejanjih in drugih dejanjih, storjenih na krovu letala, iz l. 1963 je za Slovenijo začela veljati 25. junija 1991 (sukcesija).
  28. Protokol, ki spreminja Konvencijo o kaznivih dejanjih in nekaterih drugih prekrških, storjenih na krovu letala (Montrealski protokol), še ne velja, Slovenija se še ni zavezala.
  29. Konvencija o preprečevanju nezakonite ugrabitve zrakoplova (Haaška konvencija) še ni del slovenskega letalskega prava. Slovenija je naslednica (listina o pristopu je bila deponirana 27. maja 1992), depozitar (Velika Britanija) pa ni sporočil datuma njene veljavnosti za Slovenijo.
  30. Podobna zgodba velja tudi za Montrealsko konvencijo o preprečevanju nezakonitih dejanj zoper varnost civilnega letalstva iz l. 1971. Listino o pristopu (nasledstvo) je Slovenija deponirala 27. maja 1992, depozitar (Velika Britanija) pa še ni sporočil datuma njene veljavnosti za Slovenijo.
  31. Protokol o preprečevanju nezakonitih dejanj nasilja na letališčih, ki služijo mednarodnemu civilnemu letalstvu iz leta 1988 (z njim je bila dopolnjena Konvencija o preprečevanju nezakonitih dejanj proti varnosti civilnega letalstva (Montreal 1971). Slovenija je Protokol nasledila 27. maja 1992, depozitar (Velika Britanija) še ni sporočil datuma veljavnosti za Slovenijo.
  32. Konvencija o označevanju razstreliv za njihovo odkrivanje (1991). Slovenija je ratificirala to konvencijo 5. junija 2000, pri čemer je v skladu z drugim odstavkom XIII. člena izjavila, da ni proizvajalka plastičnih razstreliv.
  33. Pekinške konvencije o preprečevanju nezakonitih dejanj (2010), ki se nanašajo na mednarodno civilno letalstvo, Slovenija ni podpisala. Konvencija sicer že velja za države članice, ki so jo ratificirale.
  34. To velja tudi za Protokol, ki dopolnjuje Konvencijo o preprečevanju nezakonitih dejanj, ki se nanašajo na mednarodno civilno letalstvo iz leta 2010. Konvencija že velja za države, ki so jo ratificirale.
  35. Konvencija o mednarodnih interesih na mobilni opremi (2001). Slovenija ni njena pogodbenica.
  36. Protokol h Konvenciji o mednarodnih interesih na mobilni opremi v zvezi z zadevami, povezanimi z letalsko opremo (2001). Slovenija ni njegova pogodbenica, Protokol sicer že velja za države članice ICAO, ki so ga ratificirale.
  37. Konvencija o odškodovanju za škodo, ki jo je povzročilo letalo tretji strani (2009), še ne velja, Slovenija (še) ni podpisnica.
  38. Konvencija o poravnavi škode tretjim državam, ki je posledica nezakonitih dejanj, vključno z letali (2009), še ne velja, Slovenija je še ni podpisala.
  39. Mednarodni sporazum o postopku za določitev tarif za medevropske letalske storitve (1987). Slovenija je sporazum nasledila 18. decembra 1992. Zanjo velja od 25. junija 1991.
  40. Mednarodni sporazum o delitvi kapacitet na medevropskem rednem prometu (1987). Spora-

<sup>8</sup> V imenu Republike Slovenije je konvencijo podpisal avtor prispevka. Kot pooblaščen minister je vodil slovensko delegacijo na 32. in 31. zasedanju skupščine ICAO, v imenu Republike Slovenije je podpisal Montrealsko konvencijo (1999), Protokol o izvirnem besedilu Čikaške konvencije v arabskem in kitajskem jeziku (1989) ter sodeloval na diplomatski konferenci o letalskem pravu – Montreal 2009, ter kot ekspert v delovnih telesih mednarodnih organizacij ICAO, EUROCONTOL, ECAC, EASA, je član Odbora ILA in predavatelj mednarodnega letalskega in nacionalnega prava na Pravni fakulteti v Ljubljani in Fakulteti za strojništvo UL ter urednik rubrike Letalstvo v reviji VENTIL.

zum velja, vendar ga Slovenija še ni podpisala oz. ratificirala.

41. Konvencija o privilegijih in imunitetah specializiranih agencij (1947). V aneksu III so določene imunitete in privilegiji ICAO. Slovenija je Konvencijo ratificirala 21. novembra 1998, zanjo pa velja od 21. novembra 1998.

## Trenutni status glede na določene mednarodne akte

Ob sprejemu mednarodnopравnih instrumentov letalskega prava ICAO pozove države članice, da posamezne akte prenesejo čim prej v svoje pravne sisteme. To stori z resolucijami in kratkimi povzetki posameznega akta. Resolucija je politični akt skupščine ICAO, s katerim želi opozoriti na vprašanja splošnega pomena in na njihovo reševanje.

Skupščina ICAO je na svojem 26. (zadnjem) zasedanju (27. september do 6. oktober 2016) sprejela 7 resolucij, ki pozivajo države članice k čim prejšnji ratifikaciji mednarodnopравnih instrumentov letalskega prava. Poglejmo, kateri so ti mednarodnopравni instrumenti letalskega prava.

Na svojem 39. rednem zasedanju (2016) je skupščina ICAO sprejela Resolucijo A39-5, A39-7, A39-9, A39-10, A39-11 (dodatek C), A39-15 (dodatek A) in A39-18 (dodatek B).

1. **Protokol o spremembi 50. a in 56. a člena Čikaške konvencije.** Protokol o spremembi 50. a člena določa povečanje števila članov sveta ICAO od trenutnih 36 na 40. Število članov sveta se je spreminjalo v skladu z naraščanjem članic ICAO. Svet ICAO je stalni organ, odgovoren skupščini ICAO. Volitve članov se izvedejo vsaka tri leta. Tako izvoljeni člani sveta opravljajo svojo funkcijo do naslednjih volitev. Svet ICAO zagotavlja ustrezno zastopanost držav, ki so najpomembnejše v zračnem prevozu (1), držav, ki sicer niso zajete, vendar največ prispevajo za zagotovitev naprav za mednarodno civilno zračno plovbo, in držav (2), ki drugače niso vključene, vendar se s tem zagotovi, da bodo zastopana v svetu vsa glavna svetovna zemljepisna območja (3). Od leta 2016 do 2019 so v 1. skupini držav: Avstralija, Brazilija, Kanada, Kitajska, Francija, Nemčija, Italija, Japonska, Ruska federacija, Velika Britanija in Združene države Amerike. V 2. skupini so: Argentina, Kolumbija, Egipt, Indija, Irska, Mehika, Nigerija, Savdska Arabija, Singapur, Južna Afrika, Španija in Švedska. V 3. skupini pa so: Alžirija, Zelenortske otoki, Kongo, Kuba, Ekvador, Kenija, Malezija, Panama, Republika Koreja,

Turčija, Združeni arabski emirati, Združena republika Tanzanija in Urugvaj.

Milde upravičeno trdi, da je svet ICAO unikum v celotnem sistemu Združenih narodov. Razpolaga s tipičnimi upravnimi in upravljavskimi funkcijami, hkrati pa je pooblaščen s t. i. kvazizakonodajno in kvazisodno vlogo. Svet ima obvezne in fakultativne naloge (54. in 55. ČK) in kot neke vrste »vlada« opravlja svoje funkcije med zasedanji skupščine ICAO. Članstvo v svetu pomeni za posamezno državo veliko čast in hkrati odgovornost za prihodnji razvoj mednarodnega civilnega letalstva in ohranjanja prijateljstva in razumevanja med državami in ljudstvi sveta. Slovenija je to možnost izkoristila v obdobju 2010–2013. Protokol še ne velja, Slovenija je njegova pogodbenica.

**Protokol o spremembi 56. a člena.** Čikaška konvencija določa povečanje števila članov komisije za zračno plovbo. Komisija za zračno plovbo je strokovni organ ICAO. Vanj so izvoljene osebe, ki morajo imeti ustrezne kvalifikacije ter izkušnje iz znanosti in prakse s področja zrakoplovstva (56. člena Čikaške konvencije). Njeno delo obsega proučevanje in pripravo poročil svetu ICAO glede sprejemanja dopolnitev aneksov Čikaške konvencije, ustanavljanja tehničnih podkomisij in obveščanja sveta ICAO glede vseh informacij, za katere meni, da so potrebne in koristne za razvoj zračne plovbe. Trenutno šteje 19 članov. Ni pa razumljivo, zakaj države članice ovirajo spremembo tega a v smislu povečanja števila članov z 19 na 21. Slovenija je pogodbenica tega protokola. Resoluciji A39-5 in A39-7 priporočata, da države članice ICAO čim prej ratificirajo oba protokola.

2. **Montrealska konvencija (1999)** je nastala kot odgovor na potrebe letalskih prevoznikov in različnih organizacij za varstvo potrošnikov, ki so zahtevali korenito spremembo t. i. Varšavskega sistema ter njegovih sprememb in dopolnitev.<sup>13</sup> Konvencija o izenačevanju nekaterih pravil, ki se nanašajo na mednarodni zračni prevoz (v nadaljevanju Montrealska konvencija), modernizira in konsolidira mednarodnopравni režim, ki je bil vzpostavljen z Varšavsko konvencijo (1929).<sup>14</sup> Z uveljavitvijo Montrealske konvencije so za Slovenijo prenehale veljati Varšavska konvencija in njene dopolnitve.

Slovenija je Montrealsko konvencijo podpisala 28. maja 1999.<sup>15</sup> Za Slovenijo je začela veljati 4. novembra 2003. Konvencija določa objektivno odgovornost prevoznika za smrt ali poškodbo potnika (do 100.000 SDR) ter neomejeno subjektivno odgovornost (nad 100.000 SDR).<sup>16</sup> Države članice ICAO, ki Montrealske konvencije

<sup>13</sup> Glej podrobno o varšavskem sistemu v Marko Pavliha in Patrik Vlačič, *Prevozno pravo*, GV Založba, 2007, str. 163–172.

<sup>14</sup> Convention for the Unification of Certain Rules Relating to International Carriage by Air. Slovenija je Varšavsko konvencijo nasledila 7. avgusta 1998.

<sup>15</sup> V imenu Republike Slovenije je konvencijo podpisal avtor tega prispevka.

<sup>16</sup> Podrobnosti glej pri Marko Pavliha in Patrik Vlačič, nav. delo, str. 170.

- še niso ratificirale, skupščina ICAO z Resolucijo A39-9 poziva, da to store čim prej. Konvencija sicer velja od 4. novembra 2003.
3. **Konvencija o preprečevanju nezakonitih dejanj proti mednarodnemu civilnemu letalstvu in dodatni Protokol, ki dopolnjuje Konvencijo o preprečevanju nezakonitih ugrabitev letal**, ki sta v praksi dobila ime Pekinška konvencija in Pekinški protokol (2010). Letalska varnost je bila in še vedno je prva prioriteta ICAO. Tako sta tudi Pekinška konvencija in Protokol posledica skupnih naporov mednarodne letalske skupnosti, ki si prizadeva za modernizacijo pravnega okvira, ki ureja letalsko varnost. S kriminalizacijo vrste dejanj, kot so npr. pripravljala dela za kazniva dejanja in še vrsta drugih, želi ICAO preprečiti kazniva dejanja in omogočiti pregon in kaznovanje storilcev. Hkrati pa je to tudi odgovor na globalno protiteroristično strategijo Združenih narodov, ki je bila sprejeta 8. septembra 2006. Konvencija in protokol sta bila sprejeta 16. novembra 2001, Slovenija žal ni pogodbenica obeh aktov. Konvencija velja od 1. julija 2018, protokol pa od 1. januarja 2001. Skupščina ICAO z Resolucijo A39-10 poziva države, ki tega še niso storile, da čim prej ratificirajo oba dokumenta.
  4. **Montrealski protokol (2014)** dopolnjuje Konvencijo o kaznivih dejanjih in drugih kršitvah, storjenih na krovu letala. Kako ravnati s potniki, ki kršijo red in disciplino na krovu letala? Gre za t. i. neobvladljive in razdiralne potnike. Montrealski protokol širi jurisdikcijo nad določenimi kaznivimi dejanji in prekrški držav, kjer letalo pristane, in držav, iz katerih so operaterji letal. Tudi protokol služi povečanju globalne letalske varnosti z izrecno razširitvijo priznanja in zaščite uslužbencem med poletom. Protokol še ne velja, Slovenija ga še ni ratificirala.
  5. **Capetownska konvencija in letalski protokol (2019)** s polnim naslovom Konvencija o mednarodnih interesih na mobilni opremi in Protokol h Konvenciji o mednarodnih interesih na mobilni opremi v stvareh, ki so specifične za letalsko opremo. Ta pravna instrumenta sta pravna okvira za čezmejno in naložbeno financiranje letal (predvidljivost, naslov za rezervacije, pravice lizinga) ali z drugimi besedami za zaščito posojilodajalca in najemodajalca, izposojevalcu pa omogoča boljši dostop do kredita in zmanjšanje stroškov. Konvencija in protokol sta bila sprejeta 16. novembra 2001, Slovenija (še) ni pogodbenica, oba dokumenta pa že veljata od 1. marca 2006.
  6. **Tranzitni sporazum (1944) ali Mednarodni sporazum o storitvah zračnega tranzita – sporazum dveh svobod** ureja prelete skozi zračne prostore držav pogodbenic brez pristanka in pristanke zaradi razlogov, ki niso povezani s prometom (tehnične težave, pomanjkanje goriva).<sup>17</sup> Slovenija je nasledila sporazum, zanjo velja od 12. junija 1992, sicer pa velja že od 30. januarja 1945. Skupščina ICAO v Resoluciji A39-15 poziva vse države, ki tega še niso storile, da čim prej ratificirajo tranzitni sporazum.
  7. **Protokol, ki spreminja Konvencijo o mednarodnem civilnem letalstvu (83. bis člen)**, je nastal leta 1980. Ta protokol po dogovoru z drugo državo v celoti ali delno omogoča prenos nalog in obveznosti, ki izhajajo iz zrakoplovnih predpisov, radijske opreme zrakoplovov, dovoljenja osebja (pilot vsakega zrakoplova in drug člani posadke), ki upravlja zrakoplov v mednarodni zračni plovbi, morajo imeti potrdila o usposobljenosti in dovoljenja, ki jih izda ali jim podaljša veljavnost država, v kateri je zrakoplov registriran (32. a člen ČK). Država registracije je tako razrešena odgovornosti glede prenesenih nalog in obveznosti. Z Resolucijo A39-11 skupščina ICAO poziva države, ki tega še niso storile, da ratificirajo protokol. Protokol že velja od 20. junija 1997. Slovenijo zavezuje od 8. marca 2000.
  8. **Protokol, ki dopolnjuje Konvencijo o mednarodnem civilnem letalstvu (3. bis člen) – 1984.** ČK je od sprejetja do danes doživela le nekaj vsebinskih dopolnitev. Ena takih je nastala kot potreba po ureditvi prestrežanja letala in drugih prisilnih ukrepov proti civilnemu letalu v letu. Neposreden povod za pravno ureditev teh težav pa je bila sestrelitev južnokorejskega letala na poletu KAL007 nad ozemljem Sovjetske zveze (31. avgust/1. september 1983). S protokolom države pogodbenice priznavajo, da se mora vsaka država vzdržati uporabe orožja proti civilnim zrakoplovom med letom in da se ob prestrežanju ne smejo ogroziti življenja oseb v zrakoplovu in njihova varnost (3. bis člen ČK). Ne glede na dejstvo, da je bilo po letu 1984, ko je protokol začel veljati, uporaba orožja proti civilnim zrakoplovom med letom manj, v mednarodnopravni letalski teoriji obstaja dvom o absolutnosti te prepovedi oziroma deklarativnosti prvega odstavka 3. bis člena.<sup>18</sup> Še več: države članice ICAO so v svojo zakonodajo vnašale različne rešitve oz. praktične izpeljave 3. bis člena,<sup>19</sup> tako so ruski generali dosegli sprejem ustrezne zakonodaje z izjavami, da bodo sestrelili letalo v rokah teroristov ne glede na pravno podlago.<sup>20</sup>

<sup>17</sup> Glej bolj podrobno v Aleksander Čičerov, nav. delo, str. 177–178, in Michael Milde, nav. delo, str. 111–112.

<sup>18</sup> Glej na primer Michael Milde, nav. delo, str. 61.

<sup>19</sup> V Ruski federaciji so 26. februarja 2006 sprejeli zakon o borbi proti terorizmu, veljati je začel 6. marca 2006. V 7. u so zapisali: »The Armed Forces of the Russian Federation shall use their weapons and military equipment in the procedure established by normative acts of the Russian Federation for the purpose of removing the threat of a terrorist act in the air or for the purpose of suppressing such terrorist act.« (Heiko van Schyndel, Aviation Code of the Russian Federation, Essential Air and Space Law, eleven international publishing, 2010, str. 59–60)

<sup>20</sup> Op. cit., nav. delo, str. 60.

Na drugi strani imamo zakonodajo Zvezne republike Nemčije. Tudi Nemčija se je pri sprejemanju predpisa, ki se nanaša na letalsko varnost, v prvi vrsti naslanjala na dogodke 11. septembra 2001. Zakon o nalogah varovanja zračnega prostora (11. 1. 2005) je urejal vprašanje uporabe oboroženih sil v primerih, ko bi bilo civilno letalo spremenjeno v »napadalno orožje« (ang. an attack weapon). V 14. u je prvič natančno določila sestrelitev letala, vendar kot *ultima ratio* v primeru, da je civilno letalo uporabljeno kot orožje, ki bo ogrozilo druga človeška življenja.<sup>21</sup> Skupina odvetnikov in poveljnik letala sta sprožila presojo ustavnega sodišča ZRN, ker se niso strinjali z dejstvom, da vojaško letalstvo lahko sestrelji civilno letalo, ki je bilo ugrabljeno.<sup>22</sup> Ustavno sodišče je razveljavilo 14. Zakona o varovanju zračnega prostora in v obrazložitvi zapisalo: »Tehtanje življenja proti življenju na podlagi merila, koliko ljudi je domnevno prizadetih na eni in koliko na drugi strani, je nedopustno. Država ne sme usmrtiti ljudi, ker jih je manj od tistih, ki jih želi rešiti z njihovo usmrtitvijo.«<sup>23</sup> Pritrjujem dr. Damjanu Korošcu, da je »sodba Ustavnega sodišča ZRN hvaležna iztočnica za prevetritev lastnega razumevanja pravice do življenja v povezavi s konceptom človekovega dostojanstva.«<sup>24</sup> Ministrstvo za infrastrukturo že več let pripravlja dopolnjen in posodobljen Zakon o civilnem letalstvu. To je zanj pravi trenutek, da razmisli o zakonski rešitvi in ureditvi (ne) uporabe orožja proti civilnemu letalu med letom! Z ratifikacijo Protokola o spremembi Konvencije o mednarodnem civilnem letalstvu (3. bis člen) se je Slovenija zavezala, da ne bo uporabila orožja proti civilnemu letalu v letu. Povedati mora le še to, ali je zanjo 3. bis člen absolutna prepoved ali pa bo določila primere, v katerih bo uporabila orožje proti civilnemu letalu v letu in kdo bo nosil posledice napačne odločitve! Resolucija skupščine ICAO A39-11, dodatek C in Resolucija sveta ICAO (27. junij 1996) pozivajo države, ki tega še niso storile, da čim prej ratificirajo protokol.

9. Konvencija o odškodnini za škodo, ki jo povzroči letalo tretjim osebam (2009) in Konvencija o kompenzaciji škode tretji osebi, ki je posledica nezakonitih dejanj, ki vključuje tudi letala (2009). Konvenciji še ne veljata! Določata pravi-

la za povrnitev škode, ki jo povzroči letalo tretji osebi na podlagi splošnega tveganja ali nezakonitega vmešavanja. Slovenija ni pogodbenica. Skupščina ICAO poziva države članice, da čim prej ratificirajo oba mednarodnopravna akta (Resolucija A39-11, dodatek C).

10. Konvencija o privilegijih in imunitetah specializiranih agencij – Aneks III (1947). Konvencija velja, Slovenijo zavezuje od 21. novembra 1998. Aneks III se nanaša na ICAO, olajšal pa naj bi upravljanje privilegijev in imunitet, ki so bistveni za učinkovito izvrševanje nalog ICAO v državah članicah. Skupščina poziva države, ki tega še niso storile, da čim prej ratificirajo Konvencijo (Resolucija A26-3). ICAO je mednarodna organizacija držav članic. Na ozemlju držav pogodbenic ima pravno sposobnost, potrebno za opravljanje svojih funkcij. Polno pravno sposobnost bo uživala povsod, kjer je to v skladu z ustavo in zakoni prizadetih držav (47. Čikaške konvencije).<sup>25</sup>

## Sklepne misli

Slovenija je polnopravna članica ICAO od 12. junija 1992. Bolj ali manj sodeluje v delovnih telesih te organizacije, plačuje članarino, ki znaša 0,06 % proračuna ICAO, imela je svojega predstavnika v svetu ICAO. Glede na število mednarodnopravnih dokumentov letalskega prava (51) je pogodbenica 28. Malo ali veliko? Vsaka država članica ICAO sama oceni, kaj jo bo vezalo in kdaj. Večkrat se zgodi, da država članica še ni pripravljena na uresničevanje posameznega mednarodnopravnega akta (razlogi so tehnični, finančni ali celo politični ali pa je napačna na strani depozitarja). Upoštevati je potrebno tudi nacionalno zakonodajo, ki določa, na kakšen način se država zavezuje v odnosu do mednarodne organizacije, katere članica je.<sup>26</sup>

Med 51 mednarodnimi instrumenti letalskega prava je 11 takih, ki še ne veljajo (Montrealski protokol iz l. 1995, Montrealski protokol iz leta 1998, Montrealski protokol iz l. 1995, Montrealski protokol iz leta 1995, Montrealski protokol iz leta 1998, Protokola o dopolnitvi Čikaške konvencije (50. a in 56. člen) sta v fazi ratifikacije, Gvatemalski protokol iz leta 1971 in Montrealska konvencija iz leta 1971, Montre-

<sup>21</sup> Tilo Schmit, European Air Law and Policy Recent Developments, Vol. 20, Sixteen Annual Conference Berlin 2004, str. 15-23. Glej podrobno v Damjan Korošec, Sestrelitev ugrabljenega civilnega letala – kazenskopravne razsežnosti človekove pravice do življenja, Revija za kriminalistiko in kriminologijo, Ljubljana 57/2006/2, str. 132-142, Aleksander Čičerov, Žrtvovanje ni dovoljeno, DELO – pisma bralcev, 6. 3. 2006.

<sup>22</sup> Aleksander Čičerov, ibid.

<sup>23</sup> Damjan Korošec, op. cit., nav. delo, str. 134.

<sup>24</sup> Damjan Korošec, op. cit., nav. delo, str. 140.

<sup>25</sup> O pravni sposobnosti ICAO glej podrobno v Aleksander Čičerov, nav. delo, str. 194-195, Michael Milde, nav. delo, str. 136-139.

<sup>26</sup> Glej podrobno v Ana Polak Petrič, Irena Jager Agius, Andraž Zidar, Pravo mednarodnih pogodb, Zbirka Mednarodno pravo, MZZ RS in Založba FDV, 2013.

<sup>27</sup> Depozitar (lat.: deponere – nekaj položiti ali shraniti) je lahko država oziroma njena vlada ali mednarodna organizacija oziroma njeni organi), glej Vladimir Ibler, nav. delo str. 55, naloge depozitarja so podrobno navedene v 78. členu Dunajske konvencije o pravu mednarodnih pogodb, besedilo konvencije je v slovenskem prevodu objavljeno v Ana Polak Petrič, Irena Jager, Andraž Zidar, nav. delo, str. 479-480, podrobno o Dunajski konvenciji glej v The Vienna Conventions On The Law Of Treaties/A Commentary, Vol.II, edited by Olivier Corten, Pierre Klein, OXFORD University Press, 2017, str. 1703-1753.

alski dopolnilni protokol št. 3 iz leta 1975, Montrealski protokol iz leta 2014 in Montrealska konvencija iz leta 2009). Slovenija jih tudi še ni ratificirala. V treh primerih depozitar (Velika Britanija) ni sporočil datuma veljavnosti za Slovenijo.<sup>27</sup> Tu gre za Haaško konvencijo iz leta 1970, Montrealsko konvencijo iz leta 1971 in Montrealski protokol iz leta 1988.

Prav gotovo pa se status posamezne države članice ICAO ne kaže samo v številu ratificiranih in v praksi uporabljenih mednarodnih konvencij in protokolov. Pomembna je udeležba na mednarodnih diplomatskih konferencah, zasedanjih skupščine ICAO in v delovnih telesih te organizacije. Ne gre pozabiti tudi na to, da predstavniki posameznih dr-

žav niso samo »tihan opazovalci« dogajanj, ampak aktivni oblikovalci politike ICAO, ki s svojimi predlogi usmerjajo organizacijo v doseganje začrtanih ciljev mednarodnega civilnega letalstva in aktivno oblikovanje mednarodnopravnih aktov letalskega prava. Vedeti moramo, kaj hočemo (dovolj močan konsenz o tem, kaj hočemo na mednarodni ravni), imeti moramo dovolj državljskega ponosa, svoje predloge pa umeščati s pomočjo moči argumenta in moči prava. Čeprav velesile na novo prerazporejajo svet, to ne pomeni, da z iskanjem zaveznikov znotraj ICAO kljub majhnosti ni mogoče doseči zelenih ciljev. Biti samo tihi spremljevalec dogajanj v ICAO pomeni pristajati na rešitve tistih, ki vidijo pred seboj samo svoje cilje.

## The Slovenian Status Vis-à-vis International Legal Aviation Instruments

### Abstract:

Slovenia has been the Member of the International Civil Aviation Organization (in advance ICAO) since 1992. We would like to know how the legal obligations of the international aviation law have been taken over into its legal system.

### Keywords:

Slovenia's Membership in ICAO, international instruments of aviation law (conventions, standards, recommendations), ratifications, amendments of the Chicago convention, the role of ICAO.

11.-13.02.2020

IAM INTRONIKA Robotics 4Industry

Ljubljana, GR, Slovenija www.icm.si

## ZAŠČITNI MEHOVI IZ molerita®



- zelo dobre mehanske lastnosti
- temperaturno območje: od -30 °C do +70 °C
- odlična odpornost proti UV sevanju, ozonu ter sladki in morski vodi
- hitro dobavljivi



**HENNLICH**

Pokličite nas:

**041 386 056**



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

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

# KOPRIVNIK PO 73 LETIH

Konec 2. svetovne vojne ni pomenil tudi konca vojaških operacij. Kršitev zračne suverenosti jugoslovanskega zračnega prostora je bilo veliko. Prišlo je do tragedije – sestrelitve dveh ameriških transportnih letal in prerivanja na diplomatskem parketu.



*Douglas C-47 Skytrain*

Koprivnik je razloženo naselje na južnem robu Pokljuke, na nadmorski višini 969 metrov. Pred natančno 73 leti se je v bližini vasice zrušilo ameriško transportno letalo, ki je letelo na relaciji Dunaj-Videm. Američani so po koncu 2. svetovne vojne imeli svoje enote na področju Furlanije-Juljske krajine, ker državna meja med Jugoslavijo in Italijo še ni bila določena. Njihovi poleti med Dunajem in Vidmom so večkrat potekali kar čez ozemlje Jugoslavije/Slovenije, ker so si s tem skrajšali pot, vendar pa za to niso prej prosili. Kršitev zračnega prostora je bilo veliko, omenja se kar 170 kršitev (po 20 na dan).

9. avgusta 1946 je prišlo do prve sestrelitve ameriškega transportnega letala nad Ljubljano. Vseh devet potnikov je preživel, eden med njimi je bil ranjen. Že čez deset dni, torej 19. avgusta 1946, je prišlo do drugega incidenta. Ameriško transportno letalo je zaradi slabega vremena (trdijo Američani) vstopilo v jugoslovanski zračni prostor in si tako skrajšalo pot do Vidma, vendar brez dovoljenja jugoslovanskih oblasti. Z letališča v Lescah sta proti letalu poleteli dve letali Jak-3, opozorili ameriško transportno letalo (Douglas C-47 Skytrain), ki pa na opozorila ni reagiralo, zato sta ga ob 10.07 sestrelili. Umrlo je vseh pet članov posadke. Zadeto letalo se je zrušilo na območju vasi Koprivnik. Pilota, ki sta opravila sestrelitev, sta bila pripadnika 112. Lovskega polka (pilot Vodopivec in pilot Knežev).

V ameriškem tisku je sestrelitev obeh letal močno odmevala. Ameriška vlada je obsodila »barbar-

sko dejanje« zavezniške Jugoslavije in zagrozila s sankcijami. V diplomatskih notah, ki so jih pošiljali Američani, pa ni bilo priznanja, da so ameriška transportna letala namerno kršila jugoslovanski zračni prostor in da za vstop vanj niso predhodno zaprosila jugoslovanskih oblasti. Bilo pa je poudarjeno, da je tako ravnanje s strani zavezniške Jugoslavije nedopustno in da zahteva opravičilo, pošteno odškodnino in vrnitev obeh sestreljenih letal. Številni časopisi (Glas zveznikov, Slovenski vestnik, Slovenski Primorec, Domači glasovi, Tržaški dnevnik, Enakopravnost, Prosveta) so poročali o jugoslovansko-ameriških odnosih in zahtevah ameriške strani, povezanih z incidentoma. Ob branju teh vesti se ni mogoče znebiti občutka, da je s sestrelitvijo Jugoslavija naredila nekaj zelo hudega. Stvari pa so tekle svojo pot. Potniki iz ljubljanskega letala so bili vrnjeni, posmrtno ostanke posadke, ki je umrla nad Koprivnikom, so prekopali in odpeljali v Ameriko. Pokopani so na vojaškem pokopališču v Arlingtonu. Američani so zahtevali 360 000 ameriških dolarjev odškodnine za mrtve in vrnitev letal. Tito je v odgovoru na to zahtevo zelo jasno povedal, da je Jugoslavija pripravljena plačati odškodnino, letal pa ne bo vrnila, ker je šlo za kršitev zračne suverenosti Jugoslavije. Izplačanih je bilo 150 000 dolarjev. Skoraj gotovo bi več podrobnosti o obeh incidentih našli še v Vojnem arhivu Srbije in Diplomatskem arhivu Ministrstva za zunanje zadeve Republike Srbije, kar pa zahteva nekaj časa in napora.

Rudolf Hribernik Svarun je v svoji knjigi Spomini – Klic svobode (Zbirka Spekter 3/95, Znanstveno in publicistično središče, stran 230-232) opisal prekop žrtev na Koprivniku in osvetlil razmere, ki so takrat vladale v tem delu sveta. Kot predstavnik Jugoslavije je spremljal prevzem posmrtnih ostankov petih potnikov, ki jih je prevzela delegacija Rdečega križa. Zmotilo ga je, da so se člani delegacije Rdečega križa in prisotni Američani obnašali, kot da smo razbojniki in morilci, niso pa se spraševali po vzrokih, ki so privedli do tragičnega dogodka.

Tudi sestrelitev ameriškega brezpilotnega letala nad Hormuško ožino nas nehote spominja na Koprivnik. Američani so prizadeti, ker se je Iran drznil zaščititi svojo zračno suverenost, pri tem pa zamolčijo, da so počeli nekaj, kar po mednarodnem pravu ni dovoljeno.

# MAGGY

Če vas zamika prebrati zanimivo knjigo, ki opisuje dogodke iz druge svetovne vojne, sezite po »Maggiejinih hlačkah«. V njej spregovorijo tisti, ki so se za svobodo borili v zraku in na tleh. Vojna je v svoj vrtinec potegnila posameznike in skupine, ki sta jih povezovala skupno doživetje in zavedanje, da se z vojaške misije morda nikoli več ne bodo vrnili domov. To je pripoved o posadki letala B-24 liberator, ki se je po uspešnem bombardiranju avstrijskega Steyerja trudila, da bi se vrnila na matično letališče Foggia v južni Italiji. Avtor Zinck se v knjigi dotakne tudi razmer, ki so vladale v Evropi, bralca pa bodo pritegnili najbolj tisti deli knjige, ki govore o šolanju posadke, poletu nad Avstrijo in boju, da bi hudo poškodovano letalo prišlo nazaj v bazo.



Zavezniška letala so se po opravljeni nalogi pogosto vračala čez Slovenijo. Posadke so bile dobro seznanjene z dejstvom, da se na zavezniški strani borijo partizani. Njihova želja je bila, da bi se srečali z njimi, če bi morali zapustiti hudo poškodovano letalo. Tako je razmišljala tudi posadka B-24 2. aprila 1944, ko so v skupini 34 letal poleteli nad Avstrijo in bombardirali Steyer, kjer so

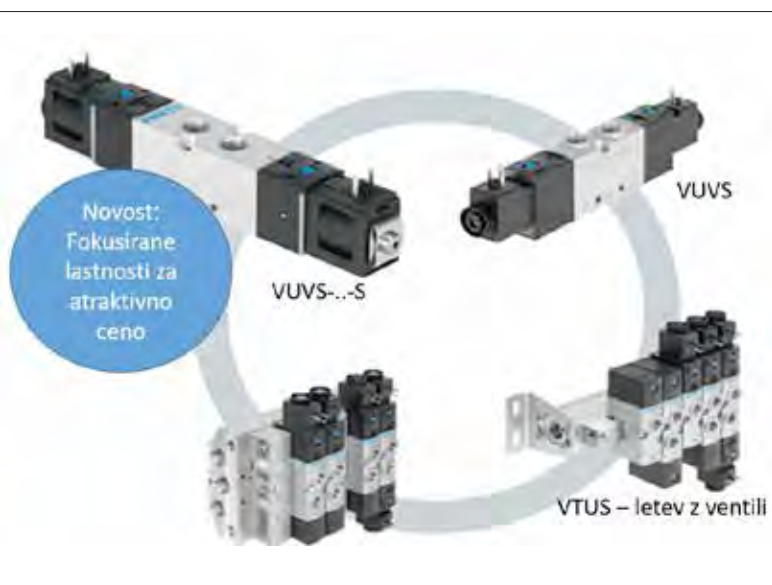
Nemci izdelovali orožje. Ko so odvrgli bombe, so jih napadli nemški lovci in B-24 je bil resno poškodovan. Z enim motorjem so se bolj vlekli kot leteli proti bazi v Italiji. Žal so bile poškodbe tako hude, da so morali izskočiti. Letalo je strmoglavilo pri Gracarjevem turnu, posadka pa je bila po srečnem pristanku raztresena po Gorjancih (med Jurno vasjo in Orehkom pod Gorjanci). Dolenjsko so zasedali Nemci, zelo aktivna pa je bila tudi bela garda, ki je sodelovala z njimi s polnim blagoslovom in podporo krajevne rimskokatoliške cerkve. Na srečo so jih borci Cankarjevega bataljona hitro našli in odpeljali na varno. Načrt je bil, da jih odpeljejo na partizansko letališče Otok, žal pa je močan dež razmočil pristajalno stezo in reševalno letalo ni moglo pristati. Pod močno zaščito partizanov so v majhnih skupinah krenili proti Hrvaški in Bosni, v Bosanski Petrovac, kjer so jih vkrcali na transportno letalo in 28. aprila 1944 so odleteli v Bari.

Kot pravi avtor knjige, so bili člani posadke običajni fantje, vrženi v poseben čas, poln izjemnih dogodkov. Vedeli so za partizane, zaupali so jim, prav tako pa so na svoji koži občutili nesebičnost domačinov in zavednih ljudi, ki so večkrat zastavili svoja življenja, da bi se zavezniški letalci vrnili v svoje baze. Šlo je za pogum, za življenja, za tovarištvo, za poslanstvo. V Hrastju pri Orehovici so v spomin na ta dogodek postavili spominsko ploščo. Knjiga je preplet zgodovinskih dokumentov, spominov in zapisov posameznih članov posadke in tistih Slovencev, ki so pomagali reševati posadko B-24. Delo ni samo poletno branje. Je besedilo, ki daje bralcu občutek ponosa, da je Slovenec.

**Zinck, Ray E. Zadnji polet Maggiejinih hlačk – vojna zgodba o begu in rešitvi** (prevod Janez Žerovec, Milena Podgoršek), 1. izd. 1. natis – Ljubljana: ZRC SAZU, Založba ZRC, 2019, ISB 978-961-05-0172-5, 25 €.

## SERIJA VENTILOV VS

Festovi ventili serije VS: VUVS, VUWS, VTUS so fleksibilni, moderni, robustni in trajne kvalitete. Brez omejevanja zmogljivosti: do 100 % večji pretok pri večji gostoti energije. Preizkušene tehnologije in materiali. Širok izbor pribora. Številne možnosti pritrditev in enostavno rokovanje.



**Slika 1:** Družina ventilov VS

Težki delovni pogoji za ventile VS niso problem. Osnova je univerzalni batni ventil za običajne delovne pogoje. Bogat nabor dodatne opreme vključuje velike priključke in kovinske cevi.

Ventili so lahko predmontirani ali pritrjeni na letev po specifikaciji kupca. Ventili VUVS ali VUWS so na

voljo tudi kot vnaprej sestavljene enote z glušniki, s priključki in tuljavami kot posamični ventili za takojšnje vgradnjo. Ventili VTUS so lahko sestavljeni kot ventilske baterije po zahtevah naročnika.

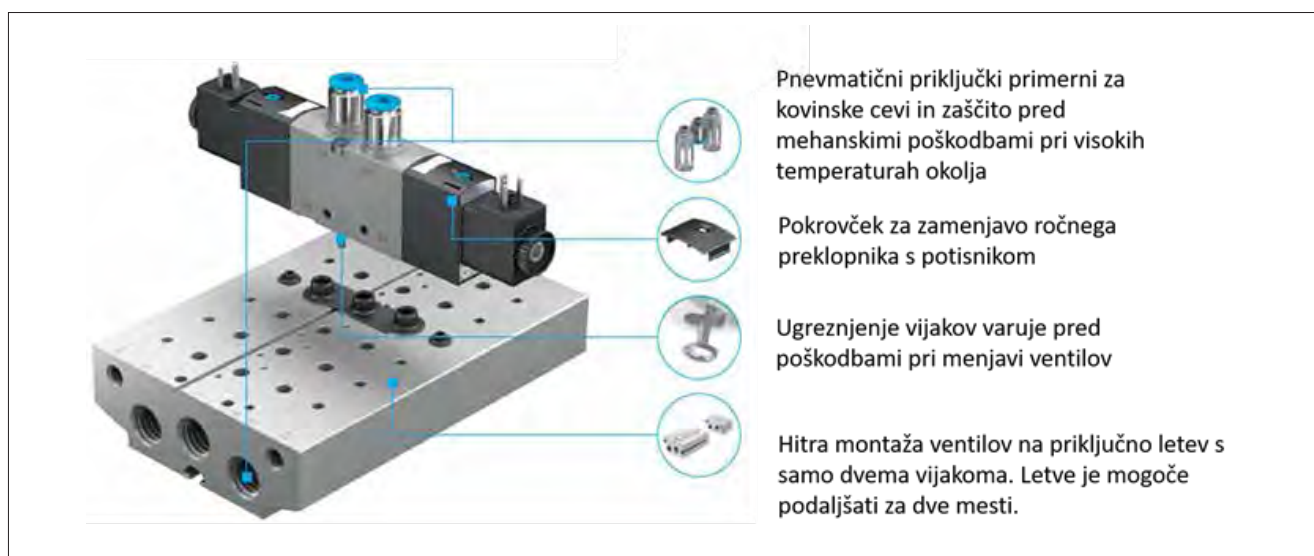
Skladiščenje ventilov VS je enostavno in cenovno ugodno. Naročite že sestavljene ali po delih: preizkušena priključna letev omogoča manjšo zalogo gotovih sestavov. Omogoča tudi izbiro primerne napetosti in enostavno zamenjavo tuljav.

Novi ventil VUVS...-S ima specifične lastnosti v preverjeni Festovi kakovosti in še posebno atraktivno ceno. Je ključni del osnovnega programa, v veliki količini vedno na zalogi in dobavljiv v 24 urah povsod po svetu.

Posebnost ventilov VS so veliki pretoki, primernost za široko paleto uporabe, številna dodatna oprema za dovod in razvod zraka, možnost zamenjave tuljav, dovajanje zunanjšega krmilnega tlaka preko letve, zaščite IP65 in IP67 kakor tudi enostavna realizacija tlačnih con.

### 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



**Slika 2:** Številna dodatna oprema za hitro in enostavno pritrditev posamičnih ventilov



# TRANSPORTNI SISTEM Z LINEARNIMI MOTORJI – ActiveMover

Podjetje Bosch Rexroth želi z uporabo modelirnika MTpro poenostaviti projektiranje transportnih sistemov tako, da so že v sami osnovi komponente kompatibilne med seboj brez dodatnih obdelav. Zato so v modelirnik MTpro vključili tudi najhitrejši montažni transportni sistem z linearnimi motorji – ActiveMover.



Transporter ActiveMover (a), del montažnega sistema (b)

- ▶ ActiveMover omogoča povečanje produktivnosti ter fleksibilnosti manjših in raznovrstnih serij ravno zaradi hitrosti in visoke natančnosti pozicioniranja transportnih palet.
- ▶ S programsko opremo MTpro Bosch Rexroth si uporabnik lahko sam sestavi svoj montažni transportni sistem ActiveMover, ki je zgrajen iz ravnin in krivin z integriranim linearnim motorjem.
- ▶ Z ActiveMoverjem lahko uporabnik programira dinamiko za vsako posamezno paleto, kjer že vgrajena programska oprema preprečuje kolizijo palet. Pozicioniranje palet je s ponovljivo natančnostjo  $\pm 0,01$  mm. Pospešek posamezne palete pa je lahko do 4 g, kar skrajšuje delovne takte. Masa bremena na paleti je lahko do 10 kg.

Omogoča vse vrste komunikacij, kot so PROFINET, Ethernet IP in EtherCat.

- ▶ ActiveMover, modularni montažni transportni sistem Bosch Rexroth, je uporaben na številnih področjih in je nepogrešljiv pri avtomatizaciji v avtomobilski industriji, v napravah, ki zahtevajo čiste prostore, v elektronski industriji kakor tudi v proizvodnji medicinskih izdelkov – tako pri avtomatizaciji polnjenja, montaže, stiskanja, vijačenja kakor tudi pri testnih napravah.

#### Vir:

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

POSVET

## AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2019 - ASM '19

4. decembra 2019  
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

## TIRNA VODILA THOMSON LINEAR

Tirna vodila proizvajalca **THOMSON LINEAR**, ki je že več kot 50 let znan po svoji visoki kakovosti in inovativnosti, ponujajo kompletan sortiment vodil in vozičkov z veliko izbiro različnih izvedb, velikosti in drugih edinstvenih karakteristik.



Tirna vodila THOMSON LINEAR (vir: [www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com))

Vodila se proizvajajo v standardiziranih velikostih in so uporabna tako za zamenjavo obstoječih vodil kot za uporabo v novih aplikacijah.

### Serije:

- ▶ **Serija 500** – precizna tirna vodila z valjčki z visoko togostjo za velike obremenitve,
- ▶ **Serija 400** – vodila, primerna za avtomatizacijo v enostavnih transportnih aplikacijah,
- ▶ **Accu Mini** – kompaktna tirna vodila s kroglicami z nizko vgradno mero,
- ▶ **MicroGuide** – korozijsko odporen minimalističen sistem vodil,
- ▶ **T-serija** – sistem vodil z reducirano težo.

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

### Vir:

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

## POTNI VENTIL PARKER SBW110



Podjetje Parker Hannifin predstavlja nov potni ventil Parker SBW110 za sisteme Steer-by-Wire. Parker SBW110 je proporcionalni potni ventil s predhodno tlačno kompenzacijo in možnostjo zaznavanja obremenitve, ki omogoča optimiziranje krmilnih sistemov, nameščenih na mobilnih strojih. To pomeni enostavnejšo namestitev in manjšo raven hrupa za voznika, s čimer je kabina varnejša in bolj ergonomska za delo. S preprosto uporabo dovoda črpalnega olja, priključka na rezervoar in električnega signala lahko pretok iz delovnih priključkov ventila SBW110 nadzira krmiljenje. Parker SBW110 je visoko zmogljiv in robusten potni ventil z natančnim upravljanjem in energijsko učinkovitostjo.

Čeprav so samopogonski stroji dolgoročni industrijski cilj, so sistemi Steer-by-Wire kratkoročno jasen trend.

### Vir:

Parker Hannifin Sales CEE, s. r. o., Češka republika – Podružnica Novo mesto, tel.: 07 337 66 50, faks: 07 337 66 51, e-pošta: [parker.slovenia@parker.com](mailto:parker.slovenia@parker.com), spletna stran: [www.parker.com](http://www.parker.com), Miha Šteger

VARNI, FLEKSIBILNI, ENOSTAVNI

# SODELUJOČI ROBOTI V PROIZVODNJI: KAJ? ZAKAJ? KAKO?

26. SEPTEMBER 2019, od 8.30 do 16.00  
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO  
TRŽAŠKA CESTA 25, LJUBLJANA

Delavnica bo odgovorila na **najpogostejše dileme uporabe sodelujočih robotov v proizvodnji.**

Vabljeni predavatelji iz:

- ABB Group (CH)
- Joanneum Research Forschungsgesellschaft (AT)
- Centro Ricerche Fiat (IT)
- PILZ (DE)
- Yaskawa Slovenija (SLO)
- Institut "Jožef Stefan" (SLO)
- Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani (SLO)

Predavanja bo dopolnilo praktično delo na sodelujočih robotih (potrebna je dodatna prijava).

Cena delavnice za prvega udeleženca je **150 €** (drugi udeleženec 100 €, vsi nadaljnji udeleženci 50 €, člani **SRIP ToP brezplačno**, člani ostalih SRIP-ov 50 €). Prijave zbiramo na [crc@robo.fe.uni-lj.si](mailto:crc@robo.fe.uni-lj.si) do 30. 8. 2019. Dodatne informacije na [www.cobotic.si](http://www.cobotic.si).



Medijska partnerja dogodka



# TELESKOPSKA VODILA ZA EKSTREMNE OBREMENITVE

Teleskopska vodila so nepogrešljiva za pomike v horizontalni, vertikalni ali diagonalni smeri. Linearno gibljivi sistemi delujejo kot funkcionalne enote v različnih izvlečenih sistemih: v avtomatih za samooskrbo, proizvodih avtomobilske in pohištvene industrije, profesionalnih skladiščih, avdio- in videoopremi, strojogradnji. Zagotavljajo enakomerno gibanje in imajo veliko bočno stabilnost.

V grobem se teleskopska vodila delijo glede na obremenitve:

- ▶ majhne obremenitve do 50 kg in z do 75-odstotnim hodom,
- ▶ srednje obremenitve do 100 kg in z do 100-odstotnim hodom,
- ▶ velike obremenitve celo nad 300 kg in z do 180-odstotnim hodom.

Med novosti na tržišču zagotovo spadajo tudi vodila podjetja Thomas Regout za obremenitve čez 300 kg. Teleskopsko vodilo TR-7619 Jumbo je uvrščeno med vodila za velike obremenitve (slika 2). Predstavniki te skupine so tudi vodila ULF HD, Titan, Condor (slika 1 in tabela 1).

TR-7619 Jumbo presega nosilnost 300 kg. Vodilo odlikuje najvišja stopnja togosti in robustnosti,

kakovostne komponente pa zagotavljajo dolgo življenjsko dobo.

Standardno vodilo je na zalogi do dolžine 1500 mm. Po meri izdelana vodila so v dolžinah do 2460 mm s posebnimi površinskimi obdelavami, hodi in različnimi možnostmi montaže.

Teleskopska vodila se izbirajo glede na nosilnost in dolžino hoda.

Nosilnost vodila je odvisna od tipa, dolžine in razmerja med dolžino izvleka ter zaprto dolžino. Glede na namen uporabe je za vodila treba določiti *statično* in *dinamično nosilnost*.

Statična nosilnost temelji na rezultatih preskusov v 500, 1000 in 10 000 ciklih. Statična nosilnost je bi-

ULF HD	Titan	Condor	Jumbo

Slika 1 : Teleskopska vodila za visoke obremenitve

Tabela 1 : Značilnice teleskopskih vodil za visoke obremenitve

	Nosilnost (kg)	Hod (%)	Dolžina (mm)
TR-5617 ULF HD	do 129/103	130	300-1000
TR-7118 TITAN	do 212/147	130	400-1200
TR-7125 CONDOR	do 100	180	300-900
TR-7619 JUMBO	do 325/315	130	300-1500



Slika 2 : Teleskopsko vodilo TR-7619 Jumbo

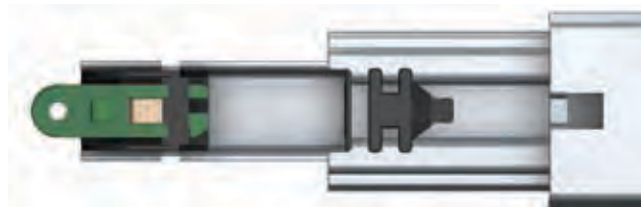
stveno večja od dinamične.

Za določitev dinamične nosilnosti so vsa vodila preskušana na 100 000 ciklov. Njihova največja nosilnost je skladna z vsemi nacionalnimi in mednarodnimi standardi, vključno z DIN, BIFMA, BS, EN in JIS.

Hod je opredeljen kot razmerje dolžine iztegnjenega vodila (T) in dolžine vodila v zaprtem položaju (L):  $T = (T / L) * 100 \%$ .

Linearna teleskopska vodila so lahko opremljena s funkcijo LockIN/LockOUT (slika 3). Funkciji zaprti položaj LockIN/odprti položaj LockOUT se uporabljata, ko je potrebna funkcija zaklepanja. Vodilo, ki je opremljeno z njima, se lahko odpre ali zapre le z ročnim pomikom zapaha na vodilu. Ti funkciji se uporabljata predvsem v industrijskih aplikacijah, tovornih in gasilskih vozilih.

Pri izbiri ustreznega vodila kupcem svetujejo prodajni inženirji podjetja HENNLICH, uradnega zasto-



Slika 3 : Funkcija lockIN/lockOUT

pnika vodil Thomas Regout. Pomembna podatka za izbiro vodila sta prav gotovo nosilnost in hod vodila.



**HENNLICH**

**Vir:**

Interno gradivo podjetja Thomas Regout in HENNLICH, d. o. o., Mirka Vadnova 13, 4000 Kranj, tel.: 041 386 005, faks: (0)4 532 06 20, internet: [www.hennlich.si](http://www.hennlich.si), e-mail: [goljat@hennlich.si](mailto:goljat@hennlich.si)



SPLAČA SE  
BITI NAROČNIK



**UGODNOSTI ZA  
NAROČNIKE REVIIJE**

**ZA SAMO 50€ DOBITE:**

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

**Vsak novi naročnik prejme  
majico in ovratni trak**

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

Na voljo tudi digitalna različica revije

**WWW.IRT3000.COM**



# INTELIGENTNE ROBOTSKE REŠITVE ZA STROJE

**EMO** je vodilni sejem metalurške industrije na svetu. Stäubli bo med 16. in 21. Septembrom letos na stojnici B42 v dvorani 9 predstavil svoji glavni področji zanimanja: nove robote za klasično nakladanje strojev, kar je prva predstavitev nove HE-izvedbe TS2 SCARA in mobilne robotske rešitve za povezano proizvodnjo.

Edinstvena konstrukcija šestosne serije TX2 omogoča idealno prilagajanje posebnim zahtevam, ki veljajo pri obdelavi kovin, kjer je neposreden stik s prahom od brušenja, z ostružki in hladilnimi mazivi neizogiben. Šestosni roboti TX2 zanesljivo izvajajo nakladanja v obdelovalno središče, kjer noben drug standardni robot ne bi mogel obvladati težkih pogojev.

Prednosti šestosnih strojev TX2 so njihova zaprta zasnova, notranje ožičenje, povezave pod robotskim podstavkom in visoka kategorija zaščite. To zdaj velja tudi za povsem nove štiriosne robote serije TS2. Kot rezultat tega Stäubli lahko zdaj ponudi robote SCARA tudi za najzahtevnejša opravila v avtomatizaciji strojev.

Ta razvoj omogoča popolnoma preoblikovana štiriosna serija. Roboti so zdaj opremljeni s pogonsko tehnologijo JCS, razvito in izdelano v podjetju Stäubli, ki je bila prej rezervirana samo za šestosne modele. Ta tehnologija je ključ za veliko izboljšanje lastnosti robotov TS2 SCARA. Tehnologija votle osi je omogočila zaprto konstrukcijo, zaradi katere so zunanji kabli preteklost.



*Prva svetovna predstavitev modela TS2-100 HE - zaprta konstrukcija, zaščitni pokrov in zložljiv meh nudijo večjo zaščito pred kontaminacijo na občutljivih delovnih območjih.*

## Štiriosni roboti zdaj na voljo kot HE-izvedbe

Ta pionirska zasnova odpira pot do zanimive možnosti, ki je do zdaj ni bilo na seznamu SCARA. Za uporabe, pri katerih so roboti stalno izpostavljeni hladilnim mazivom, Stäubli priporoča različice HE (vlažno okolje) z dodatno stopnjo zaščite. Za zagotovitev nemotenega delovanja novih štiriosnih robotov, tudi če so vgrajeni v obdelovalne centre, so vgrajeni deli iz nerjavečega jekla, ojačana tesnila in posebej obložene plošče ohišja. S prihodom različice HE svojega štiriosnega stroja TS2 je Stäubli zapolnil vrzel na trgu robotske kinematike in zdaj ponuja to posebej zaščiteno izvedbo.



*Šestosni stroj Stäubli je zaradi svoje popolnoma inkapsulirane zasnove zlahka kos stanju v brusilnem stroju.*

Da bi zagotovili optimalno rešitev za vse velikosti stroja, nova serija robotov obsega štiri modele: TS2-40, TS2-60, TS2-80 in TS2-100. Prejšnja serija je zajemala razpone od 400 do 800 milimetrov, zdaj pa je bila ta razširjena na delovni polmer 1000 milimetrov z dodatkom modela TS2-100. Na splošno so novi roboti SCARA bistveno bolj kompaktni kot njihovi predhodniki in so zato optimalno opremljeni za avtomatizacijo obdelovalnih strojev in obdelovalnih centrov.

## Povezovanje strojev z uporabo mobilnih robotskih sistemov

Mobilni robotski sistem HelMo, ki je zdaj pripravljen za serijsko proizvodnjo in zagotovo ena od glavnih atrakcij na sejmu EMO, dokazuje, da s Stäublijem prihodnost avtomatizacije strojev že danes lahko postane resničnost.

HelMo lahko samostojno manevrira in krmili, pri čemer spremlja svoje okolje s pomočjo treh integriranih laserskih čitalcev. Opremljen s šetsosnim robotom iz serije TX2, HelMo opravlja vse vrste del, tudi dela, ki zahtevajo neposredno sodelovanje človeka in robota.

Nalaganje in povezovanje strojev je odličen primer, kako lahko mobilni robot nadomesti zastarele načine proizvodnje. Medtem ko so se v nedavni preteklosti še vedno uporabljali viličarji, ročna orodja, transportni sistemi in fiksne rešitve za avtomatizacijo, je HelMo zdaj sposoben opravljati celoten spekter nalog. Lahko poveže proizvodnjo, prinese orodja iz skladišča, jih da v stroj, upravlja nakladanje in razkladanje obdelovalnih strojev in po potrebi poveže postopek.

Več mobilnih robotov lahko oskrbuje celotne proizvodne linije z medsebojno komunikacijo preko sistema ERP. HelMo bo uporabnikom omogočil pametno proizvodnjo v prihodnjih okoljih industrije 4.0 s pomembnimi izboljšavami samostojnosti, fleksibilnosti in produktivnosti. Vključen je kompleksen varnostni paket, ki ustreza strogim zahtevam. Vse varnostne funkcije ustrezajo strogi kategoriji SIL3/PLe.



Mobilni robot lahko v eni izmeni prevzame različne naloge in se samostojno približa ustreznim delovnim postajam, kjer lahko po kratki fazi umerjanja izvede dela z natančnostjo desetine milimetra.



Velike količine hladilnega mazilnega olja ne morejo poškodovati popolnoma zaprtega TX40

## Odprti vmesniki za vse nadzorne sisteme

Priključne rešitve podjetja Stäubli uniVAL pogon in uniVAL plc zadovoljujejo zahteve številnih uporabnikov za enotno krmilno platformo za obdelovalne stroje in robote. Rezultat tega je, da lahko z vsemi kinematikami Stäubli upravljate preko večosnih krmilnih strojev ali preko programirljivih logičnih krmilnikov priznanih dobaviteljev, kot sta Siemens in Beckhoff.

Vključevanje robotov v ustrezen nadzorni sistem je lažje kot kdaj koli prej. Če želite upravljati z roboti preko večosne enote, je pogon uniVAL ustrezen izbor. Ta pogon omogoča krmilniku orodja, da prevzame krmilnik robota in upravlja posamezne osi robota s sistemi vodil, kot so Sercos3, Ethercat, Powerlink in Profinet.

Drugi izdelek, ki ga je razvilo podjetje Stäubli, je uniVAL plc. Ta rešitev s svojim vnaprej določenim vmesnikom omogoča robotu delovanje preko programirljivih logičnih krmilnikov. Programiranje robotov se enostavno opravi s funkcijskimi bloki, medtem ko je načrtovanje poti še naprej aktivno v ozadju.

### Vir:

Staubli Systems, s.r.o., Pardubice, Češka Republika, Podružnica Ljubljana, Litostrojska cesta 44 E, 1000 Ljubljana, ga. Dušica Kikelj, d.kikelj@staubli.com



# Razpis za prijavo št. 2

Študenti, raziskovalci in podjetja.

Ponovno odpiramo razpis za dostop do TERRINet robotske raziskovalne opreme.

**TERRINet** mreža ponuja BREZPLAČNO uporabo več kot **90+ različnih inštalacij** v 15 Evropskih raziskovalnih robotskih inštitucijah, **tehnično in znanstveno podporo** s strani najboljših strokovnjakov s področja robotike v Evropi ter **nabor izobraževanj**, primernih tako za študente, raziskovalce kot podjetja.

Vkolikor imate idejo, pri kateri rabite teste in razvoj v eminentnih laboratorijih se prijavite na

[www.terrinet.eu/access](http://www.terrinet.eu/access).

V prijavi predstavite namen in način izvedbe svojega znanstvenega projekta, izberete želeno raziskovalno inštitucijo. Izbrani projekti bodo prejeli finančno podporo za kritje stroškov izvedbe, potovanja in bivanja.

## POMEMBNI DATUMI:

Začetek sprejemanja prijav: **1. julij, 2019**

Zadnji rok za prijave: **31. avgust, 2019**

Objava rezultatov: **31. oktober, 2019**

Dostop do opreme: **december 2019 - marec 2020**



**STEP 1**

Ideja



**STEP 2**

Izbira  
inštitucije  
(opreme)



**STEP 3**

Prijava



**STEP 4**

Selekcijski  
postopek



**STEP 5**

Priprava na  
izpeljavo ideje



**STEP 6**

Implementacija

Več informacij na: [www.terrinet.eu](http://www.terrinet.eu)

Kontakt: [dissemination@terrinet.eu](mailto:dissemination@terrinet.eu)



© Ventil 25(2019)4. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
© Ventil 25(2019)4. 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 25  
Year Letnica 2019  
Number Številka 4

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

- ▶ prof. dr. Maja Atanasijević-Kunc, FE Ljubljana
- ▶ izr. prof. dr. Ivan Bajsić, FS Ljubljana
- ▶ doc. dr. Andrej Bombač, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Peter Butala, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Alexander Czinki, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
- ▶ doc. dr. Edvard Detiček, FS Maribor
- ▶ prof. dr. Janez Diaci, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Jože Duhovnik, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Niko Herakovič, FS Ljubljana
- ▶ mag. Franc Jeromen, GZS – ZKI-FT, je upokojen
- ▶ prof. dr. Roman Kamnik, FE Ljubljana
- ▶ prof. dr. Peter Kopacek, TU Dunaj, Avstrija
- ▶ mag. Milan Kopač, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
- ▶ 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: Marjeta Humar, Andrea Potočnik  
Prelom in priprava za tisk: Grafex agencija | tiskarna  
Tisk: Schwarz Print, d. o. o., Ljubljana  
Marketing in distribucija: Roman Putrih

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

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

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

## ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] **Pametno orodje za preventivno vzdrževanje** - [www.hydac.com](http://www.hydac.com) - Preventivno vzdrževanje (angl.: Predictive Maintenance) računa na optimalno opredelitev vzdrževanja strojev na osnovi verjetnosti motnje, okvare ali odpovedi delovanja naprave, stroja. Podjetje *Hydac* je razvilo inteligentno napravo za preventivno vzdrževanje hidravličnih naprav *MCMS 2000*, ki je sestavljena iz treh enot za vizualizacijo, analizo in predstavitev podatkov, potrebnih za pravočasno preventivno vzdrževanje kompletnih hidravličnih sistemov ali njihovih posameznih sestavin in/ali enot.
- [2] **Trgovina s pnevmatiko** - [www.pneumatics-shop.com](http://www.pneumatics-shop.com) - Nemško specializirano podjetje za pnevmatiko *Aventics* sedaj svojim strankam zagotavlja nov servis v posebnih trgovinah za pnevmatiko, izvedbene rešitve pnevmatičnih naprav in potrebne sestavine, vključno z inženirsko podporo. Branžno usmerjen portal deluje po načelu »originalno izdelana oprema« (angl.: Original Equipment Manufacturer - OEM). Trgovci in inženirji imajo velike izkušnje na področju industrijske avtomatizacije ter uporabe pnevmatike na gospodarskih in železniških vozilih, v ladjedelništvu, energetiki, zdravstvu in živilski industriji.
- [3] **Večcevne spojke** - [www.hydraforce.com](http://www.hydraforce.com) - Podjetje *HydraForce* iz ZDA ponuja večcevne, tudi multimedijske cevne spojke za individualne in modularne izvedbe gibkih cevovodov. Na voljo so večcevne spojke za pnevmatične in vakuumske naprave tipa MULTILINE 1800 ter MULTILINE ADAPTIV večkratne in večmedijske cevne spojke za spajanje snopov združenih hidravličnih in/ali pnevmatičnih gibkih cevovodov ter napajalnih in krmilnih električnih kablov, predvsem na robotih in kompleksnejših industrijskih in mobilnih strojih.

## ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

### 12. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (12. IFK) 12. Mednarodni kolokvij o fluidni tehniki

09. - 11. 03. 2020 | Dresden, ZRN

Najpomembnejše evropsko srečanje s tematiko hidravličnih in pnevmatičnih pogonov, krmiljenja in regulacije omogoča intenzivno izmenjavo informa-

cij med uporabniki, izdelovalci in raziskovalci. Udarne teme bodo posvečene razvojnim tendencam, možnostim uvajanja inteligentnih struktur in uvodu v novo prihajajočo industrijo 5.0. Moto 12. kolokvija bo »Fluidna tehnika - tehnologija prihodnosti«.

#### Informacije:

- ▶ [www.ifk2020.com](http://www.ifk2020.com)

## OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana.....281
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....279
- ▶ DVS, Ljubljana .....275
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin.....265, 348
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Podnart .....333
- ▶ ICM, d. o. o., Vojnik ..... 281, 312, 333
- ▶ IMI INTERNATIONAL, d. o. o., (P.E.)  
NORGREN, Lesce.....265
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija .....313
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana .....283
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje .....265
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....265
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana.....265
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin ..265, 297
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.)  
Novo mesto.....265
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri.....265, 266
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana .....265, 268
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....341, 347
- ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana .....265
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana .....297
- ▶ UL, Fakulteta za elektrotehniko .....339, 342
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo .....283, 301, 313
- ▶ UM, Fakulteta za strojništvo .....278
- ▶ YASKAWA SLOVENIJA, d. o. o., Ribnica .....274

# INDUSTRIJSKI FORUM **IRT** 2020

## NEPOGREŠLJIV VIR INFORMACIJ ZA STROKO

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

### FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

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



#### Priznanje TARAS za

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

Portorož, 8. in 9. junij 2020

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

Dogodek poteka pod častnim pokroviteljstvom predsednika Republike Slovenije Boruta Pahorja.

# Gremo digitalno. Sedaj!

S konfiguratorjem za enote procesnih ventilov.

# FESTO



**Vi hočete povečati hitrost vašega inženiringa.  
Vi iščete avtomatizirane procesne ventile.  
Mi smo vaš partner pri avtomatizaciji procesov.**

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

Konfigurator za enote procesnih ventilov vam bo pomagal najti pravo rešitev v rekordnem času. Iskanje izdelka, konfiguracijo, izbiro velikosti, dokumentacijo, naročilo in dobavo, naj bo to ročno delujočih ali popolnoma avtomatiziranih ventilov je mogoče opraviti z uporabo le enega orodja. Vključuje tudi sistemski ident za hitro in pravilno preureditev in natančno konfigurirane CAD podatkov. Vstopite že danes v novo dobo konfiguriranja!



**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