

# VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 27 / 2021 / 3 / Junij

Napredne metode  
zaznavanja napak

Industrijski  
uporabniški vmesniki

Hidravlični  
akumulatorji

Izobraževanje –  
pouk na daljavo

**OPL** **rexroth**  
A Bosch Company

OPL industrijska avtomatizacija d.o.o.  
Dobrave 2, 1236 Trzin, Slovenija  
tel.: +386 (0)1 560 22 40  
e-mail: info@opl.si



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



# ŠIROK IZBOR VENTILOV

ZA HIDRAVLIČNE POGONE VOZIL  
IN NJIHOVA HIDRAVLIČNA ORODJA



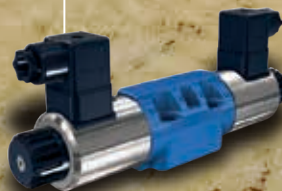
Izmenjevalni ventil



Ventil za hidravlično zaporo koles



4/3 Potni ventil



6/2 Potni ventil



**ZASNOVANI IN PROIZVEDENI V SLOVENIJI**



**Poclain Hydraulics d.o.o.**  
Industrijska ulica 2, 4226  
Žiri, Slovenija  
+386 (0)4 51 59 100

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



# DIGITALIZACIJA, DIGITALNA PREOBRAZBA IN DIGITALNO POSLOVANJE



Digitalizacija je področje, ki je v zadnjem obdobju najpogosteje obravnavano kot osnova za nadaljnji razvoj, za znižanje stroškov pri poslovanju in stroškov administracije ter za dvig produktivnosti. To je dobro in temu področju bi morali v naši družbi nameniti še več pozornosti, prostora in časa predvsem zato, ker se digitalizacija tiče vseh: od državne uprave, industrije, turizma do prav vseh prebivalcev države.

Po moji oceni so se podjetja že pred leti zelo dobro lotila digitalne transformacije in pričela poslovati digitalno. Mnogo bolj pa sta na tem področju v zastanku državna uprava in celotna državna administracija.

Kaj pravzaprav je digitalizacija? Osnovna definicija pravi, da je digitalizacija opisovanje objekta, zvoka, slike, dokumenta ali signala z binarno kodo za obdelavo in shranjevanje na računalniku ali drugi elektronski napravi. Pretvorba analognih informacij v digitalne se izvede s postopkoma kvantizacije (točkovno ovrednotenje) in skeniranja (točkovno dobiti vrednosti za 2D ali 3D objekt). To so zapleteni procesi, ki niso pomembni za samo uvedbo digitalizacije v vsakdanje življenje.

Preprosto povedano je digitalizacija pretvorba papirne dokumentacije v računalniško, da jo lažje in hitreje obdelujemo, pošiljamo in shranjujemo. Vse to zahteva tudi industrija 4.0.

Slovenija se je leta 2018 po indeksu digitalnega gospodarstva uvrstila na 15. mesto, kar je dve mesti višje kot leto prej. To mesto predstavlja nadpovprečje v Evropski skupnosti.

Pogoji za digitalizacijo celotne družbe so v Sloveniji dani. Več kot 90 odstotkov gospodinjstev ima dostop do interneta. Internet pri nas uporablja okoli 83 odstotkov odraslega prebivalstva. Mladi od 16 do 24 leta starosti pa so praktično vsi (99 %) večji te sodobne tehnologije.

Tisti, ki delamo v industriji, čutimo zelo ugoden razvoj digitalnega poslovanja v podjetjih in med podjetji. Po drugi strani pa vsi, ki delamo v gospodarstvu, vemo, da državna uprava na tem področju zaostaja za gospodarstvom. Kako je mogoče, da je danes v tem času še vedno treba določene storitve državne uprave plačati z gotovino? Ali pa: kako je

mogoče, da številni državni uradi, kot je npr. podjetniški sklad, ne poslujejo digitalno in podobno?

To sta samo dva slaba primera iz državne uprave, naštel pa bi jih lahko še več – kot vsak izmed nas, ki pogosto potrebuje državne ali občinske usluge. Na številnih uradih, tudi državnih, pa digitalno poslovanje deluje dobro, npr. izdajanje bolniških listov ali receptov za zdravila in podobno. Lep primer so tudi preprosti in zakotni bifeji, ki imajo na mizah digitalni zapis ponudbe jedi in pijač ter cenik.

Pohvalno je to, da je vlada ustanovila strateški svet za digitalizacijo, katerega naloge so opredeljene zelo široko. Od spodbujanja digitalizacije v gospodarstvu, ustvarjanja pogojev za razvoj visokotehnoloških podjetij, uvajanja digitalnih veščin v šolske sisteme izobraževanja, krepitev naravoslovnih študijskih smeri, spodbujanje digitalne pismenosti med prebivalstvom, ustvarjanje pogojev za vračanje vrhunskih slovenskih znanstvenikov iz tujine, povezovanje Slovenije z digitalno najnaprednejšimi državami, pomenenje digitalnega poslovanja državljanov in podjetij preko storitvenih portalov z uporabo skupnih gradnikov za elektronsko izmenjavo podatkov. Prav to slednje se mi zdi zelo pomembno, da bo sistem enoten in da se ne bodo podvajali različni pristopi in se ne bo uporabljala različna oprema.

Zelo pohvalno je, da se pri nas veliko organizacij, podjetij, obrtnikov in posameznikov ukvarja z uvajanjem in poučevanjem digitalnih veščin. Celo več: na spletu se najde – brezplačno – veliko koristnih nasvetov za vse, ki bi se radi digitalno izobrazili in preobrazili (transformirali).

Pri uvedbi digitalizacije nekateri svetujejo postopne korake, drugi uvedbo celotne digitalne transformacije v enem koraku, drugi svetujejo obisk seminarjev in tretji najem svetovalca, ki pride v podjetje ali neko drugo organizacijo, v kateri opremi ljudi s potrebnim znanjem.

Glede na naše izkušnje in izkušnje drugih podjetij je najboljši sistem uvajanja digitalizacije postopen in v daljšem obdobju. Digitalna transformacija mora potekati hkrati z izobraževanjem ljudi in pridobivanjem ustrezne opreme. Tu niso mišljeni samo ustrezni računalniki in strežniki, ampak tudi skenerji in druga elektronska oprema. Samo s primerno izobraženim kadrom in s sodobno opremo lahko dosežemo ugodne rezultate.

Na koncu pa velja zapisati, da nam tudi v tem primeru nič ne pomagajo najsodobnejša tehnologija, najsodobnejša oprema in najbolj izobraženi ljudje, če v podjetju, v vsaki organizaciji in v vsakem sistemu nimamo urejenih medsebojnih človeških odnosov. Če ni zaupanja in sodelovanja med zaposlenimi, tudi digitalna pretvorba ne bo prinesla pozitivnih rezultatov. Verjetno sta v digitalnem svetu zaupanje in sodelovanje med zaposlenimi še bolj pomembna kot v času »papirnega« delovanja. Popolnoma enako pa velja za odnose do strank in kupcev.

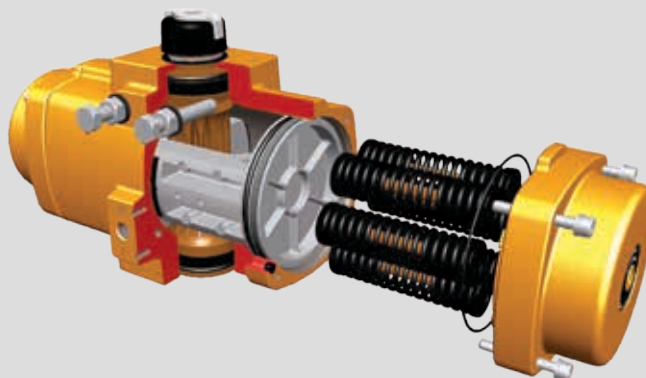
*Janez Tušek*



  
**EMERSON™**  
 Process Management



**EL Matic™**



**Field**



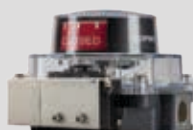
**BETTIS™**



 **BIFFI**



**FISHER**



**Dantorque**

**HYTORK**

**Shafer**

**ppt commerce**

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA  
 PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

PPT commerce, d.o.o.  
 Celovška cesta 334, 1210 Ljubljana – Šentvid  
 tel. 01/ 514 23 54, fax 01/ 514 23 55, gsm 041 639 008  
 e-mail: info@ppt-commerce.si  
[www.ppt-commerce.si](http://www.ppt-commerce.si)

DOGODKI • POROČILA • VESTI .....	158
<b>Dominika Rozoničnik</b>	
Svetovni dan meroslovja in 30 let Urada RS za meroslovje .....	160
DIGITALIZACIJA – PAMETNA TOVARNA	
<b>Aleš Ogorevc</b>	
Pri digitalizaciji je treba biti potrpežljiv in trdo delati .....	162
NOVICE • ZANIMIVOSTI .....	164
MEROSLOVJE	
<b>Mojca Požar, Dušanka Škrbič</b>	
Inšpektorji Urada RS za meroslovje ugotovili veliko neustreznih tehtnic pri manjših trgovcih .....	169
ZAZNAVANJE NAPAK	
<b>Goran Andonovski, Aljaž Stare, Igor Škrjanc</b>	
Napredne metode zaznavanja napak na osnovi podatkov pri delovanju sistema za klimatizacijo .....	172
INDUSTRIJA 4.0	
<b>Bianca-Iulia Ionescu</b>	
Human-Machine Interaction in Industry 4.0 and Beyond .....	178
HIDRAVLIČNI AKUMULATORJI	
<b>Franc Majdič</b>	
Hidravlični akumulator .....	188
IZOBRAŽEVANJE	
<b>Vesna Trančar</b>	
Zadovoljstvo in obremenjenost učiteljev v času pouka na daljavo .....	194
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Prijemalo DHPL z dolgimi gibi (FESTO) .....	200
Dviganje, vrtenje in blokiranje (ELESA+GANter) .....	201
Nivojski kazalnik olja HCK (ELESA+GANter) .....	202
Signalni stolpiči – PALATITE serije LR (MIEL) .....	203
NOVOSTI NA TRGU	
Osni reduktor DATORKER® (HIWIN) .....	204
Univerzalni “End-of-Arm” eko sistem MATCH (INOTEH) .....	205
Nova vakuumsko prijemala – piSAFE® (INOTEH) .....	206
Vakuumsko prijemalo Kenos® KSG (INOTEH) .....	207
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Stroškovno učinkovita avtomatizacija CNC obdelovalnih strojev (HENNLICH) .....	209
Kontrola kakovosti iz laboratorija v proizvodni proces (INEA) .....	210
Ročni čitalnik črtne kode visoke ločljivosti V410-H (MIEL) .....	212
Hlajenje procesne vode v industriji (OMEGA AIR) .....	214
Ročni ionizator - Serija IZG10 (SMC) .....	216
PROGRAMSKA OPREMA • SPLETNE STRANI	
Zanimivosti na spletnih straneh .....	218

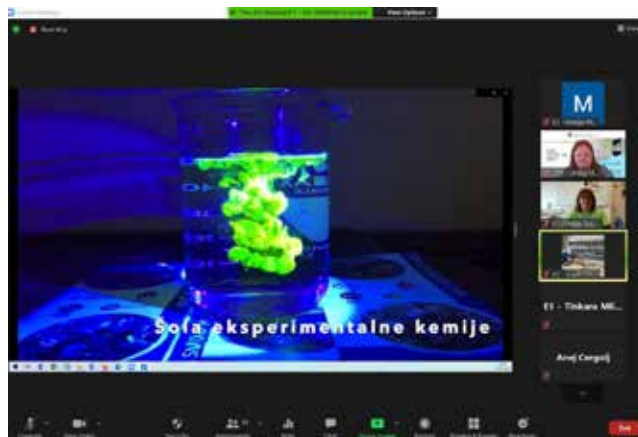
## NA DNEVU ODPRTIH VRAT IJS 2021 SO SE RAZISKOVALCI IN OBISKOVALCI DRUŽILI NA DALJAVO

Na Institutu »Jožef Stefan« je v soboto, 27. marca 2021, potekal Dan odprtih vrat Instituta »Jožef Stefan«. Letos je zaradi pandemije potekal nekoliko drugače, na daljavo. V sodelovanju z raziskovalnimi odseki in centri smo v Centru za prenos tehnologij in inovacij (CTT) pripravili deset zanimivih programov:

- ▶ Vprašanja o vesolju, življenju in sploh vsem, kjer so se predstavili Odsek za tanke plasti in površine F3, Odsek za teoretično fiziko F1 in Odsek za fiziko trdne snovi F5.
- ▶ Majhno je pomembno, kjer so se predstavili Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij F2, Center za elektronsko mikroskopijo in mikroanalizo CEMM ter Odsek za tehnologijo površin F4.
- ▶ Gradimo sodobni svet, kjer so se predstavili Odsek za raziskave sodobnih materialov K9, Odsek za odprte sisteme in mreže E5 in Odsek za biotehnologijo B3.
- ▶ Od atoma do molekule, od molekule do življenja, kjer so se predstavili Odsek za kompleksne snovi F7, Odsek za fizikalno in organsko kemijo K3 in Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti B2.
- ▶ Od Higgsovega bozona do največjih izzivov sodobne družbe, kjer so se predstavili Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev F9, Odsek za nanostrukturne materiale K7 ter Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo B1.
- ▶ Kjer se igrajo roboti in dogajajo čudeži, kjer sta se predstavila Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko E1 ter Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo K1 (Šola eksperimentalne kemije ŠEK).
- ▶ Ali smo (naj)pametnejši?, ker so se predstavili Odsek za sintezo materialov K8, Odsek za inteligentne sisteme E9 ter Odsek za sisteme in vodenje E2.
- ▶ Življenje v čipih, čipi za življenje, kjer so se predstavili Odsek za plinsko elektroniko F6, Odsek za elektronsko keramiko K5 in Odsek za komunikacijske sisteme E6.
- ▶ Stičišče naravnega in digitalnega, kjer so se predstavili Odsek za znanosti o okolju O2, Odsek za računalniške sisteme E7 in Odsek za tehnologije znanja E8.
- ▶ Jedrska tehnologija, kjer so se predstavili Izbrazevalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča ICJT, Odsek za reaktorsko fiziko F8 oz. Reaktorski infrastrukturni center RIC ter Odsek za reaktorsko tehniko R4.

V okviru teh programov so obiskovalci zvedeli marsikaj novega o vesolju, življenju in sploh vsem, svetu

v malem, na kakšen način gradimo sodoben svet, atomih in molekulah, Higgsovem bozonu, čipih in življenju, o stiku naravnega in digitalnega. V prav posebnem programu so osrednjo vlogo odigrali ro-



»Super! Dnevi odprtih vrat so res super, ker približate vsem znanost! Več takih aktivnosti, da se izobrazijo ljudstvo«

»Zelo bi pohvalila predstavitve, bile so zelo zanimive. Hvala vsem predstaviteljem in organizatorjem za izvedbo. Dobro je bilo, da smo lahko obiskovalci postavili vprašanja, na katere so raziskovalci odgovorili na razumljiv način. Kot predlog bi pa dodala, če bi mogoče lahko organizirali dan odprtih vrat v laboratorijih še pred prihodnjim letom, če bodo to seveda dopuščale razmere. Sama bi si zelo želela še v živo ogledati delo v laboratorijih, ker me to zelo zanima.«

»Všeč mi je bila robotika in eksperimenti, ki so jih naredili, še posebej tisti z slonovo zobno pasto. Všeč mi je bila tudi predstavitev od oddelka CEMM. Predstavitev o tekočem dušiku in tabletah, ki jo je imel g. Jaka je bila zelo zanimiva in poučna. Vse skupaj je lepo povezovala moderatorka ga. Urška.«

»Res odlične predstavitve in dober primer kako se lahko v 20 minutah veliko pove.«

»Super predstavitve, ponosni smo na vas!«

»Da bi bilo še več tega, tudi za otroke. Hvala!«

»Zelo nazorno in navdušujoče, hvala.«

boti in privlačni kemijski eksperimenti, obiskovalci pa so si lahko na daljavo ogledali še predstavitev jedrskega reaktorja TRIGA.

Še nekaj statistike: na *Dan odprtih vrat IJS* na daljavo je vse programe skupaj obiskalo nekaj več kot tisoč udeležencev, od tega skoraj dve tretjini žensk. Največ obiskovalcev je bilo mladostnikov, osnovnošolcev in srednješolcev, sicer pa so nas obiskali tako otroci kot upokojniki. Najmlajši obiskovalec je bil star 8 let, najstarejši pa 70 let. Največ obiskovalcev, in sicer 234, smo zabeležili v programih, ki so se začeli ob 11. uri.

Vse, ki si niste uspeli ogledati predstavitev ob Dnevu odprtih vrat IJS ali bi si jih želeli ogledati ponovno, lepo vabimo na TV IJS, kjer so objavljeni posnetki (<https://video.arnes.si/?channel=4vxqblbs3fnh>).

S prvo izvedbo Dneva odprtih vrat na daljavo smo se soočili z mnogimi novimi organizacijskimi izzivi ter pridobili nove dragocene izkušnje. Sodelavci *Centra za prenos tehnologij in inovacij* se ob tej priložnosti najlepše zahvaljujemo vsem, ki ste kakorkoli pripomogli k izvedbi Dneva odprtih vrat na Institutu »Jožef Stefan«. Udeleženci so bili nad predstavitvami navdušeni. Spodaj smo zbrali nekaj vtisov.

Urška Mrgole, univ. dipl. ekon.,  
Center za prenos tehnologij in inovacij  
na Institutu »Jožef Stefan«

# DOMEL

## Inovativne rešitve za industrijo prihodnosti

Na slovenskem trgu zastopamo podjetja Bosch Rexroth, Phytron in Stäubli.

### STÄUBLI

- Industrijski roboti



### Rexroth Bosch Group

- Servo pogoni in krmilna tehnika
- Linearna tehnika



### phytron

Extreme. Precision. Positioning.

- Koračni motorji



# SVETOVNI DAN MEROSLOVJA IN 30 LET URADA RS ZA MEROSLOVJE

Dominika Rozoničnik

Ob svetovnem Dnevu meroslovja, ki ga praznujemo 20. maja, se spominjamo podpisa Meterske konvencije, meddržavne pogodbe, ki so jo leta 1875 v Parizu podpisali predstavniki 17 držav. S tem podpisom je bil storjen pomemben korak k hitrejšemu in enotnejšemu razvoju gospodarstva, medicine, trgovine in znanosti na vsej zemeljski obli.



**Slika 1:** Pozdravni nagovor ministra za gospodarski razvoj in tehnologijo

Letošnji svetovni Dan meroslovja je nekaj posebnega, saj poleg spomina na podpis Meterske konvencije leta 1875 obeležujemo tudi 30 let meroslovja v samostojni Sloveniji. Zato so na dogodku delili svoje meroslovne izkušnje z udeleženci tudi nekateri pomembni deležniki na področju meroslovja, ki so vsak v svojem zgodovinskem času in na svojem področju meroslovja pustili pomemben pečat:

- ▶ minister za gospodarski razvoj in tehnologijo Zdravko Počivalšek,
- ▶ direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač,
- ▶ mag. Rudi Zorko, prvi direktor Urada RS za standardizacijo in meroslovje,
- ▶ Andrej Hribernik, namestnik direktorja, Libela ELSI, d. o. o.,
- ▶ mag. Matjaž Lindič, vodja dejavnosti meroslovja, SIQ Ljubljana,
- ▶ doc. dr. Mojca Milavec, strokovno-raziskovalna svetnica Oddelka za biotehnologijo in sistemsko biologijo na Nacionalnem inštitutu za biologijo,

**Mag. Dominika Rozoničnik**, univ. dipl. inž., Urad RS za meroslovje

- ▶ doc. dr. Aleksander Sadikov, predstojnik Laboratorija za umetno inteligenco, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani.

Dan meroslovja je letos nosil naslov Merjenja za zdravje, kar je bila tudi osrednja tema, ki nas tako ali drugače povezuje že celo leto in je odziv na trenutno situacijo v svetu ter hkrati tudi odgovor na potrebe družbe. Pomen in vrednosti točnih meritev na področju medicine so se žal v svoji razsežnosti pokazale šele sedaj v času epidemije ter nas opozorile, da vse razvojne dejavnosti



**Slika 2:** Simbolna slika/plakat svetovnega dneva meroslovja 2021 »Merjenja za zdravje«





**Slika 3** : Pogovor z vsemi predavatelji na dnevu meroslovja o pomenu meritev v sodobnem svetu, tudi v luči svetovne epidemije covid-19

in storitve kakovostno delujejo le, če lahko vsako meritev, vsako določitev naredimo do skrajnih mej točno in sledljivo.

Kot vidimo, so se potrebe družbe od podpisa Metrske konvencije leta 1875 pa vse do danes močno spremenile, prav tako pa tudi naše življenjsko in delovno okolje. Slovenija kljub svoji majhnosti slovi kot država z bogatim strokovnim znanjem, dobro tehnično infrastrukturo in delovnimi ter inovativnimi ljudmi tudi na področju meroslovja, ki je tako ali drugače vpleteno v vse pore našega življenja.

Velikokrat pozabljamo, kakšno moč imajo točne in kakovostne meritve v našem življenju. Žal se tega zavemo šele, ko pride do nesreč, reklamacij, izpada proizvodnje, epidemije, kot smo ji priča sedaj (covid-19), in še bi lahko naštevali. Zato naj citiramo že večkrat povedano meroslovno dejstvo, da »Nobene investicije in denarja, ki se vložijo v meritve, kakovost merilnih instrumentov, razvoj merilnih metod in usposabljanje zaposlenih, ni škoda, škoda je le kvalitete in izpada proizvodnje ali reklamacij, ki iz tega naslova izhajajo.«

Urad Republike Slovenije za meroslovje že več kot 20 let izkazuje svojo strokovnost s pridobljenimi akreditacijami laboratorijev za kalibracijo, preizkušanje, kontrolo in certificiranje meril. Svoje bogato znanje pa uspešno prenaša na številnih izobraževanjih in strokovnih srečanjih na dijake, študente, partnerje meroslovnega sistema, gospodarstvenike ter številne strokovnjake iz drugih laboratorijev in področij dela.

Zato naj za konec povzamemo zapis prof. dr. Franceta Avčina iz leta 1978, ki je v glasilu Novicam na pot zapisal: »In spet meritev, TA VIŠEK TEHNIŠKE MISLI edina lahko rešuje človeka, vsaj dokler ne pride dokončni odpoziv njegovi vrsti. Za dolgo se lahko še reši, če ji bo verjel, če jo bo ubogal in si bo z njeno pomočjo spet ekološko uravnesil svoje nevarno načeto okolje povsod po svetu.«



# 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)



CERTIFIKAT št. 006  
ISO 9001











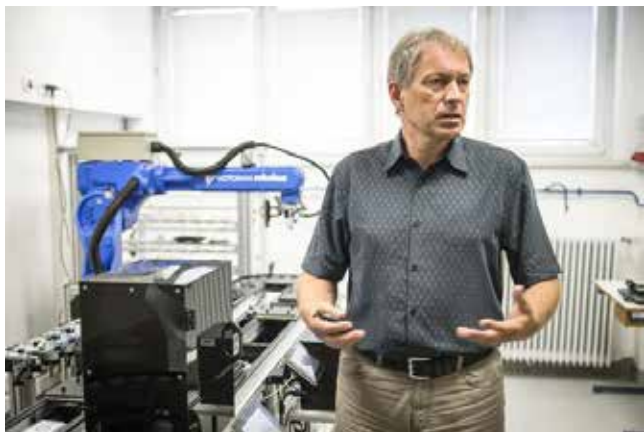
Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana  
T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E [info@jaksa.si](mailto:info@jaksa.si)

# PRI DIGITALIZACIJI JE TREBA BITI POTRPEŽLJIV IN TRDO DELATI

Vodilni in strokovnjaki v podjetju morajo res dobro poznati bistvo četrte industrijske revolucije in si ob tem natočiti čistega vina.

Aleš Ogorevc

»Podjetja se prevečkrat lotijo digitalizacije svoje proizvodnje bolj na načelni ravni, preveč parcialno in inkrementalno ter s premalo razumevanja in znanja o tehnologijah industrije 4.0, zato ni pravih rezultatov, kar lahko vodi v malodušje in opustitev resne reorganizacije podjetja v skladu s konceptom pametne tovarne in tehnologij industrije 4.0,« opozarja Niko Herakovič, vodja laboratorija LASIM in predstojnik katedre za izdelovalne tehnologije in sisteme na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani.



»Vpeljave koncepta pametne tovarne se je treba lotiti premišljeno, z ustrežno sistematiko in izdelano strategijo,« poudarja Niko Herakovič z ljubljanske strojne fakultete. (Foto: Jure Makovec)

Kot pravi, je digitalizacija zelo širok pojem. »Pri proizvodnih podjetjih je vsekakor pomembno uvajanje tehnologij industrije 4.0 in konceptov pametne tovarne, kar pomaga vzpostaviti transparentnost vseh proizvodnih in logističnih procesov, učinkovito dinamično načrtovanje in usmerjanje proizvodnje, materialnega toka, dobavne verige, potreb po delavcih, razporejanje delavcev ... S tem lahko vsako podjetje poveča učinkovitost dela in proizvodnih

**Aleš Ogorevc**, Časnik Finance, Ljubljana

Članek je bil prvotno objavljen na portalu Tovar-  
na leta Časnika Finance, (tovarna.finance.si)

procesov, začeni s povečanjem razpoložljivosti in zanesljivosti vseh procesov (proizvodnih, poslovnih, logističnih ...). Vse to vodi k povečanju produktivnosti in konkurenčnosti (dvig OEE, ...), skrajšanju pretočnih časov in s tem dobavnih rokov, zmanjšanju zalog, zmanjšanju pojava in deleža napak, moten in izmeta, k povečanju sposobnosti in zmožnosti individualizacije izdelkov, fleksibilnosti in agilnosti ter tako k večji konkurenčnosti podjetja. Ker torej lahko vsako podjetje z uvajanjem tehnologij industrije 4.0 in koncepta pametne tovarne doseže vse zgoraj naštetu, to pomeni, da lahko podjetja precej zmanjšajo porabo energije, delujejo bolj 'zeleno' in dosežejo manjši ogljični odtis,« je odgovoril na vprašanje, zakaj se morajo slovenska podjetja zavedati, da digitalizacija pomeni tudi bolj trajnostno poslovanje, zmanjša porabo energije in dosega manjši ogljični odtis.

## Potrpežljivo in trdo delati srednje- in dolgoročno

Katere so po ugotovitvah Nika Herakoviča ponavadi napačne predstave slovenskih podjetij, ko se odpravijo na pot digitalizacije? »V Sloveniji zaznavamo zelo raznoliko stanje v podjetjih glede stopnje razvoja tehnologij. Mnoga podjetja še niso uvedla niti tehnologij industrije 3.0. Zato so potrebe in zahteve različnih podjetij zelo različne, temu pa se pridružuje tudi razumevanje novih tehnologij, za katere menijo, da pripadajo industriji 4.0, čeprav so to dejansko tehnologije industrije 3.0. Podjetja imajo zato velikokrat napačne predstave o posameznih ključnih tehnologijah industrije 4.0, predvsem pa premalo znanja na tem področju. Zato se včasih digitalizacije lotevajo na napačnem koncu oziroma po napačni poti ali pa preveč parcialno. Hkrati pričakujejo takojšnje učinke, izjemne



*Strategija digitalizacije in uvajanje tehnologij industrije 4.0 morata izhajati iz podjetja samega. (Foto: Jure Makovec)*

rezultate in tako naprej, premalo pa se zavedajo, da je treba biti potrpežljiv in delati trdo srednje- in dolgoročno v skladu s strategijo, ki jo mora sprejeti podjetje. Strategija digitalizacije in uvajanje tehnologij industrije 4.0 pa morata izhajati iz podjetja samega,« je poudaril.

»Da bi lahko to naredili, morajo tako vodilni kot strokovnjaki v podjetju res dobro poznati bistvo četrte industrijske revolucije in si ob tem natočiti čistega vina, na kateri stopnji razvoja tehnologij je podjetje, ter, izhajajoč iz tega, postaviti srednjeročne in dolgoročne cilje. Pri tem jim seveda lahko pomagajo tudi zunanji strokovnjaki. Če se vodilni v podjetju lotijo digitalizacije preveč ambiciozno in s preveč pričakovanji, lahko sledita razočaranje in zastoj pri uvajanju,« je opozoril.

### Pristopiti je treba premišljeno

»Pri obiskih podjetij v našem demonstracijskem centru na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani in v pogovoru z njimi ter z demonstracijo večkrat opazimo, da so vsi obiskovalci demo centra navdušeni nad tem, kaj je možno narediti

z vrhunskimi sodobnimi tehnologijami. Vendar opažamo tudi to, da je en obisk demo centra dosti premalo, da bi vodilni in strokovnjaki iz podjetij res razumeli, kaj je digitalni dvojček proizvodnega in logističnega procesa, kaj so digitalni agenti, umetna inteligenca in tako naprej, torej, da bi dobili pravo predstavo o tem, kaj je pametna tovarna. Zato smo ugotovili, da je treba imeti številne sestanke, delavnice, začeti delati nekaj konkretnega in da šele po nekaj mesecih pride do tega, da v podjetjih rečejo: Aha, to je to, zdaj pa razumem in bolj vem, kaj potrebujem in kaj hočem!

Zato ponavljam, kar sem že večkrat povedal, da se podjetja prevečkrat lotijo digitalizacije svoje proizvodnje bolj na načelni ravni, preveč parcialno in inkrementalno ter s premalo razumevanja in znanja o tehnologijah industrije 4.0, zato ni pravih rezultatov, kar lahko vodi v malodušje in opustitev resne reorganizacije podjetja v skladu s konceptom pametne tovarne in tehnologij industrije 4.0. Predvsem se podjetja ne bi smela lotiti vpeljave koncepta pametne tovarne evforično oziroma zato, ker je to pač moderno. Pristopiti je treba premišljeno, z ustrezno sistematiko in izdelano strategijo. Predvsem je treba najprej zares razumeti, kaj je pametna tovarna, katere so tiste glavne tehnologije, s katerimi je treba začeti, poznati nekaj primerov dobrih praks in vedeti, kdo bo to zanesljivo izvedel. Torej: kateri kadri so na voljo znotraj podjetja in katere kadre je treba poiskati zunaj podjetja.

To je tudi razlog, zakaj v okviru SRIP ToP predlagamo razvoj Nacionalnega demonstracijskega centra tovarne prihodnosti, kjer bi lahko podjetja v živo spoznavala bistvo tehnologij industrije 4.0 in konkretne koncepte ter korake pri vzpostavljanju pametne tovarne. S temi kompetencami in znanjem pa bi nato strokovnjaki v lastnih podjetjih lažje razvijali in uvajali digitalizacijo proizvodnje – tudi s pomočjo ekspertov iz demonstracijskih centrov,« poudarja Niko Herakovič.

POSVET

# AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2021 - ASM '21

08. decembra 2021  
na Gospodarski zbornici Slovenije v Ljubljani

aktualne novice o posvetu so na voljo na [www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)

## ŽIROVSKI POCLAIN HYDRAULICS S SMELIMI POSLOVNIMI NAČRTI ZA LETOŠNJE LETO

V žirovskem podjetju Poclain Hydraulics so poslovno leto 2020 kljub izrednim pogojem poslovanja, ki jih je narekovala koronakriza in z njo padec gospodarske rasti, zaključili razmeroma uspešno. V minulem izjemno turbulentnem letu so tako zabeležili za 15 % nižji prihodek od načrtovanega in ustvarili za skoraj 33 milijonov evrov prometa, a se je že jeseni povpraševanje po hidravličnih ventilih in hidravličnih napravah začelo znova hitro krepiti.



*Direktor Aleš Bizjak: »V podjetju Poclain Hydraulics v Žireh proizvajamo hidravlične sestavine in sisteme za najzahtevnejše kupce in smo v svetu med najbolj prepoznavnimi na področju ventilov za hidravlične transmisije.« (Foto: Anže Petkovšek)*

Povečane potrebe pri kupcih tako za letošnje leto nakazujejo občuten dvig obsega dela ter z njim zvišanje rasti prodaje kar za četrtnino. Kljub stalnim usmeritvam k povečanju produktivnosti v razvoju in proizvodnji se v podjetju soočajo s težavami pri zaposlovanju na eni ter z daljšimi dobavnimi roki ključnih materialov in komponent na drugi strani, kar skušajo premostiti s prednaročili pri obstoječih in komplementarnih dobaviteljih. Pri pravočasnem naročanju ustreznih količin, ki temeljijo na izkuštenih ocenah in predvidevanju potreb kupcev v prihodnjih mesecih, so v procesih nabave materialov in komponent za zdaj izjemno uspešni, hkrati pa so pozorni na vse spremembe in trende pri dobaviteljih, ki bi lahko v letošnjem in prihodnjem letu okrnili njihova nenehna prizadevanja k permanentnemu prilagajanju potrebam svetovnega trga po hidravličnih napravah in ventilih.

Po mnenju direktorja Aleša Bizjaka lahko v podjetju letos upravičeno pričakujejo poslovne rezultate, ki bodo primerljivi z letom 2018 s skoraj 42 milijoni evrov realiziranega prometa, ki so ga ob ugodnih razmerah na tržišču ter širitvijo sodelovanja s ključnimi kupci zabeležili kot rekordnega: »Že

proti koncu leta 2019 smo se po visoki rasti najprej v podjetju soočili s trendi ohlajanja poslovnega cikla, kmalu zatem pa je nastopila še globalna zdravstvena kriza. Ta je ohromila tudi aktivnosti naših kupcev, kar je botrovalo številnim težavam pri prodaji, nabavi in logistiki. A že zgodaj jeseni 2020 se je povpraševanje po naših proizvodih začelo občutno povečevati, še zlasti pri programu hidravličnih ventilov, ki nam prinaša največ dodane vrednosti. Dobršen del rasti v tem segmentu zdaj dosegamo z novimi izdelki, ki jih proizvajamo za naše večje globalne kupce na področju mobilnih delovnih strojev,« poudarja Bizjak in dodaja: »Zavedamo se, da lahko na trgu uspešno konkuriramo le z izdelki vrhunske kakovosti in tako uspešno izpolnjujemo svoje pogodbene obveznosti, poleg ohranjanja obstoječih referenčnih kupcev pa kot kompetenčni center znotraj mednarodne skupine Poclain lahko edino z visoko produktivnostjo ob upoštevanju industrijskih standardov 4.0 in vitke proizvodnje pridobivamo tudi nove potencialne stranke. V tej luči že načrtujemo popolno posodobitev in razširitev linije za izdelavo ventilov za zavore. S težavami, ki jih zaznavamo letos, se soočamo zlasti na strani dobaviteljev, a jih skušamo premostiti s pravočasnim naročanjem vhodnih materialov in sestavnih delov, ki jih bomo potrebovali v naslednjih mesecih. Prav tako nas še vedno pestijo številne birokratske ovire pri zaposlovanju delavcev iz tujine, zlasti iz BIH, kar nas močno ovira pri hitrem odzivu na povečano povpraševanje ob dejstvu, da je domači kadrovski bazen z usposobljeno delovno silo žal precej izčrpan.«

S podobnimi težavami so se na globalnih in lokalnih trgih soočali tudi njihovi dobavitelji, zato so se dobavni roki za ključne materiale in sestavne dele začeli občutno podaljševati. Na nekaterih področjih se je v nabavni verigi situacija še poslabšala, kar bi lahko postal velik omejevalni dejavnik za rast podjetja, saj imajo nekateri dobavitelji kapacitete zapolnjene že do konca leta 2021. Tanja Seljak, ki v podjetju Poclain Hydraulics pokriva področje logistike, opozarja, da je njihova primarna skrb usmerjena v preskrbo blaga v pravem času in v pravi količini in da so s prilagoditvijo lastnih



*Poclain Hydraulics*

kapacitet in pravočasnimi naročili komponent za zdaj uspeli zagotoviti dobavo ventilov in zadržati vse svoje ključne kupce: »Zaradi koronakrize se soočamo z nenehnimi podražitvami in predvsem daljšimi roki dobav materialov in sestavnih delov, ki jih nujno potrebujemo. Lani marca smo bili priča začasnemu zaprtju kapacitet večjega števila dobaviteljev, nekateri pa še danes poslujejo z zmanjšano zmogljivostjo, zato materiale zagotavljamo s pospešeno vpeljavo oskrbe iz več virov in prehodom na dobavitelje z različnih geografskih območij, kar nam omogoča naša strategija delovanja na globalnem trgu. Tudi transportni časi so se zelo podaljšali, zato danes glavnino vhodnih materialov še vedno pridobivamo iz lokalnega ter evropskega območja, zlasti iz Nemčije, Italije, Francije in Združenega kraljestva, vendar pa so tudi nekateri naši dobavitelji še naprej odvisni od dobav z azijskih trgov. Na lastno pobudo smo s pravočasnim naročanjem materialov in sestavin želeli čim bolj fleksibilno odpraviti morebitne primanjkljaje za bodoča naročila ter našim kupcem zagotoviti dogovorjene roke dobave hidravličnih ventilov, ki jih uporabljajo za izdelavo mobilnih delovnih strojev na področju kmetijske, cestne in transportne mehanizacije. Gospodarska situacija, v kateri smo se znašli skupaj s svojimi kupci, nas je v zadnjem letu še dodatno povezala. S takšnim partnerskim pristopom si informacije s kupci zdaj transparentno in redno izmenjujemo, kar še bolj utrjuje naš položaj na globalnem trgu, na katerem smo kot proizvajalec hidravličnih ventilov po tržnem deležu uvrščeni na četrto mesto v svetovnem merilu.«

V podjetju še ugotavljajo, da so se lani na drugi val epidemije dobro pripravili, saj so od svojih sestrskih podjetij v mednarodni skupini Poclain prevzeli številne izkušnje s preprečevanjem morebitnega

širjenja koronavirusa v proizvodnji, kar z ustreznimi ukrepi za obvladovanje zdravstvene epidemije velja vse do danes. Po jesenskem dvigu povpraševanja je bilo v podjetju najtežje hitro zagotoviti ustrezne kadrovske kapacitete v najzahtevnejših proizvodnih procesih. Ob koncu leta so zato znova začeli zaposlovati poleg domačih še delavce iz BiH, s katerimi imajo dobre izkušnje. Kot navaja vodja enote *Ravnanje s človeškimi viri* Andrej Gazvoda, se ob zdajšnjih povečanih potrebah v podjetju soočajo z enakimi težavami kot v letu 2018: »Od dneva podpisa pogodbe s kandidatom, ki prihaja iz tujine, do njegovega dejanskega prihoda v podjetje, lahko minejo kar trije do štirje meseci. To za nas v času, ko si želimo izboljšati svojo odzivnost zaradi povečanega povpraševanja na svetovnih trgih in dosecati visoko rast v kratkem času, predstavlja kar precejšnjo oviro, saj usposobljenih kadrov na domačem trgu ni dovolj na razpolago. Ozko grlo s pomanjkanjem kadrov še pogloblja rigidna delovna zakonodaja, ki bi jo morali nujno prilagoditi novim razmeram in pogojem zaposlovanja tujih delavcev pri nas. Štipendijska politika sicer ostaja eden naših ključnih pristopov k zagotavljanju ustreznih kadrov v podjetju, a z njimi bomo morali reševati tudi upokojitve naših sodelavcev v prihodnjem srednjeročnem obdobju.«

V družbi Poclain Hydraulics, ki danes zaposluje skoraj 300 delavcev, prihajajo glavni kupci iz avtomobilske industrije, zlasti iz segmenta tovornih vozil in prikolic ter kmetijske in gradbene mehanizacije. Mednje sodijo Mercedes-Benz, Daimler, Volvo, John Deere, Caterpillar, Renault Trucks, Iveco, Class, Bobcar, Agco in številni drugi.

Miša Hrovat, agencija Maga

## FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO UL JE (IZ)VOLILA NOVEGA DEKANA

V torek, 13. aprila, so volilni upravičenci Fakultete za strojništvo volili novega dekana. Za funkcijo sta se potegovala dva kandidata, zaupanje pa je bilo s 63-odstotno podporo volivcev izkazano prof. dr. Mihaelu Sekavčniku, predstojniku Katedre za energetska strojništvo in vodji Laboratorija za termoenergetiko. Po uradnem imenovanju rektorja Univerze v Ljubljani bo prof. dr. Mihael Sekavčnik fakulteto vodil, zastopal in predstavljal v mandatnem obdobju od 1. 7. 2021 do 30. 6. 2023.



*Prof. dr. Mihael Sekavčnik*

Prof. dr. Mihael Sekavčnik deluje na Fakulteti za strojništvo že od leta 1993, njegovo fakultetno delovanje je bilo prekinjeno zgolj v času izvajanja podoktorskega projekta v Nemčiji ter med enoletnim delovanjem na razvojnih projektih v industriji (Energetika Ljubljana, TE-TOL). Od leta 2011 je vodja Laboratorija za termoenergetiko, od leta 2014 je predstojnik Katedre za energetska strojništvo. V mandatnem obdobju 2011–2013 je bil prodekan za II. in III. stopnjo, od leta 2018 je senator, od leta 2016 pa vodja Alumni kluba Fakultete za strojništvo.

V svojem programu dela izpostavlja postopno in trezno uresničevanje reform na področju pedagoškega, raziskovalnega in organizacijskega dela, ki

so bile v zadnjem času sprejete v skladu s Strategijo FS in temeljijo na doseganju vsestransko boljših rezultatov, s katerimi se bo Fakulteta za strojništvo etablirala kot vrhunska – v mednarodni prostor odprta – fakulteta, katere kadri in znanje bodo prepoznani, cenjeni in iskani v družbi doma in po svetu.

Prof. dr. Mihael Sekavčnik je najpomembnejše izzive, ki jih je potrebno izpostaviti v naslednjem mandatnem obdobju, strnil v naslednjih poudarkih:

- ▶ izvajanje Strategije FS 2019–2025 z analizo kazalnikov,
- ▶ začetek izvajanja prenovljenega študijskega programa s poudarkom na kvaliteti pedagoškega dela in dvoletnem prehodnem obdobju,
- ▶ mednarodno sodelovanje,
- ▶ digitalizacija poslovnih procesov na vseh ravneh,
- ▶ aktivnosti v povezavi z gradnjo nove FS,
- ▶ izboljševanje kvalitete pogojev za študij in kreativno raziskovalno delo študentov,
- ▶ zagotavljanje ustvarjalnega okolja za mlade asistente in raziskovalce, da bodo lahko napredovali tako strokovno kakor tudi znanstveno,
- ▶ povezovanje laboratorijev pri pedagoškem ter raziskovalnem delu,
- ▶ znanstvena odličnost,
- ▶ krepitev sodelovanja z gospodarstvom,
- ▶ medijska odmevnost in komuniciranje z javnostmi.

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



## PROF. DR. GREGOR MAJDIČ IZVOLJEN ZA REKTORJA UNIVERZE V LJUBLJANI ZA MANDATNO OBDOBJE 2021-2025

Prof. dr. Gregor Majdič je v drugem krogu prejel 54,9 odstotkov veljavnih glasov, prof. dr. Igor Papič pa 45,1 odstotek. Dr. Majdič je izvoljen za rektorja Univerze v Ljubljani za mandatno obdobje od 1. oktobra 2021 do 30. septembra 2025.



*Prof. dr. Gregor Majdič (Vir: Univerza v Ljubljani)*

Volitve so potekale na vseh 26 članicah in rektoratu Univerze v Ljubljani hkrati. Zaradi epidemioloških razmer so potekale elektronsko, z uporabo

sistema SimplyVoting. Volilno pravico je imelo 45.672 volivk in volivcev, svoj glas jih je oddalo 17 odstotkov (60,6 odstotkov v skupini visokošolski učitelji/učiteljice, znanstveni delavci/delavke, visokošolski in raziskovalni sodelavci/sodelavke; 49,4 odstotke v skupini strokovno-administrativni in tehnični delavci/delavke; 10,9 odstotkov v skupini študentke, študenti). Skupine imajo različne uteži pri seštevanju glasov, in sicer v razmerju 60/20/20.

45. rektor je bil izvoljen v drugem krogu. V prvem krogu so se za položaj potegovali štirje kandidati, in sicer prof. dr. Igor Lukšič (predlog z UL FDV), prof. dr. Gregor Majdič (predlog z UL VF), prof. dr. Igor Papič (predlog z UL FE in UL FKKT), prof. dr. Anton Ramšak (predlog z UL FMF). Ker nihče ni prejel več kot 50 odstotkov veljavnih glasov, sta se glede na število glasov v drugi krog uvrstila dr. Papič, ki je prejel 35,5 odstotkov glasov, in dr. Majdič, ki je prejel 29,7 odstotkov glasov.

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



**AX ELEKTRONIKA**

# PCB parcele



Najcenejša izdelava vašega  
prototipnega vezja v Sloveniji!



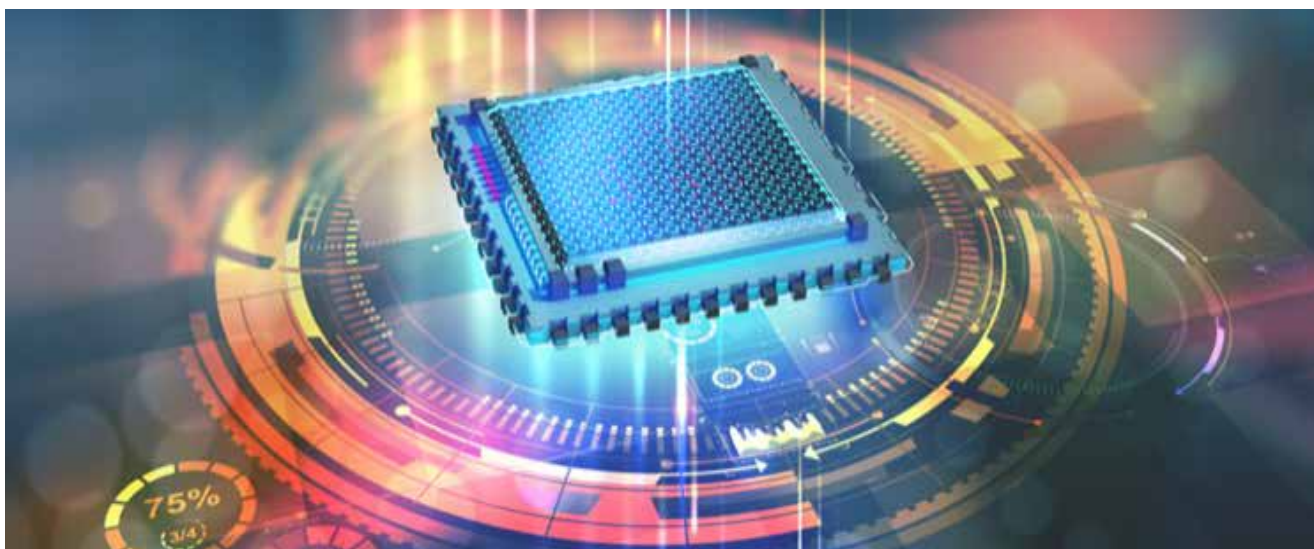




AX elektronika d.o.o  
Špruha 33  
1236 Trzin  
[www.svet-el.si](http://www.svet-el.si)  
telefon: 01 549 14 00  
e-pošta: [panel@svet-el.si](mailto:panel@svet-el.si)

## NANOTEHNOLOGIJA IN NJENA VSE VEČJA UPORABA

Nanotehnologija je hitro rastoča tehnologija, ki se lahko uporablja v številnih sektorjih svetovnega gospodarstva, med drugim v zdravstvu, kozmetiki, energetiki, elektroniki, v različnih industrijah, kmetijstvu itd. Nanotehnologija povzroča velike in hitre spremembe v vseh panogah, obenem pa izjemno privlači svetovno pozornost.



*Nanotehnologija spreminja molekularno strukturo materialov za ustvarjanje pametnih izdelkov (Foto: Iberdrola.com)*

Zaradi širokega spektra uporabe naj bi svetovni trg nanotehnologije v predvidenem obdobju 2020–2024 narasel na približno 17 % CAGR. Tako je za udeležence v industriji odlična priložnost, da izkoristijo hitro rastoči trg na podlagi komercializacije te tehnologije.

### Analiza stanja v svetu in trendi razvoja

V najnovejši študiji R & M so analitiki izvedli segmentirano raziskavo nanotehnološke industrije in razložili ključne tržne trende in razvoj, ki jasno poudarjajo področja, ki ponujajo obetavne možnosti za spodbujanje rasti. Svetovni trg nanotehnologije je v zadnjem času pokazal izjemno rast zaradi dejavnikov, kot so povečanje financiranja državnega in zasebnega sektorja za raziskave in razvoj, partnerstva in strateška zaveznitva med državami ter večje povpraševanje po manjših in zmogljivejših napravah po dostopnih cenah. (V to raziskavo Slovenija ni bila vključena!) Trenutno je zdravstvena industrija eden največjih sektorjev, kjer je nanotehnologija naredila velik preboj s svojimi aplikacijami za diagnosticiranje in zdravljenje kroničnih bolezni, kot so rak, bolezni srca itd. V tem poročilu so analitiki preučevali trenutni trg nanotehnologije po segmentih (po aplikacijah, komponentah in regijah), da bi dobili vpogled v trenutni stanje in napovedi do leta 2024. Poročilo zagotavlja poglobljeno anali-

zo vseh glavnih segmentov, pri čemer upošteva pomembna dogajanja na svetovni ravni v posameznih segmentih, ki bodo še povečala rast trga nanotehnologije. Poudarek je na avtomatizaciji, robotizaciji, mehatronskih in bioničnih aplikacijah.

Poročilo poleg tega prikazuje rezultate analiz 13 glavnih držav, kot so ZDA, Francija, Združeno kraljestvo, Nemčija, Rusija in druge, podroben pregled raziskav in razvoja, analize nanotehnoloških patentov, financiranja in predpisov na tem področju. V raziskavi in poročilu so zajeti podatki o uporabi nanotehnologije v elektroniki, energetiki, kozmetiki, medicini, obrambi, vesoljskem sektorju, različnih industrijskih sektorjih ter živilski in kmetijski panogi; razdelek o komponentah pa prikazuje ločevanje trga na nanomateriale, nanoorodja in nanonaprave. Poročilo predstavlja profile ključnih akterjev, kot so Altair, Nanophase Tech, Nanosys itd., s ključnimi finančnimi podatki, analizami moči in slabosti ter nedavnimi dejavnostmi, ki zagotavljajo celovit pogled na svetovno nanotehnološko industrijo. Poročilo na splošno vsebuje vse potrebne informacije za stranke, ki želijo tvegati, in jim olajša oblikovanje shem, ko se odločajo za naložbo ali partnerstvo v tej panogi. Slovenija po dostopnih podatkih v teh procesih še ne sodeluje.

Janez Škrlec, inž. meh.  
Uredništvo revije Ventil



# INŠPEKTORJI URADA RS ZA MEROSLOVJE UGOTOVILI VELIKO NEUSTREZNIH TEHTNIC PRI MANJŠIH TRGOVCIH

Mojca Požar, Dušanka Škrbić

Uporaba neavtomatskih tehtnic za določitev cene prodajanega blaga je zelo razširjena. Ocenjujemo, da se za ta namen v Sloveniji uporablja preko 23.000 tehtnic. Gre za tehtnice, ki se vsakodnevno uporabljajo za določitev cene oziroma pri obračunu prodajanih živilskih izdelkov v trgovinah, na tržnicah in premičnih stojnicah, blaga v tehničnih in kmetijsko-vrtnarskih trgovinah, pisemskih pošiljk na poštah, prtljage na letališčih, živil v kuhinjah, kjer se opravlja gostinska dejavnost, in podobno.



**Slika 1** : Zakonsko merilo – neavtomatska tehtnica, ki se uporablja za določitev cene prodajnega blaga na podlagi mase

Tehtnice, ki se uporabljajo na teh področjih, morajo izpolnjevati zahteve Pravilnika o meroslovnih zahtevah za neavtomatske tehtnice. To pomeni, da morajo biti redno kontrolirane oziroma overjene v skladu s pravilnikom. Predpisan rok za ponovno overitev tovrstnih neavtomatskih tehtnic je dve leti. S tem so praviloma zagotovljena poštena merjenja, tako da potrošnik dobi tisto količino blaga, ki jo tudi plača.

Meroslovni nadzor nad tehtnicami in ostalimi merilnimi instrumenti, ki so regulirani z Zakonom o meroslovju in na njegovi osnovi izdanimi predpisi, izvajamo inšpektorji Urada RS za meroslovje.

**Mag. Mojca Požar**, univ. dipl. inž., **Dušanka Škrbić**, univ. dipl. inž., obe Urad RS za meroslovje

Zaradi kratke overitvene periode in številčnosti ter pomembnosti tehtnic za potrošnike se meroslovni nadzor tehtnic v uporabi v znatnem obsegu izvaja vsako leto. Upošteva omejitve, ki nam jih je v letu 2020 prinesla pandemija COVID-19 in s tem tudi drugačen način življenja ter večja uporaba tehtnic pri izvajanju trgovskih, poštnih in drugih dejavnosti, je bilo to področje tokrat še bolj nadzorovano, saj je predstavljalo kar 56-odstotkov vseh nadzorov na področju merilnih instrumentov v javni rabi.

Tako smo pri zavezancih, ki uporabljajo neavtomatske tehtnice pri določitvi cene prodajanega blaga, izvedli kar 323 nadzorov in pri tem pregledali skoraj 600 tehtnic.

Največ oziroma 157 ali 49 % vseh nadzorov tehtnic je bilo v živilskih trgovinah, kjer prodajajo sadje in zelenjavo, delikatesne izdelke, meso, ribe in pekavske izdelke. Pri izbiri teh zavezancev je bil večji poudarek na manjših trgovinah, ki predstavljajo večje tveganje za meroslovno neustreznost kot trgovine v večjih trgovskih skupinah, ki imajo overitev tehtnic sistemsko urejeno (Mercator, Hofer, Lidl, Spar ...).

Po masi se prodaja tudi različno neživilsko blago v tehničnih in kmetijskih trgovinah (drobni kovinski izdelki, folije in podobno). V teh neživilskih trgovinah je bilo izvedenih 42 ali 13 % vseh nadzorov.

Na registriranih tržnicah je bilo izvedenih 48 nadzorov. Sem smo šteli tudi kmečke stojnice v trgovskih centrih, kjer kmetije prodajajo svoje lastne pridelke in proizvode.

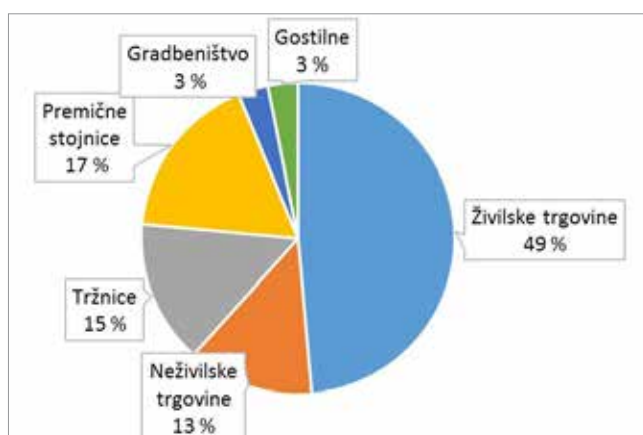
Kar 56 nadzorov je bilo izvedenih na premičnih stojnicah s sadjem in zelenjavo ob cestah, parkiriščih in

podobnih za prodajo neregistriranih mestih, kjer je večji pretok potencialnih kupcev.

V gostinstvu smo skupno izvedli 15 nadzorov, od tega je bila zahtevana overjena tehtnica pri 10 zavezancih. Gostinec mora imeti overjeno tehtnico, če ima na ceniku navedeno ceno posameznega živila po masi; običajno je tako določena cena solati, surovim ribam in mesu.

Prav tako je bilo izvedenih 10 nadzorov v gradbenih podjetjih, kjer tehtnice uporabljajo za tehtanje peska, kovin, betona in podobno.

Porazdelitev nadzora po različnih področjih uporabe trgovskih tehtnic je nazorno prikazana v *grafu 1*.



**Graf 1 :** Porazdelitev nadzora nad tehtnicami po področjih uporabe

Nadzorovali smo predvsem ustreznost overitve tehtnic. Poleg vizualnega pregleda smo v 56 primerih preverjali tudi njihovo točnost: v kontrolnem preskusu smo ugotavljali, ali so tehtnice še vedno znotraj dovoljenih pogreškov oziroma predpisane točnosti. Preskušali smo predvsem tehtnice v manjših živilskih trgovinah (mesnicah, prodajalnah s sadjem in zelenjavo ter delikatesah). Pri kontrolnih pregledih netočnega kazanja nismo ugotovili.

Nepravilnosti pri teh tehtnicah smo ugotovili v 144 nadzorih, kar predstavlja 45 %. Za ugotovljene nepravilnosti smo izdali 100 prepovednih odločb in 20 plačilnih nalogov ter izrekli 44 inšpekcijskih ali prekrškovnih opozoril. Nepravilnosti so predstavljale predvsem tehtnice s pretečenim rokom overitve ter tehtnice, ki sploh niso overljive, ker nimajo izvedenih začetnih postopkov ugotavljanja skladnosti z meroslovnimi predpisi (npr. odobritve tipa in prve overitve).

Največ nepravilnosti je bilo na premičnih stojnicah, kjer je bila večina tehtnic oziroma 93 % nadzorov neskladna s predpisi in s tem neprimerna za javno uporabo. Problematična so bila predvsem tri podjetja, ki so prodajo izvajala z neoverljivimi tehtnicami na raz-

ličnih lokacijah. Te tehtnice so bile na videz pogosto podobne overljivim trgovskim tehtnicam in so imele celo funkcijo izračuna cene, v nekaterih primerih pa so bile v uporabi kar kuhinjske tehtnice za domačo uporabo. Kljub intenzivnemu delovanju inšpektorjev Urada RS za meroslovje v okviru zakonskih možnosti so podjetja, ki so uporabljala te tehtnice, na različne načine oteževala učinkovito ukrepanje inšpektorjev ter kršitve zavestno ponavljala tako, da so po inšpekcijskem nadzoru meroslovno neustrezne tehtnice nadomestila z drugimi prav tako neustreznimi in ceneniimi tehtnicami. Prodajalci so bili v velikem številu primerov študentje. Podjetja, ki jim je bila izrečena globa, pa te najpogosteje niso plačala, saj so v svoji iznajdljivosti uporabila najrazličnejše metode, da kazni ni bilo mogoče izterjati. Ob koncu prodajne sezone so inšpektorji kljub vsemu dosegli, da sta dve podjetji kupili overjene tehtnice oziroma prenehali izdelke prodajati po masi, eno podjetje pa je prenehalo s tovrstno prodajo.



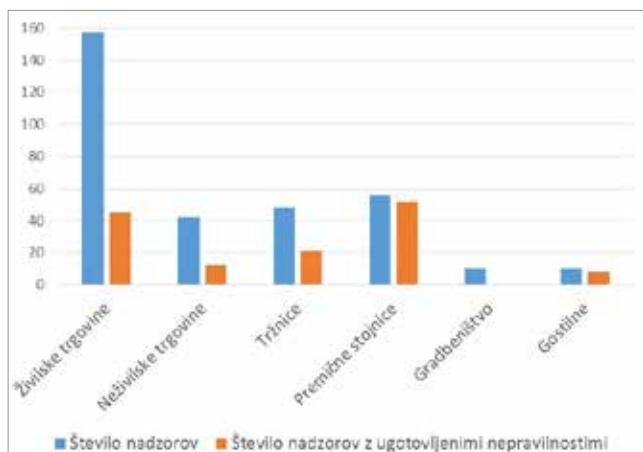
**Slika 2 :** Primeri neustreznih tehtnic

Na tržnicah smo inšpekcijske ukrepe izrekli v 21 nadzorih, kar je predstavljalo 44-odstotni delež zapisniško vodenih nadzorov. Dejansko je bilo stanje na tržnicah bolj urejeno, saj na posameznih večjih tržnicah zaradi večje učinkovitosti inšpekcijskega dela nismo popisali zavezancev, ki so imeli stanje urejeno.

V trgovinah, tako živilskih kot neživilskih, so uporabljali neustrezne tehtnice – večinoma s pretečnim rokom veljavnosti overitve – pri 29 % izvedenih nadzorov. Večina ugotovljenih nepravilnosti je bilo v manjših prodajalnah.

Od desetih gostiln, v katerih je bila zahtevana overjena tehtnica, je bila v osmih primerih neoverjena ali pa neoverljiva tehtnica.

V gradbeništvu je bilo vseh deset pregledanih tehtnic ustrezno overjenih.



Graf 2 : Rezultati nadzora nad tehtnicami

Glede na pomen meritev in rezultate tega nadzora bomo inšpektorji Urada RS za meroslovje nadaljevali z nadzorom tehtnic predvsem v manjših trgovinah, na tržnicah, zlasti pa na premičnih stojnicah. Pri slednjih bo potrebno pravočasno sistematično ukrepanje zoper podjetja, ki v želji po hitrem zaslužku ignorirajo predpise. S tem predstavljajo ne- lojalno konkurenco urejenim trgovcem, hkrati pa oškodujejo potrošnike, ker plačana količina blaga pogosto ne ustreza dejanskemu stanju.

Kupec je tudi za neodgovorne trgovce kralj, zato je meroslovno osveščen potrošnik ključen pri tem, da se trgovec zave potrebe po uporabi ustrezne tehtnice.

Zato bodite tudi potrošniki pozorni na overitvene oznake, ki so nameščene na tehtnici. Pri novih tehtnicah je to oznaka EU-overitve, kot jo prikazuje slika 3, pri tehtnicah, ki se jim je 2-letna veljavnost prve overitve že iztekla, pa mora biti nameščena okrogla zelena overitvena nalepka, ki ima označen mesec in leto veljavnosti; oznake te overitve ter primer z razlago njene veljavnosti prikazuje slika 4.



Slika 3 : Oznaka prve EU-overitve

Oznaka prve overitve ima ob črki M označeni zadnji dve številki letnice izvedene overitve. Prikazana oznaka ima označeno leto 2020; ker je rok redne overitve dve leti, ima tehtnica s tako oznako veljavno overitev do vključno 31. 12. 2022.



Slika 4 : Oznaka redne overitve

Overitvena nalepka ima v notranjem kolobarju označen (preluknjan) mesec, v zunanem kolobarju pa desetletje in leto veljavnosti overitve. Prikazana nalepka ima označen šesti (6) mesec ter leto 2022, zato ima veljavno overitev do vključno 30. 6. 2022.

Če je ta »pregled« oznak potrošnikovemu očesu prezahteven (presoja veljavnosti oznake zahteva dober vid in nekaj večšine), bo veliko naredil že s tem, da trgovca povpraša, kako se vidi, da je tehtnica meroslovno preverjena.

Že Galileo Galilei je rekel: »Štejte, kar se da šteti, merite, kar se da meriti in kar se ne da meriti, naredite merljivo.« V tej luči zagotavljanja varstva potrošnikov in lojalne konkurence med dobavitelji deluje tudi meroslovni nadzor v Republiki Sloveniji. To bo naše poslanstvo tudi v bodoče, zato vse, ki opazite nepravilnosti na trgu ali imate kakšna vprašanja, pozivamo, da nas kontaktirate po e-pošti: [gp.mirs@gov.si](mailto:gp.mirs@gov.si) ali telefonu: 03 428 07 50.

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

5.-7.10.2021  
GR, Ljubljana

powered by **icm**  
[www.icm.si](http://www.icm.si)

# NAPREDNE METODE ZAZNAVANJA NAPAK NA OSNOVI PODATKOV PRI DELOVANJU SISTEMA ZA KLIMATIZACIJO

Goran Andonovski, Aljaž Stare, Igor Škrjanc

## Izveček:

Pravočasno zaznavanje napak na industrijskih procesih je ključnega pomena za pravilno in optimalno delovanje celotnega sistema. Napake so lahko različnega tipa in različne narave ter se lahko pojavljajo na različnih sestavnih komponentah sistema. V tem članku je predstavljeno zaznavanje napak na klimatskih sistemih s pomočjo dveh naprednih metod na osnovi toka podatkov, in sicer z analizo glavnih komponent (PCA) in s samorazvijajočo se metodo na osnovi mehkega modela. Samorazvijajoča se metoda v sprotnem načinu zgradi različne podmodele oziroma detektorje napak za posamezno napako. Nato lahko s pomočjo teh podmodelov zaznavamo in identificiramo (izoliramo) napako. Metodi smo testirali na realnih podatkih, pridobljenih iz realnega klimatskega sistema. Prednost naprednih metod je ta, da lahko napako zaznamo, še preden ta vpliva na delovanje celotnega sistema.

## Ključne besede:

zaznavanje napak, PCA, samorazvijajoči se mehki model, klimatski sistem

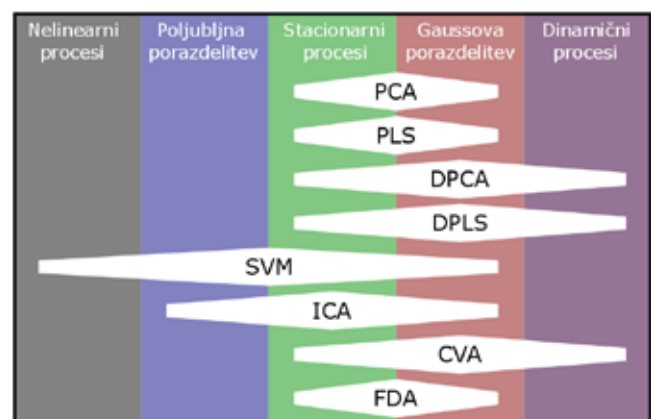
## 1 Uvod

Sodobni industrijski obrati so zelo kompleksni in sestavljeni iz različnih dinamičnih podprocesov. Pogosto obratujejo v različnih obratovalnih pogojih in pod spremenljivimi zunanji vplivi. Ne glede na to, ali gre za zelo velike in kompleksne sisteme ali pa za majhne in enostavne, so zahteve v industriji za varnejše in zanesljivejše delovanje vedno večje. Pri tem imajo pomembno vlogo metode spremljanja procesov oziroma metode zaznavanja napak. Klasične metode spremljanja procesov temeljijo le na spremljanju posameznih (merljivih) spremenljivk, če so znotraj predhodno opredeljenih meja (metoda limitnih vrednosti). Vendar spremljanje procesov lahko znatno izboljšamo, če upoštevamo več merjenih spremenljivk, ki so nam na voljo, in sicer v kombinaciji z naprednimi in inteligentnimi metodami.

Na področje zaznavanja napak spadajo metode, ki lahko odkrijejo, če se je pojavila napaka v sistemu, in določajo čas, v katerem se je napaka pojavila. Metode zaznavanja napak lahko razdelimo v tri večje skupine:

1. metode na podlagi matematičnih modelov procesa [1, 2],
2. statistične metode [3-5] ter
3. metode na podlagi podatkov [6-8].

V prvo skupino spadajo metode, ki temeljijo na matematičnem modelu in zahtevajo osnovno znanje o fizikalnem ozadju procesa. Slabost teh metod je ta, da ne upoštevajo vpliva motenj, lezenja parametrov in uporabljajo le a priori znanje o napakah. Druga skupina metod temelji na statističnih analizah podatkov procesa [3]. Te metode uporabljajo shranjene podatke za pridobitev znanja o



Slika 1 : Prikaz nekaterih uveljavljenih statističnih metod in področje njihovega delovanja

**Dr. Goran Andonovski**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko; **dr. Aljaž Stare**, univ. dipl. inž., Metronik, d. o. o., Ljubljana; **prof. dr. Igor Škrjanc**, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

procesu, ko je ta v normalnem delovanju oziroma ko se pojavi napaka. Najosnovnejše metode so: analiza glavnih komponent [9, 10], metoda delnih najmanjših kvadratov [11], metoda neodvisnih komponent [5] itn. Nekaj teh statističnih metod je prikazanih na *sliki 1*. Opazimo, da so te metode v glavnem namenjene za stacionarne procese z normalno porazdelitvijo.

V tretjo skupino spadajo metode, ki uporabljajo tok podatkov v kombinaciji s statističnimi orodji za sprotno analizo podatkov. Mi se bomo še natančneje posvetili metodam s samorazvijajočo se strukturo in adaptivnimi parametri. Te metode so primerne za nelinearne in za dinamične sisteme. Metoda za zaznavanje napak na podlagi samorazvijajočega se deljenja prostora na Gaussove roje je predstavljena v [6]. V [7] je predstavljena metoda za zaznavanje napak, ki temelji na načelu TEDA (ang. *typicality and eccentricity data analytics*) [8].

V tem prispevku bomo najprej predstavili obravnavani klimatski sistem in potencialne napake, ki se lahko pojavijo v sistemu tako na izvršnih členih kot tudi na senzorjih. V eksperimentalnem delu prispevka smo primerjali dve metodi zaznavanja napak. Prva metoda, ki spada v skupino statističnih metod, je metoda glavnih komponent (PCA). Metoda je uporabna, ko imamo opravka z večdimenzionalnimi podatki, saj omogoča predstavitev podatkov z manjšim številom spremenljivk. Druga metoda uporablja statistične in dinamične informacije o procesu, ki jih pridobi s sprotnim učenjem na osnovi toka podatkov (ang. *data stream*) v kombinaciji z mehanizmom samorazvijanja. To nam omogoča bolj fleksibilno prilagajanje parametrov metode in na ta način lahko zajamemo nestacionarne in dinamične procese.

## 2 Klimatski sistemi - HVAC

Klimatski sistemi za pripravo zraka (ang. *Heating, Ventilation and Air Conditioning*, HVAC) so del skoraj vsakega industrijskega objekta. Tipični ele-

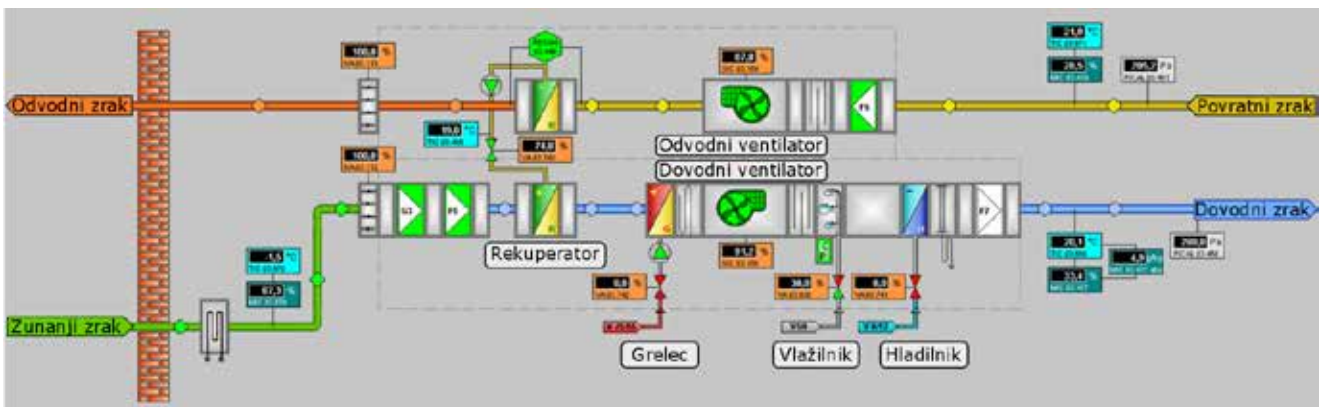
menti sistema za pripravo zraka so ventilatorji, cevi, ventili, grelni in hladilni elementi ter mešalniki zraka. Shema tipičnega klimatskega sistema HVAC je predstavljena na *sliki 2*. Za podani sistem smo pridobili merjene podatke v obdobju sedmih mesecev (junij 2016–december 2016). Pridobljene podatke smo uporabili za nastavljanje in optimizacijo detektorjev napak.

### 2.1 Možne napake na sistemu HVAC

V tem podpoglavju so predstavljene tipične napake, ki se lahko pojavijo na klimatskem sistemu. Za potrebe testiranja v poglavju 3 so generirani testni podatki (simulacijski teki), kjer se v različnih časovnih intervalih pojavljajo različne napake v delovanju sistema, ki naj jih detektorji uspešno zaznavajo in prepoznajajo. Predvidene in možne so napake na različnih signalih, kot jih prikazuje *tabela 1*.

*Tabela 1 : Seznam signalov na sistemu HVAC*

	Opis signala
AKTUATORJI	Ventil rekuperatorja
	Ventil grelca
	Ventil vlažilca
	Ventil hladilnika
	Dovodni ventilator
	Odvodni ventilator
	Lopute dovodnega zraka Lopute odvodnega zraka
SENZORJI	Temperatura dovodnega zraka
	Temperatura odvodnega zraka
	Temperatura povratnega zraka
	Temperatura rekuperacije
	Temperatura grelnega medija
	Temperatura hladilnega medija
	Vlažnost dovodnega zraka
	Vlažnost odvodnega zraka
	Vlažnost povratnega zraka
	Tlak/pretok dovodnega zraka
	Tlak/pretok odvodnega zraka
	Temperatura dovodnega zraka



*Slika 2 : Shema realnega sistema HVAC*

Predvidimo tudi več vrst napak na zgoraj navedenih signalih, in sicer:

- ▶ zakasnitev signala,
- ▶ premik signala po amplitudi,
- ▶ izpad komunikacije ter
- ▶ odpoved elementa.

## 3 Zaznavanje napak na sistemu HVAC

V tem poglavju bo opisan postopek zaznavanja napak z dvema metodama: PCA in metodo na osnovi oblakov z mehanizmom samorazvijanja. Obe metodi potrebujeata dve množici podatkov za vsako napako. Prednost druge metode je ta, da se nauči v sprotnem načinu (ang. *one-pass algorithm*) ter lahko zazna novo stanje, ki ga nismo predvideli. Za izgradnjo in testiranje detektorjev napak potrebuje mo množico učnih in testnih podatkov.

### 3.1 Metoda glavnih komponent - PCA

Za gradnjo detektorjev različnih napak smo preizkusili analizo glavnih komponent. Metoda PCA (ang. *Principal component analysis*) poišče linearna razmerja med spremenljivkami ter omogoči preslikavo osnovnih podatkov v prostor glavnih komponent, katerega osi so med seboj ortogonalne. Drugače povedano: metoda PCA definira transformacijsko matriko  $\mathbf{P}$ , ki preslika vhodne podatke  $\mathbf{X}$  v matriko zadetkov  $\mathbf{T}$  [12]. Pravzaprav gre za transformacijo (rotacijo) osi koordinatnega sistema v nov ortogonalni sistem, ki rezultira v največjo kovarianco podatkov glede na novo izbrane osi. To lahko opišemo z enačbo:

$$\mathbf{T} = \mathbf{X}\mathbf{P} \quad (1)$$

Matrika glavnih vektorjev  $\mathbf{P}$  predstavlja statistični model procesa in nima realnega ozadja, saj je sestavljen iz psevdospremenljivk. Lahko sestavimo delno matriko (model) glavnih lastnih vektorjev  $\mathbf{P}_s$ , tako da vzamemo le stolpce matrike  $\mathbf{P}$ , ki nosijo večino variance oziroma informacije vhodne matrike  $\mathbf{X}$ . Na ta način dobimo aproksimirano matriko podatkov:

$$\mathbf{T}_s = \mathbf{X}\mathbf{P}_s \quad (2)$$

$$\mathbf{X}_s = \mathbf{T}_s\mathbf{P}_s^T \quad (3)$$

Z zanemaritvijo nekaj komponent smo izgubili del informacije o osnovnih meritvah. To lahko zapišemo z matriko ostankov (residualov)  $\mathbf{E}_x$ , ki jo imenujemo tudi prostor šuma. Sedaj lahko matriko podatkov zapišemo z naslednjo enačbo:

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}_s + \mathbf{E}_x = \mathbf{T}_s\mathbf{P}_s^T + \mathbf{E}_x \quad (4)$$

Matriko šuma (residualov) bomo kasneje uporabili za zaznavanje napak. V [12] je metoda PCA predstavljena bolj podrobno.

### 3.2 Samorazvijajoča se metoda

Metoda za zaznavanje napak, ki bo razložena v nadaljevanju, je zasnovana na osnovi samorazvijajočega se mehkega modela AnYa, ki temelji na izračunu lokalnih gostot (ang. *local density*). Model AnYa je sestavljen iz mehkih pravil:

$$\mathfrak{R}^i: \text{IF } (\mathbf{x}_k \sim X^i) \text{ THEN } \mathbf{x}_k \in \text{Class}^i \quad (5)$$

kjer je  $\mathbf{x}_k = [\mathbf{x}_k(1), \mathbf{x}_k(2), \dots, \mathbf{x}_k(m)]$   $m$ -dimenzionalni vhodni vektor. Operator  $\sim$  je izražen kot mera pripadnosti trenutnega vzorca  $\mathbf{x}_k$  k obstoječim oblakom  $X^i$ . Mera pripadnosti predstavlja lokalna gostota vzorca in se izračuna z naslednjo enačbo:

$$\gamma_k^i = \frac{1+T^i}{1+(\mathbf{x}_k - \mu_{M^i}^i)^T(\mathbf{x}_k - \mu_{M^i}^i) + T^i}, i = 1, \dots, c \quad (6)$$

kjer je  $\mu_{M^i}^i$  srednja vrednost  $i$ -tega oblaka.  $T^i$  je skalar in se izračuna z naslednjo enačbo:

$$T^i = \frac{M^i - 1}{M^i} \text{trace}(\mathbf{A}^i \boldsymbol{\Sigma}_{M^i}^i). \quad (7)$$

V enačbi (7) je potrebno izračunati še kovariančno matriko podatkov  $\boldsymbol{\Sigma}$ . V [13] so avtorji predlagali rekurziven način izračuna kovariančne matrike z naslednjim algoritmom:

$$M^i \leftarrow M^i + 1 \quad (8)$$

$$\mu_{M^i}^i \leftarrow \frac{M^i - 1}{M^i} \mu_{M^i}^i + \frac{1}{M^i} \mathbf{x}_k \quad (9)$$

$$\mathbf{S}_{M^i}^i \leftarrow \mathbf{S}_{M^i - 1}^i + (\mathbf{x}_k - \mu_{M^i - 1}^i)(\mathbf{x}_k - \mu_{M^i}^i)^T \quad (10)$$

$$\boldsymbol{\Sigma}_{M^i}^i \leftarrow \frac{M^i - 1}{M^i} \mathbf{S}_{M^i}^i \quad (11)$$

kjer so začetna stanja  $M^i = 0$ ,  $\mu_0^i = \mathbf{x}_1$  in  $\mathbf{S}_0^i = \mathbf{0}$ . V [14] je predstavljen podroben opis metode in način, kako jo uporabimo v praksi.

### 3.3 Zaznavanje napak

Za gradnjo detektorja napak pri obeh metodah smo izbrali pristop, pri katerem se v koraku učenja detektorju podasta dve množici podatkov. Prva množica predstavlja delovanje sistema HVAC brez napak, druga množica podatkov pa predstavlja obdobje, ko je prisotna napaka, ki jo želimo zaznati. V fazi vrednotenja imamo eno množico podatkov, ki vsebuje področje normalnega delovanja kot tudi področje z napako.

#### 3.3.1 Faza učenja

V fazi učenja zgradimo detektor napake z uporabo dveh naborov podatkov. Z metodo PCA določimo transformacijsko matriko  $\mathbf{P}$  za oba nabora

podatkov. Potem sledi izbor glavnih komponent, v katerem izbrane komponente predstavljajo 95 % skupne variance (podrobno je opisano v [12]). V primeru samorazvijajočega se modela pa na osnovi obeh naborov podatkov zaznamo oblake, ki predstavljajo normalno delovanje procesa, in oblake, ki predstavljajo napako.

### 3.3.2 Faza vrednotenja

V fazi ovrednotenja, kot smo že omenili zgoraj, potrebujemo eno množico podatkov, ki vsebuje področje normalnega delovanja in prisotnost napake.

V primeru samorazvijajočega se modela na osnovi oblakov za vsak podatek  $x_k$  iz testnega seta podatkov izračunamo maksimalno gostoto oblakov brez napake in z napako. Z naslednjo funkcijo, ki je pravzaprav del posledičnega dela enačbe (2.4), lahko vsak podatek razvrstimo kot normalno delovanje ali napako:

$$Napaka = \begin{cases} 1, & \max_i \gamma_k^i(X_{F=0}^i) < \max_i \gamma_k^i(X_{F=1}^i) \\ 0, & \text{sicer} \end{cases} \quad (12)$$

kjer 1 pomeni, da smo odkrili napako, medtem ko 0 pomeni normalno obratovanje sistema.

Ovrednotenje obeh metod je bilo izvedeno s pomočjo matrike zamenjav kot ocena robustnosti metode:

$$ACC = \frac{TP+TN}{total\ samples} \times 100 [\%] \quad (13)$$

kjer je  $TP$  število pravilno zaznanih vzorcev in  $TN$  število napačno zaznanih vzorcev.

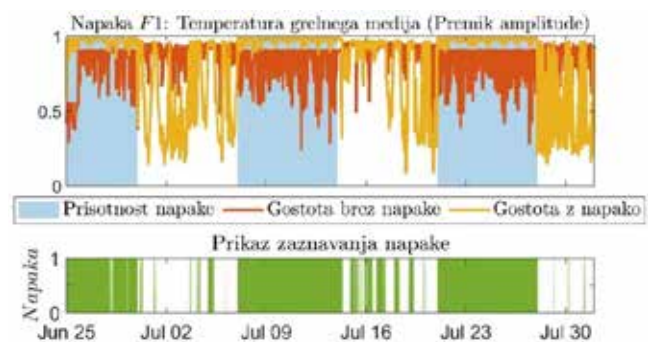
## 4 Rezultati

V eksperimentalnem delu smo izbrali tri različne napake, ki se lahko pojavijo na sistemu HVAC, kot je prikazano v tabeli 2. Za vsako napako smo s pomočjo simulatorja generirali učne in testne množice podatkov.

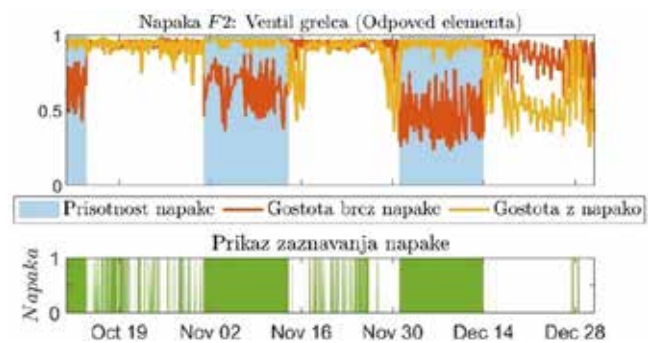
Na slikah 3, 4 in 5 so prikazani rezultati zaznavanja napak (testna množica podatkov) s pomočjo samorazvijajočega se modela na osnovi oblakov. Na teh slikah je najprej predstavljena primerjava med maksimalno gostoto oblakov brez napake in ma-

Tabela 2 : Seznam testiranih napak

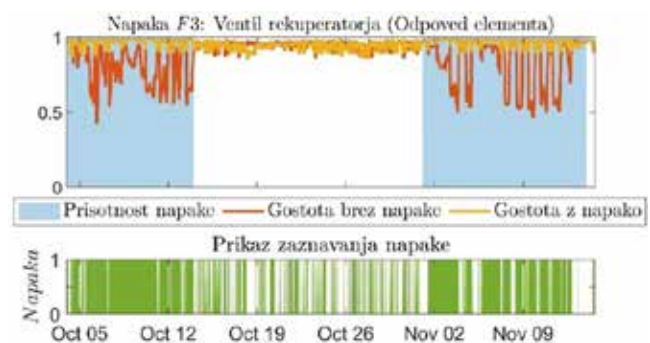
	Opis napake	Tip napake
F1	Temperatura grelnega medija	Premik amplitude
F2	Ventil grelca	Odpoved elementa
F3	Ventil rekuperatorja	Odpoved elementa



Slika 3 : Rezultati zaznavanja napake F1



Slika 4 : Rezultati zaznavanja napake F2



Slika 5 : Rezultati zaznavanja napake F3

ksimalno gostoto oblakov z napako. Nato z enačbo (12) določimo, ali je trenutni vzorec napaka ali normalno obratovanje. To prikazuje drugi graf na slikah.

V tabeli 3 so prikazani rezultati uspešnosti zaznavanja napak za obe metodi, kjer je eCB okrajšava za metodo na osnovi oblakov. Iz tabele 3 je razvidno, da samorazvijajoči se model dosega boljše rezultate in je primeren za uporabo na realnem sistemu.

Tabela 3 : Prikaz uspešnosti zaznavanja napak (ACC [%])

	F1	F2	F3
PCA	86.59	75.35	67.90
eCB	<b>89.03</b>	<b>75.76</b>	<b>69.04</b>

## 5 Zaključek

V tem delu smo predstavili možne napake, ki se lahko pojavijo na klimatskih sistemih, in dve različni metodi za zaznavanje teh napak. Prva metoda, metoda glavnih komponent, temelji na statistični analizi podatkov in transformaciji (preslikavi) prostora podatkov v prostor glavnih komponent. Druga metoda s sprotnim učenjem na osnovi podatkov pridobiva novo znanje o procesu in razdeli prostor na oblake podatkov. Obe metodi smo testirali na treh različnih napakah, ki se lahko pojavijo na sistemu HVAC. Na osnovi dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da obe metodi dajeta približno podobne rezultate. Prednost druge metode je ta, da lahko v sprotnem načinu odkrije novo področje delovanje procesa in na ta način lahko dodamo novo znanje o samem procesu.

## Viri

- [1] Frank, P. M. (1990). Fault diagnosis in dynamic systems using analytical knowledge-based redundancy – A survey and some new results. *Automatica*, 26(3), 459–474.
- [2] Klančar, G., Juričić, Đ., & Karba, R. (2002). Robust fault detection based on compensation of the modelling error. *International Journal of Systems Science*, 33(2), 97–105.
- [3] Qin, S. J. (2003). Statistical process monitoring: basics and beyond. *Journal of Chemometrics*, 17(8–9), 480–502.
- [4] Klančar, G., & Škrjanc, I. (2002). Metoda glavnih komponent pri odkrivanju in izolaciji napak: primer hidravličnega procesa in procesa fermentacije. *Elektrotehniški Vestnik*, 69(5), 311–316.
- [5] Zhang, Y., & Qin, S. J. (2008). Improved Non-linear Fault Detection Technique and Statistical Analysis. *AIChE Journal, Process Systems Engineering*, 54(12), 3207–3220.
- [6] Lemos, A., Caminhas, W., & Gomide, F. (2013). Adaptive fault detection and diagnosis using an evolving fuzzy classifier. *Information Sciences*, 220, 64–85.
- [7] Bezerra, C. G., Costa, B. S. J., Guedes, L. A., & Angelov, P. P. (2016). An evolving approach to unsupervised and Real-Time fault detection in industrial processes. *Expert Systems with Applications*, 63, 134–144.
- [8] Angelov, P. (2014). Anomaly Detection Based on eccentricity analysis. *IEEE Symposium on Evolving and Autonomous Learning Systems (EALS)*, 1–8.
- [9] Li, W., Yue, H., Valle-Cervantes, S., & Qin, S. J. (2000). Recursive PCA for adaptive process monitoring. *Journal of Process Control*, 10, 471–486.
- [10] Klančar, G. (2000). Fault Detection and Isolation by means of Principal Component Analysis. *Cybernetics & Informatics Eurodays: Young Generation Viewpoint : PhD Workshop*, 1–6.
- [11] Li, G., Qin, S. J., & Zhou, D. (2010). Geometric properties of partial least squares for process monitoring. *Automatica*, 46(1), 204–210.
- [12] Stržinar, Ž. (2017). Modeliranje in zaznavanje napak v klimatskih sistemih. Doktorska disertacija. University of Ljubljana.
- [13] Blažič, S., Angelov, P., & Škrjanc, I. (2015). Comparison of Approaches for Identification of All-data Cloud-based Evolving Systems. *2nd IFAC Conference on Embedded Systems, Computer Intelligence and Telematics CESCIT 2015*, 129–134.
- [14] Andonovski, G., Blažič, S., & Škrjanc, I. (2019). Evolving fuzzy model for fault detection and fault identification of dynamic processes. *Predictive Maintenance in Dynamic Systems: Advanced Methods, Decision Support Tools and Real-World Applications* (pp. 269–285).

## Advanced data-based methods for fault detection in HVAC systems

### Abstract:

Fault detection in industrial systems plays a crucial part of the correct and optimal operation of the different processes. The possible faults could be of different types and natures and occur on different components of the process. This paper presents fault detection on air conditioning systems using an advanced data-based method. The method evolves its structure in an online manner and builds various fault detectors for each fault. Furthermore, we could detect and identify each fault separately. The proposed method was tested on real data from a real air conditioning system. The advantage of the evolving method is the ability to detect new faults before it affects the operation of the process.

### Keywords:

advanced methods, fault detection, HVAC system





MotoMINI  
majhen samo po velikosti



reddot award 2019  
winner

YASKAWA Slovenija • [www.yaskawa.si](http://www.yaskawa.si)

**YASKAWA**

# 53. MOS TEHNIKA

OPREMA IN ORODJA ZA PODJETJA IN DOMAČE  
MOJSTRE & DO OKOLJA PRIJAZNA TEHNOLOGIJA



*Rešitve in  
priložnosti za  
trajnostno in zeleno  
gospodarstvo*



**CELJSKI SEJEM**, 15.-19. september 2021



# HUMAN-MACHINE INTERACTION IN INDUSTRY 4.0 AND BEYOND

Bianca-Iulia Ionescu

## Abstract:

Manufacturing represents around 15% of the value-added and total employment in Europe. It is also of great importance to the EU and its R&D efforts, to which almost two thirds is contributed by manufacturing. Many of these efforts have so far been focused on automating manufacturing and the use of smart devices, which both experts and the general public have since named Industry 4.0.

While Industry 4.0 focuses mostly on connectivity and data analytics, the focus will shift more towards the human component in the future. The reason is, on one hand, in the growing complexity of the manufacturing processes. There is also growing awareness that in most industries the operators cannot be fully replaced by machines in spite of the growing power of automation supported by artificial intelligence. In the context of the fluctuating labour force and a need for new skills and knowledge, the question is how to include the operators in the control process in the most efficient manner. There are two important aspects of that problem. One is training the operators and shortening the learning process, which becomes essential for the overall productivity. The second aspect concerns the efficient interaction between the operators and machines.

The aim of this paper is to review the present position of the operators in manufacturing and the enabling technologies supporting their role in automation. A glimpse of new approaches to decrease the learning curve of the operators will be addressed, such as various potential training systems and required knowledge management methods in a paperless, more effective future. That is complemented by new ways of adapting human-machine interfaces and novel ways of implementing the user experience.

## Keywords:

human machine interface, user experience, operator, training, Industry 4.0, Industry 5.0

## 1 Introduction

About one in seven jobs in the European Union is provided by industry. It provided 15% of total employment and value-added in 2017 [1]. Manufacturing accounts for two thirds of the total R&D activities and provides half of productivity growth. That represents around 65% of both exports and imports to and from the EU. It is reasonable to assume manufacturing will remain a vital sector in the EU for its innovation, productivity, and trade potential [1].

The collapse of global supply chains created by the COVID-19 pandemic has stressed the importance of keeping at least a part of every manufacturing sector in the region. This process has much to do with educating and managing human resources. Unlike manual labourers, operators of modern, automated manufacturing require higher skills and therefore command higher wages [2].

After the recession following the 2008 financial crisis, low-skilled workers had a much harder time finding a new job compared to their medium or high-skilled counterparts, especially in manufacturing. There was a significant employment shift towards highly educated workers starting in 2011 [3]. Automation systems became more and more complex, so the demand for skilled workers went up with the complexity. As a result of advanced manufacturing, there was also an increase in quality control and standards [4].

Workers could be helped in the transition process by being enabled to acquire the necessary skills for employment. Skills and competences of the future are not even defined yet, so there is no syllabus that can teach people how to acquire them. Businesses could help their employees achieve the know-how in time by retraining them and considering multi-sector skilled partnerships. Hence, they can use the full potential of the same collaborative models that support many of the currently ongoing technology-driven business changes. This global industrial transformation is a reality and there is wide consensus that Europe should embrace this change while making sure it works for everyone. [5]

Bianca-Iulia Ionescu, BSc Computer Engineering,  
INEA d.o.o., Ljubljana

Plenty of institutions such as the McKinsey Global Institute (2018) [6] and PwC (2018) [7] have attempted to gauge the likely extent of automation over time. However, these studies mainly focus on the technical feasibility of substituting humans with machines. In fact, not all relevant technical and non-technical factors are considered, so that the impact of automation is overestimated in a sense of automation reducing the need for human participation in plant management and control. That means not all the predicted job losses will actually happen, but the character and the requirements of the jobs will change. Not every technologically feasible automation is economically rational. If all the jobs that could be automated were indeed automated, the required investment would be so extensive that it would be unrealistic from a macroeconomic perspective [4].

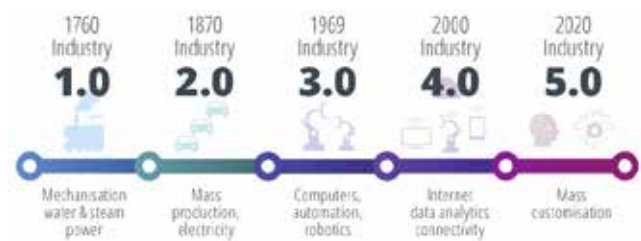
To better perceive the relationship between human operators and automated systems, Seymour Papert coined the very helpful concept of technocentrism. He considers technocentrism a combination of techno- and egocentrism, manifested as a “fallacy of referring all questions to the technology” [8]. *Anthropocentrism*, on the other hand, is a concept advocating that human beings are the most significant entities in the world [9]. After a period of belief that automation can entirely replace humans, soon followed by disappointment, industry shifted to focus more on “human-centred automation.” An important step was the introduction of ISO standard 13407 in 1999. It is based on the philosophy that empowers people to design for people and address their core needs while doing so. In the context of man-machine interaction, technocentrism explores the limits on what technology can do, whereas anthropocentrism tries to centre the interaction around humans.

The aim of this paper is to present an ontology of the human position in automation from the point of view of ideas of technocentrism and anthropocentrism. The main concepts and categories will be reviewed in Section 2. Section 3 focuses on the particular issues related to the interaction between humans and machines. The conclusions section summarises the main highlights.

## 2 The ontology of the human-machine relationship in automation

### 2.1 Historical perspective

With each industrial revolution, the role of humans in the manufacturing process continually decreased. It all started by replacing the manual procedures with machines powered by steam and water (Industry 1.0), and later on with the widespread adoption of electrical power (Industry 2.0). In the next phase, In-



**Figure 1:** Evolution of manufacturing through industrial revolutions [12]

dustry 3.0 came with a shift to digital electronics, which brought intensive automation especially on the physical level (e.g., controlling speed of the machines, movements of robots, etc.) [10].

Industry 4.0 arrived with the advancements in artificial intelligence, where decision-making has been visibly intruded by the machines, thus supporting the technocentric paradigm. It has its emphasis on interconnecting the existing technology through the Internet of Things (IoT), which has access to real-time data. Industry 4.0 allows business owners to better control and understand every aspect of their operations, as well as make full use of instant data to boost productivity, improve processes, and drive growth [11]. The question is: with such rapid and turbulent changes, what will the place and role of human operators in the future be?

The forthcoming Industry 5.0 is going to play a significant role in our society. It will complement the existing Industry 4.0 approach by focusing back on humans. It seeks to, in some respects, redefine industry by directing research and innovation towards the transition to a sustainable and resilient European industry. The concept itself was defined in July 2020. Its approaches are already a part of new policy initiatives by contributing to three of the European Commission’s priorities for 2019–2024: “An economy that works for people,” “the European Green Deal,” and “Europe Fit for the Digital Age” [13].

A similar concept is Society 5.0, proposed by the government of Japan in 2016, that “will be able to balance economic advancement with the resolution of social problems by providing goods and services that granularly address manifold latent needs regardless of locale, age, sex, or language” [14].

Both Industry 4.0 and Society 5.0 emphasize the use of technology and entail a top-down, state-led approach with collaboration between industry, academia, and the governmental sector. The visions differ in the use of cyber-physical systems measuring the outcomes or scope of the intended future effects of technological innovations. While Industry 4.0 calls for a manufacturing-centric industrial revolution that does not account for its impact on the public, Society 5.0 focuses heavi-

ly on exactly the public impact of technology and the need to create a better society that caters to diverse needs and preferences [14]. One could therefore view Industry 5.0 as a logical continuation of Industry 4.0 with the human-centric ideals of Society 5.0 at its core.

## 2.2 The role of operators

Human operators are a fundamental component of the production process. Located on the factory floor, they are in charge of supervising the machinery used in the production process, as well as taking proper action whenever needed (especially in the presence of alarms and faults) [15]. Even with the increase in factory automation, they remain crucial for conducting manual assembly or maintenance procedures [16].

With Industry 5.0 being a turning point in how humans and automated systems interact, operators will be in a closer relationship with intelligent machines such as collaborative robots (cobots) [17]. Due to directly interacting with humans, human-machine interactive systems require safety certifications based on thorough risk analyses that introduce additional costs for the manufacturers in case of any change of the application. However, the adoption of cobots in manufacturing is a financially risky choice due to the lack of consistency and predictability of the market [18].

## 2.3 Operator-machine interaction

The operator-machine interaction is in fact a key point in automation systems. If not designed properly, a system requires an extended amount of time for being operated, and with the staff freedom to change employment at any time, it prevents the system from ever being used at its full potential [19].

Although there are no broadly available studies on how human operators manage and perceive their interaction with machines, equipment is getting more and more complex, resulting in an increased need for skilled workers [31]. The operations teams are rarely included in the design process of human-machine interfaces (HMIs), partly due to a significant increase of product variants that have shorter product life cycles [16]. That causes the operators to be disconnected from the process itself, leading to a high dependency on the system to signal any potential unexpected behaviour through alarms or process interlocks [19].

Humans tend to favour interacting with physical objects. Under real life circumstances, the use of both procedural and motor skills is crucial for the safety and efficiency of the manual procedures [16]. The AVEVA Group's situational awareness whitepaper of 2014 points out it is common to hear that it will

take about two years for an operator to become proficient in the use of a system [19].

Following the example from the consumer electronics industry, automation system designers have turned to a more user-centric approach. It follows that in order for us to comprehend the experience of the operator-machine interaction, we need to understand the user first. We need to make sure that the user can answer the question "Who does what, when, and under which condition?" [20]. This is to ensure that the system they interact with is quick and intuitive, and that the system itself enables easy reversion of actions, or a simulation mode is implemented to motivate the operator to explore the system and reduce their stress when doing so [16].

## 2.4 Situational awareness (SA)

Situational awareness relies on the perception of information in the environment, interpretation of its meaning in context, and anticipation of its consequences for an appropriate response [21]. There are three distinct levels of SA. The transition between them is done through cognition, judgement, and decision-making, respectively [19], as seen in *Fig. 2*.

Situational awareness can complicate our work instead of simplifying it if not used adequately. In one study [22] that tasked users to explore the virtual environment and locate victims and fires within a short period of time, it was shown that sometimes more data means less understanding. In critical situations when a quick response is needed, the user might be overwhelmed by a big number of messages received and act on less critical information. If we add a complicated query in the background as well, usability of the system is reduced even further [22].



*Figure 2* : Levels of situational awareness [19]

Situational awareness is an important concept that can enhance the overall interaction between operators and machines. The use of situational awareness has an important role in the design of HMIs.

There has been a lot of research done on situational awareness theory, design, training, and measurements since the 1990s. Although originally met with scepticism, interest in the topic grew quickly from its initial start in aviation into various other fields. It has since taken hold in the fields of cognitive psychology and human factors, becoming a part of the mainstream consensus despite not having an agreed-upon definition [23].

## 2.5 Manufacturing execution system (MES)

An MES is a platform where, based on information from the process and requirements imposed by the production, targets are transformed into decisions.

Manufacturing execution systems aim to increase the transparency of manufacturing systems by performing data acquisition from the manufacturing processes, reactive planning, and bi-directional communication to both enterprise resource planning (ERP) systems and shop floor systems, controlled by supervisory control and data acquisition (SCADA) systems [24].

Both ERP and SCADA systems are responsible for gathering and analysing real-time data [25]. SCADA does not enable us to track the detailed transformation of raw materials to finished goods through the entire production process. In fact, it provides specific information at individual stages, such as effectiveness, product quantity, and average production speed. ERP needs a system capable of dealing with both real-time data and transactions to make sense of the overwhelming amount of information at the production level. Here is where MES comes into play [26].

An MES integrates several applications that are already used on the factory floor with each other, as a part of a bespoke system, as well as with corporate information and process control systems [27]. These applications provide decision support to the production processes and create a consistent view of production data. They also bring more benefits with them, such as traceability and error prevention of production, increased overall equipment efficiency (OEE), and others [28].

An MES is purely a technical entity, becoming more and more powerful in terms of decision support but requires exchange of information with the operators. For an operator on the factory floor, the interaction with the MES should be intuitive, concise, and unambiguous; especially if they only see a

partial picture of the processes running in the plant on the physical level, as well as of the processes related to data processing, information elicitation, and machine decision-making. It is important to understand where to focus our attention while designing MESs with the goal of maximising the efficiency of inclusion of the operators in the system control loop.

## 3 What matters for efficient inclusion of the operator in the loop?

As defined by the National Institute of Standards and Technology of the United States, a human-machine interface (HMI) is the hardware or software through which an operator interacts with a controller, that can range “from a physical control panel with buttons and indicator lights to an industrial PC with a colour graphics display running dedicated HMI software” [29].

The design of effective and easy to use human-machine interfaces is an important component of production efficiency [15]. As established in the previous section, the role of human operators remains crucial, so the design of new HMIs is considered to be a key challenge for the new industrial service solutions [30]. A well-designed human-machine interface provides support in a way that is effective and easy to understand, by addressing operators’ needs and difficulties [31].

Aranburu et al. [32] suggest that new methods for evaluating the user experience when interacting with industrial HMIs are needed. These methods need to focus on increasing the efficiency and effectiveness of the task execution, while generating positive emotions in operators, so they are more motivated in their learning process [32].

### 3.1 User experience (UX)

User experience (UX) has its focus on “having a deep understanding of users, what they need, what they value, their abilities, and also their limitations” [33]. It goes beyond system functionality and usability, but there is a different perception of it between the scientific and academic fields. In the scientific community, there is a bigger emphasis on experience-related factors, whereas in the industry, the efforts focus on practical and functional aspects of the experience, such as usability, novelty, or the life cycle [32]. In *Fig. 3*, created by Peter Morville, we can see one interpretation of the several aspects of UX.

Currently, the human-machine interfaces focus on providing the operator with control over the production processes and access to relevant information [35]. Usability studies can show us how easy



Figure 3 : User experience honeycomb [34]

or complicated using an interface for an operator is [15]. Sometimes products that directly affect the user's experience, such as a computer mouse or a keyboard, might be omitted when creating the interface [30].

Recent technological advancements raise the question of what can be improved and how to increase the interaction capabilities of the operator with the human-machine interfaces. In one paper [35], the authors propose a workstation-operator interaction that has the capability to adapt the ongoing interaction with the user, to improve performance, safety, well-being, satisfaction, and production measures [35]. Another study [30] proposes the implementation of an experience context capturer (ECC). That is a "user centred tool that analyses the user experience context within the industrial HMI environments and its influence on the development of positive experiences" [30].

### 3.2 Learning curve

A learning curve is defined as "a correlation between a learner's performance on a task and the number of attempts or time required to complete the task," and it can be represented by an injective function on a graph. The theory proposes that the more the learner repeats the task, the better their performance gets. In industry, the learning curve can be used to track the manufacturing costs related to workers' performance. Due to the varying speed with which the user learns throughout the process of achieving proficiency, the sigmoid curve model is most representative [36].

Most current human-machine interfaces come with a major disadvantage: they need to be operated by an expert who has to complete their tasks and set up the machine through the user interface. These interfaces tend to be too complex for the less spe-

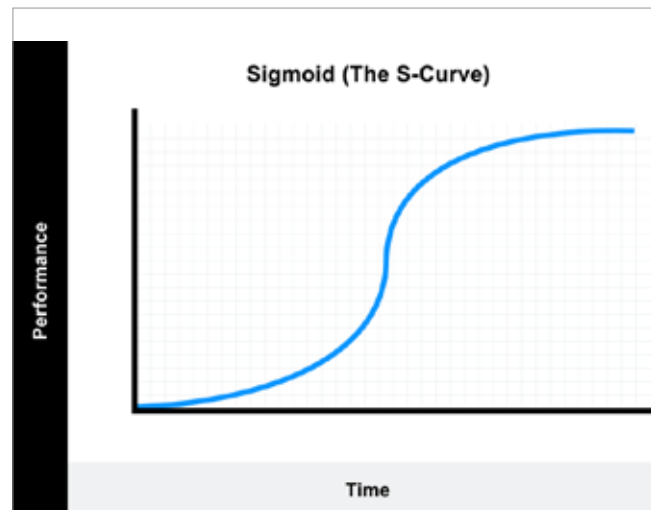


Figure 4 : The model of learning curve [36]

cialised operators. A simple, structured HMI would allow less training to manage the entire process effectively while avoiding wrong decisions and improving operator response [31].

There is a high lack of standardisation of production systems. This implies a higher learning curve, because no common principles and methods are assimilated by the user over time [31]. The standard that defines the key performance indicators used in manufacturing operations management, ISO 22400, specifies a selected number of KPIs in current practice [37]. However, it does not yet cover human-machine collaboration, and it is questionable whether it will in the future [38].

### 3.3 Training

An important aid in training and getting an operator accustomed to a system are user manuals. They contain detailed, comprehensive procedures about how to operate the HMI. In theory, that means that no other human personnel are required to teach a newly employed operator. In reality, the beginners are still being supervised or shadowing a more experienced operator and require weeks, if not months, to achieve full proficiency, as mentioned by Krajewski [19].

Complex production systems require complex human-machine interfaces that result in complex user manuals. This phenomenon makes inexperienced operators unable to interact with and more experienced operators feel uncomfortable to operate the system. User manuals are the most widespread tool supporting operators in handling critical scenarios, but they are insufficient on shop floors [39]. They cannot predict all possible corner cases of a system's operation, especially for a complicated system with multiple potential fail points. Even proper training cannot cover all possible scenarios.

Many training systems have been proposed for manual procedures (e.g., assembly, maintenance, setup) [40]. However, these systems focus on what the user can remember about the sequence of work steps. Currently, many of the existing virtual training systems focus on providing visual information presentation. For a manual procedure, the acquisition of precise motor skills is a key component that should be present. The operator should receive real-time feedback on their performance for self-assessment. Mistakes in production are not acceptable, but no alternative is provided to learn in most cases [16].

Operators' training is a low-documented topic in both the industry and the scientific communities, which is the same as many other aspects; but this should change. It teaches us how to reduce the learning curve of operators, increase machinery usage efficiency, and reduce potential accidents in the workplace, so there could be more knowledge shared on the topic to help the industry improve.

## 4 Knowledge Management

Learning is at the heart of problem-solving and decision-making [20]. Whenever one is given an unfamiliar task, time and resources are spent to learn the task before being able to perform it productively. To avoid duplicate work and to enable others to learn from our experience, the knowledge we have gained should be documented. Knowledge management (KM) is the process of creating, using, sharing, and maintaining information and knowledge [41]. After a number of years and new situations, people tend to forget the original solution, so here is where KM comes in handy.

As mentioned in section 3, a common way to keep the knowledge of operating machinery still relies on user manuals that are usually both ineffective and insufficient to allow an operator to gain full confidence in operating the system [16].

There are ways of reducing the need for written materials though, and that is by assessing and improving the usability of the current human-machine interfaces. One proposed way to do that is through subjective usability assessment, more exactly cognitive walkthrough, which uses the following four questions in its process [15]:

1. Does the user (of the interface) understand what one should do?
2. Is the user able to identify the interaction tool?
3. If the user is able to identify the interaction tool, can they understand what they should do to achieve the goal?
4. After the action has been performed, can the user understand the answer?

The previous questions are meant to check all the unconscious phases that a user goes through when using an interactive system, because in the mentioned process, at first, they are given a task, and then are asked to map a list of actions required to complete the given goal. The questions give a good insight into how the task is planned, approached, and later on, how the response received is perceived by the user [15].

Another proposed idea in the literature is to have a social network for sharing knowledge that enables asking questions to other operators, aiming to help especially when faced with unexpected events such as troubleshooting or unscheduled maintenance [39].

The core of user manuals covers basic usage of the system. A way to reduce the necessity of that can be implementing a real-time feedback training, as explained in section 3. However, this kind of a system can only be applied to manual procedures. They have been noticed to be more effective than video-based training systems exactly because of the feedback component that is a crucial key in manual operations in both teaching the user and giving them the required confidence to perform the respective actions in the future [16].

An idea that might help reduce the need for user manuals is a training system for human-machine interfaces. More exactly, in a similar way that some video games are doing it—by not just presenting the information on screen and having you click through it, but instead having a demo/simulation mode. That makes the user actually interact with the system and gives feedback on their behaviour in a similar way to what the active feedback training is doing for manual procedures. This way, we would allow the operator to understand the needed sequence of steps required to perform an operation and allow them to try it out without impacting production. No data would be recorded in the production system, and it would allow them to do a short refreshment course at any moment they feel they need it just to regain their confidence or refresh their memory.

The world is moving to smart devices and appliances. Very few people still read user manuals cover to cover, and that should make us decide carefully what needs to be included in them. For example, the most useful part in the user manual of a coffee machine is the cleaning cycle—a frequent but not daily procedure that, if not done properly, can damage the machine. Because of this, the user needs guidance in completely and correctly executing all the steps for it. Similarly, for HMIs, the most important parts to be covered in a user manual should not be those for regular usage, but rather for troubleshooting. However, it is impossible to cover all potential situations in a classic document type user

manual, so there is a need for a more flexible approach, and the end result should be widely available for all operators.

#### 4.1 Workflow

One way to help maintain an operation's defined sequence of steps is with the use of workflow management software. It is a good way to enable knowledge management, since it helps with keeping track of standard operational procedures (SOPs) and improving process efficiency by 40%. It also helps with creating and monitoring KPIs while reducing costs by approximately 30% [42].

Some common functionalities of a workflow management software are prompt notification systems along with detailed reporting, task assignment, controlled access to specific parts of the system, and graphical process modelling. A good workflow-based system can omit errors and replace the user manual by automating all the required procedures. This way, it shortens the learning curve while improving quality and providing good decision support if configured accordingly.

Workflow application is a hot topic in computer application science [43] and has attracted great attention in China amongst other countries, in context of their re-industrialisation strategy [13].

#### 4.2 Digital twins

One way to help workers get more easily accustomed to the interfaces would be to bring the demo/simulation mode from the testing environment, where a digital twin is used to simulate the system [44], all the way to human-machine interfaces. From the operator's perspective, adding a simulation mode with some virtual reality capabilities and a platform to exchange knowledge with

their colleagues would both be very beneficial, since operators are located mostly at their workstations, therefore having a harder time to reach other people directly. Such an additional app would however require the management to contact a third-party company that could develop such a mobile software, which would increase the initial costs.

User experience has hardly been studied with regard to human-machine interfaces. However, several methods to evaluate the UX when interacting with HMIs have been proposed, and they are based on the context of the interaction [30].

The three questions posed make us better understand what the user needs to know to feel comfortable when using an interface. The base is, of course, understanding what to operate and how, but it is equally important to understand why that procedure is even needed in the first place, and how it makes the operator feel when they are doing it. People's emotions are often overlooked, but it is important to know how a user feels about their environment and the results of their work. In the end, if we want to fully improve the user experience, we need to be aware of the entire context of the interaction.

Context can be divided into micro and macro user experiences. The first one is analysed from the user's perspective gained while interacting with the system, while the latter one is wider and covers more intrinsic aspects such as their employer and its values, social environment, and culture [30].

## 5 Conclusions

The paper reviews the potential changes in HMI design to ensure a better user experience for the operator, by both reducing the time needed to master the interface and removing the necessity of a user



Figure 5 : User experience in industrial workspaces, in context [30]



manual. Several training methods and their benefits are presented, as well as how close HMIs currently are to the core tenet of Industry 5.0: being human-centric.

The position of the human operator in the age of rising complexity of manufacturing is discussed in this paper. The main entities which affect the performance of the operator and consequently the performance of the entire manufacturing process are reviewed, and some observations are deduced.

A good human-machine interface allows anyone to know how to react in common usage situations. A really good user experience is tailored to the operator, which makes its development even harder considering that opinions can be linked to one's personality and even in the same context, two assessments of it might have completely different results [30].

Various improvement possibilities were reviewed: what sort of training methods are and can be used, how to handle knowledge management inside the plant, and why to introduce situational awareness and workflow in the automation systems.

We want to raise awareness among designers of industrial automation systems on re-defining the role of the operator in the emerging manufacturing automation paradigms. This work will serve as one of the bases for INEA to continue conceptualising a new generation of HMIs for complex large-scale manufacturing processes.

It seems the future of manufacturing is expected to lead to safer jobs, requiring new and higher skills. Those are already needed, however, due to the existing complex systems that sometimes make even the most experienced operators feel uncomfortable using them, especially when it comes to undocumented scenarios that might appear during usage.

With the fifth industrial revolution, the focus shifts to placing the added-value and well-being of the workers at the centre of the production process, while respecting the production limits of the planet. We should give value back to the people, and with the help of Industry 5.0 guidelines we can do exactly that: promote talent, diversity, and human empowerment.

## Literature

- [1] bruegel.org/2017/09/remaking-europe (Last accessed 22.03.2021)
- [2] europarl.europa.eu/EPRS/140791REV1-Re-shoring-of-EU-manufacturing-FINAL.pdf (Last accessed 22.03.2021)
- [3] Overview of the EU Industrial Sector ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupMeetingDoc&docid=111A81 (Last accessed 26.01.2021)
- [4] Eurofound (2019), The Future of Manufacturing in Europe, Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi.org/10.2806/44491.epma.com/dm-industry-news/833-eurofound-report-future-of-manufacturing-in-europe-april-2019/file (Last accessed 26.01.2021)
- [5] European Commission (2017). Industry in Europe. Facts & figures on competitiveness & innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi.org/10.2777/899824 (Last accessed 26.01.2021)
- [6] mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy (Last accessed 09.04.2021)
- [7] pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2018/02/impact-of-automation-on-jobs-international-analysis-final%20report-feb-2018.pdf (Last accessed 09.04.2021)
- [8] A Critique of Technocentrism in Thinking about the School of the Future (1987) <http://www.papert.org/articles/ACritiqueofTechnocentrism.html> (Last accessed 27.01.2021)
- [9] britannica.com/topic/anthropocentrism (Last accessed 27.01.2021)
- [10] ied.eu/project-updates/the-4-industrial-revolutions/ (Last accessed 12.04.2021)
- [11] epicor.com/en-in/resource-center/articles/what-is-industry-4-0 (Last accessed 27.01.2021)
- [12] nickelinstitute.org/blog/2020/november/customising-the-future-the-next-industrial-revolution (Last accessed 24.02.2021)
- [13] ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50\_en (Last accessed 24.02.2021)
- [14] Deguchi A. et al. (2020) What Is Society 5.0? In: Hitachi-UTokyo Laboratory (H-UTokyo Lab.) (eds) Society 5.0. Springer, Singapore. doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4\_1
- [15] Valeria Villani, Giulia Lotti, Nicola Battilani, Cesare Fantuzzi, Survey on Usability Assessment for Industrial User Interfaces, IFAC-PapersOnLine, Volume 52, Issue 19, 2019, Pages 25-30, ISSN 2405-8963, doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.078.
- [16] Frieder Loch, Ulrich Ziegler, Birgit Vogel-Heuser, Using Real-time Feedback in a Training System for Manual Procedures, IFAC-PapersOnLine, Volume 52, Issue 19, 2019, Pages 241-246, ISSN 2405-8963, doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.089.
- [17] allaboutcircuits.com/industry-articles/a-look-at-industry-5.0-cobots-and-hmi (Last accessed 22.03.2021)
- [18] Ionescu, Tudor & Fröhlich, Joachim & Lachenmayr, Markus. (2020). Improving Safeguards

- and Functionality in Industrial Collaborative Robot HMIs through GUI Automation. doi.org/10.1109/ETFA46521.2020.9211886
- [19] Situational Awareness – The Next Leap in Industrial Human Machine Interface Design, J. Krajewski, 2015 semanticscholar.org/paper/Situational-Awareness-%E2%80%93-The-Next-Leap-in-Industrial-Krajewski/8e13f3cd-bae15e41607f85f5d7d33b83a74ca53d (Last accessed 04.02.2021)
- [20] Fazel Ansari, Knowledge Management 4.0: Theoretical and Practical Considerations in Cyber Physical Production Systems, IFAC-PapersOnLine, Volume 52, Issue 13, 2019, Pages 1597-1602, ISSN 2405-8963, doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.428.
- [21] National Research Council. 1998. Modeling Human and Organizational Behavior: Application to Military Simulations. Washington, DC: The National Academies Press. doi.org/10.17226/6173
- [22] Pahlke, Norbert & Rohlf, Benedikt & Behrendts, Alisa & Smets, Nanja & Mioch, Tina & Neerincx, Mark & Greeff, Joachim & Jonker, Catholijn & Baberg, Fredrik & Sengupta, Sohini & Nabizada, Nima & Kruijff-Korbayova, Ivana & Fddo, Dortmund. (2020). Tailored Shared Situation Awareness Interfaces.
- [23] journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1555343415572631 (Last accessed 22.03.2021)
- [24] Schmidt, Alexander; Otto, Boris & Kussmaul, Alfrid: Integrated Manufacturing Execution – Functional Architecture, Costs and Benefits, 2009, BE HSG/ CC CDQ2 / 17. alexandria.unisg.ch/68002
- [25] toolbox.com/tech/erp/blogs/the-role-of-scada-systems-in-your-erp-solution-041015 (Last accessed 22.03.2021)
- [26] 8sigma.eu/why-do-we-need-mes-when-we-already-have-scada (Last accessed 22.03.2021)
- [27] MES: Manufacturing's Missing Link is a Tool for Change services.mesa.org/ResourceLibrary/ShowResource/4c118e85-3655-454a-95bd-c6f54467bb47 (Last accessed 27.01.2021)
- [28] http://mescenter.org/en/articles/108-mes-manufacturing-execution-system (Last accessed 27.01.2021)
- [29] csrc.nist.gov/glossary/term/Human\_Machine\_Interface (Last accessed 04.02.2021)
- [30] Aranburu, Erik & Lasa, Ganix & Mazmela, Maitane & Gerrikagoitia, Jon. (2017). EXPERIENCE CONTEXT CAPTURER (ECC): NEW APPROACH TO ANALYSE THE USER EXPERIENCE CONTEXT WITHIN THE INDUSTRIAL HMI ENVIRONMENTS.
- [31] Giulia Lotti, Valeria Villani, Nicola Battilani, Cesare Fantuzzi, New Trends in the Design of Human-Machine Interaction for CNC machines, IFAC-PapersOnLine, Volume 52, Issue 19, 2019, Pages 31–36, ISSN 2405-8963, doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.080.
- [32] Aranburu, Erik & Lasa, Ganix & Gerrikagoitia, Jon & Mazmela, Maitane. (2020). Case Study of the Experience Capturer Evaluation Tool in the Design Process of an Industrial HMI. Sustainability. 12. 6228. 10.3390/su12156228.
- [33] usability.gov/what-and-why/user-experience.html (Last accessed 04.02.2021)
- [34] http://semanticstudios.com/user\_experience\_design (Last accessed 04.02.2021)
- [35] Yuval Cohen, Maya Golan, Gonen Singer, Maurizio Faccio, Workstation–Operator Interaction in 4.0 Era: WOI 4.0, IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 11, 2018, Pages 399-404, ISSN 2405-8963, doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.327.
- [36] valamis.com/hub/learning-curve (Last accessed 04.02.2021)
- [37] iso.org/standard/54497.html (Last accessed 04.02.2021)
- [38] Andrea Bonci, Sauro Longhi, Massimiliano Pirani, Prospective ISO 22400 for the challenges of human-centered manufacturing, IFAC-PapersOnLine, Volume 52, Issue 13, 2019, Pages 2537-2543, ISSN 2405-8963, doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.588.
- [39] Valeria Villani, Lorenzo Sabattini, Alessio Levratti, Cesare Fantuzzi, An Industrial Social Network for Sharing Knowledge Among Operators\*\*The research has been carried out within the “Smart and adaptive interfaces for INCLUSIVE work environment” project (INCLUSIVE) funded by the European Union’s Horizon 2020 Research and Innovation Programme (H2020-FoF-04-2016) under grant agreement N. 723373., IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 11, 2018, Pages 48-53, ISSN 2405-8963, doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.233.
- [40] Loch, Frieder & Koltun, Gennadiy & Karaseva, Victoria & Pantfoerder, Dorothea & Vogel-Heuser, Birgit. (2018). Model-based training of manual procedures in automated production systems. Mechatronics. 55. 10.1016/j.mechatronics.2018.05.010.
- [41] omnisci.com/technical-glossary/knowledge-management (Last accessed 21.03.2021)
- [42] industrial-software.com/solutions/aveva-workflow-management (Last accessed 15.02.2021)
- [43] Jiao Wang, Jarvis N. Jiang, Meilin Wang, Yinhao Ye, Yangshuai Wang, Yi Zhou, Qing Liu, Implementation of a Message-driven Manufacturing Execution Workflow System, Procedia CIRP, Volume 83, 2019, Pages 655-660, ISSN 2212-8271, doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.125.
- [44] networkworld.com/article/3280225 (Last accessed 22.03.2021)

## Industrijski uporabniški vmesniki v industriji 4.0 in pogled naprej

### Razširjeni povzetek:

Proizvodna dejavnost predstavlja približno 15 % dodane vrednosti in tudi 15 % vseh delovnih mest v Evropi. S takšnim obsegom je torej kritičnega pomena za EU in njeno raziskovalno-razvojno dejavnost, saj skoraj dve tretjini vseh investicij pride prav s tega naslova. Velik delež raziskav se osredotoča na avtomatizacijo proizvodnje in uporabo pametnih naprav, kar strokovnjaki kot tudi splošna javnost opredeljujejo z oznako industrija 4.0.

Industrija 4.0 se trenutno osredotoča predvsem na povezljivost in analizo podatkov, v prihodnje pa se bo nekoliko bolj usmerila na uporabnika in človeško komponento nasploh. Razlogov za to je več: naraščajoča kompleksnost proizvodnih procesov na eni strani, na drugi pa vse večje zavedanje, da delo operaterja – kljub vse večjim zmožnostim umetne inteligence – v popolnosti nikoli ne bo moglo biti zadovoljivo nadomeščeno s tehnologijo. Ob teh dejstvih se odpirajo nova vprašanja učinkovitega vključevanja delovne sile v proizvodne procese, saj vse večja kompleksnost sistemov narekuje nova znanja in spretnosti, te pa je ob naraščajoči fluktuaciji delovne sile vse težje zagotoviti. Ta izziv lahko rešimo s krajšim časom učenja in uvajanja operaterjev ter z učinkovitejšo interakcijo med operaterjem in napravo oz. procesom, ki ga upravlja.

Namen tega prispevka je pregled trenutnega položaja operaterjev in tehnologij, ki omogočajo in podpirajo njihovo vlogo v avtomatiziranih proizvodnih procesih. Dotaknili se bomo nekaterih novih pristopov za hitrejše učenje in potrebnih metod za (brezpapirno) upravljanje z bazami znanj, vse to v povezavi z novimi načini prilagoditve industrijskih uporabniških vmesnikov in celostne uporabniške izkušnje.

### Ključne besede:

industrijski uporabniški vmesnik, HMI, uporabniška izkušnja, operater, učenje, industrija 4.0, industrija 5.0

MIEL®

## Vse za avtomatizacijo proizvodnje

OMRON

Za višjo produktivnost. ✓

### Sistemi za avtomatizacijo

- Industrijski računalniki
- Krmilniki za avtomatizacijo strojev
- Programirljivi logični krmilniki (PLC)
- Distribuirane I/O enote
- Vmesniki človek-stroj (HMI)
- Sysmac Studio

### Pogonska tehnika

- Krmilniki gibanja
- CNC krmilniki
- Servo sistemi
- Frekvenčni pretvorniki

### Komponente za nadzor delovanja

- Senzorji in regulatorji temperature
- Napajalniki
- Brezprekinitveno napajanje (UPS)
- Časovniki
- Števci
- Programirljivi releji
- Digitalni prikazovalniki
- Naprave za spremljanje energije

### Stikalne komponente

- Elektromehanski releji
- Polprevodniški releji
- Niskonapetostni preklopniki
- Stikala in tipke
- Terminalni bloki

### Nadzor in preverjanje kakovosti

- Identifikacijski sistemi
- Sistemi za kontrolo kvalitete
- Merilni senzorji

### Senzorika

- Fotoelektrični senzorji
- Senzorji barve in označb
- Senzorji s svetlobnimi vodniki
- Senzorji za površine
- Optični senzorji in ojačevalniki
- Induktivni senzorji
- Mehanski senzorji in mejna stikala
- Senzorji za procesne veličine

### Varnostna tehnika

- Naprave za zaustavljanje in nadzor v sili
- Varnostna stikala
- Varnostna vrata
- Varnostne preproge - serija UMA

### Robotika

- Industrijski roboti
- SCARA roboti
- Kolaborativni roboti
- PICK & PLACE roboti
- Mobilni roboti

MIEL, d.o.o. • Efenkova cesta 61 • SI-3320 Velenje • T +386 (0)3 77 77 000 • F +386 (0)3 77 77 001 • E info@miel.si • S www.miel.si

# HIDRAVLIČNI AKUMULATOR

Dodatni vir hidravlične tlačne energije v hidravličnih sistemih (HS) z neenakomerno porabo

Franc Majdič

## Izveček:

Hidravlični akumulatorji (HA) so vgrajeni v številnih hidravličnih sistemih (HS) (sistemih pogonsko-krmilne hidravlike (PKH)). Največkrat služijo za dodajanje hidravlične kapljevine (HK) v sistem za tiste delovne operacije, ki rabijo v kratkem času velike količine HK pod tlakom. Za periodične kratkotrajne velike zahtevane pretoke tako ni potrebno vgraditi črpalk s sicer »prekomerno« iztisinino; vgradimo enega ali več ustrezno velikih HA. Vendar tak sistem deluje v nekem območju med zgornjim in spodnjim delovnim tlakom.

## Ključne besede:

pogonsko-krmilna hidravlika (PKH), hidravlični sistem (HS), hidravlični akumulator (HA), hidravlična komponenta, hidravlična kapljevina (HK), termodinamične preobrazbe

## 1 Uvod

Prispevek obravnava delovanje hidravličnih akumulatorjev (HA) v sistemih pogonsko-krmilne hidravlike (PKH), in sicer za tisto funkcijo v sistemih PKH, za katero se HA najpogosteje uporabljajo. V nadaljevanju članka bomo namesto PKH uporabljali skrajšani izraz hidravlični sistemi (HS), ki se tudi običajno uporablja v industriji.

Številni HS imajo vgrajene hidravlične akumulatorje (HA). S konstrukcijskega vidika ločimo: akumulatorje na uteži, batne, membranske in akumulatorje z mehomo. Samo HA na uteži vzdržujejo konstanten tlak, vendar se v zadnjih desetletjih le še zelo izjemoma uporabljajo. Tudi batni HA so malokrat vgrajeni v HS. Njihova prednost je, da količino hidravlične kapljevine (HK) v HA lahko vidimo s položaja merilne letve, priključene na bat znotraj HA. Membranski so majhni, prostornine le do največ nekaj litrov. HA z mehomo so v sistemih večinsko uporabljani (vgrajeni) in imajo prostornine do 200 L, izjemoma več. V velikih HS se največkrat uporabljajo 50-litrski. Če so potrebne večje prostornine, se vgradi več 50-litrskih namesto enega večjega. Ta način ima prednosti predvsem z vidika vzdrževanja, pa tudi same funkcije v primeru okvare posameznega HA. Poškodovani HA lahko z zapirnimi ventili funkcionalno izločimo iz sistema, ki bo imel zato morda le malo zmanjšano funkcijo. Če gre npr. za enega od štirih 50-litrskih HA, izločitev enega za proizvodni proces morda ni tako usodna, kot če »odpove« edini 200-litrski HA. V nekaterih proizvodnih procesih je posamezni proces skoraj nesprejemljivo takoj prekiniti.

HA so tlačne posode in zato podvrženi predpisom tega področja. Vanje z ene strani (pri HA z mehomo vedno s spodnje) doteka hidravlična kapljevina, druga stran (zgornja) pa je polnjena s plinom. Zaradi nevarnosti eksplozije kisik (zrak) ne sme biti uporabljen v HS, kjer je HK olje. V takih HS polnimo plinsko stran z dušikom; lahko bi jo tudi s kakšnim žlahtnim plinom, ki daje malenkostno boljše učinke (izkoristke), vendar niso tolikšni, da bi »pokrili finančno plat«. Oba medija (plin in HK) ločuje gumijast meh, membrana ali bat.

HA se uporabljajo za različne funkcije: nekateri za kompenzacijo raztezanja hidravlične kapljevine (HK) ob spremembah njene temperature, nekateri za dušenje hidravličnih udarov, najpogosteje pa kot dodatni vir hidravlične tlačne energije v HS s časovno zelo neenakomerno porabo HK pod tlakom v času izvajanja delovnega procesa. Če uporabimo hidravlične akumulatorje, črpalk ni treba dimenzionirati na največji potreben tok kapljevine pod tlakom, pač pa le na nek približno povprečen pretok, ki ga izračunamo enostavno glede na skupni potreben doveden volumen HK v celotnem času cikla. Včasih se računsko upošteva tudi čas mirovanja, torej čas brez delovnih gibov izvršilnih sestavin – porabnikov (hidravličnih cilindrov (HC), hidromotorjev (HM) in zasučnih cilindrov (ZC)). Celoten cikel se torej šteje od začetka prvega giba enega izmed porabnikov do ponovnega začetka istega giba, torej začetka novega cikla.

HA so vgrajeni v številnih hidravličnih sistemih. Kot je bilo že omenjeno, največkrat služijo za dodajanje HK v sistem za tiste delovne operacije, ki rabijo v kratkem času velike količine HK. Za periodične kratkotrajne velike potrebne pretoke tako ni potrebno vgraditi črpalk s sicer »prekomerno« iztisinino (oz. pretokom). Takšne velike (»prevelike«) črpalke bi seveda zahtevale tudi močne pogonske motorje, katerih velika moč pa bi bila uporabljena le v kratkih časovnih intervalih celotnega cikla.

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

## 2 Fizikalne osnove delovanja HA

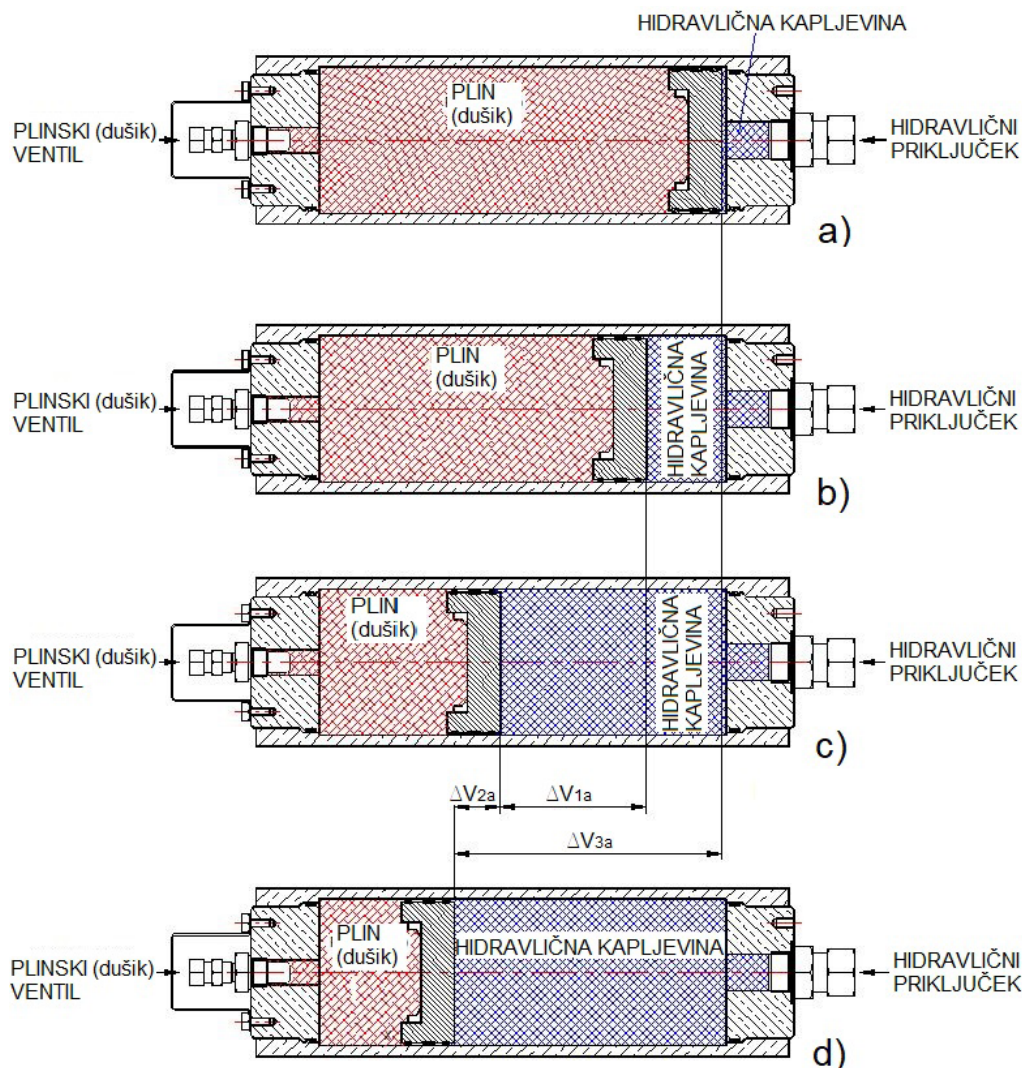
Kot je bilo že omenjeno, HA dodaja HK pod tlakom v HS, kadar je poraba v sistemu v nekem kratkem časovnem obdobju celotnega delovnega cikla večja, kot jo dovede/jo črpalka/ke. Tedaj se plin v HA razteza, tlak plina zaradi raztezanja upada, HK pa iz HA doteka v sistem. Znotraj HA sta tlak plina (dušika) in tlak kapljevine enaka (zelo majhna razlika nastopa zaradi trenja bata ob stene cevi HA). Torej tudi tlak kapljevine znotraj HA ob iztekanju upada, s tem pa seveda tudi tlak v HS.

Oglejmo si razmere ob delovanju batnega HA po *sliki 1*. Ko v HS ni tlaka, je celotna prostornina ( $V_0$ ) akumulatorja napolnjena s plinom ob tlaku predpolnitve plina  $p_0$  (*slika 1a*). Ko črpalka začne dodajati HK pod tlakom v HS in ustvarja večji pretok, kot je poraba v HS, doteka HK tudi v HA. Ko tlak v HS preseže tlak  $p_0$ , se začne HA z ene strani polniti s HK, bat v HA (*slika 1*) se začne pomikati od desne proti levi in s tem stiskati plin v HA. V nekem trenutku tlak v HS in s tem tudi plin v HA doseže vrednost

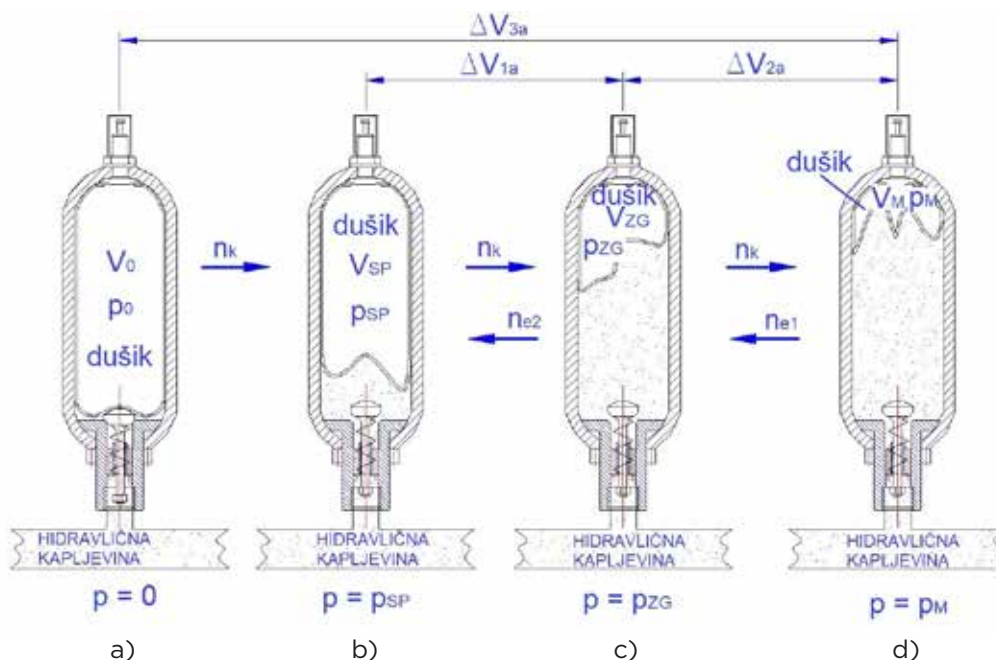
$p_{sp}$  (spodnji delovni tlak; *slika 1b*). Ob nadaljnjem dotekanju HK v HA (če so v HS izpolnjeni pogoji za to) tlak v HS in HA doseže vrednost  $p_{zg}$  (*slika 1c*). Ob ustreznih pogojih (tlačni pretok črpalke (črpalk) večji od porabe v HS) se tlak v HS in seveda tudi v HA lahko še naprej dviga in polni HA, vendar največ do vrednosti (višine)  $p_{MAX}$  (*slika 1d*). Pri tlaku  $p_{MAX}$  se črpalka tlačno razbremeni ali pa ne ustvarja več pretoka oz. le toliko, kolikor je notranja lekaža HS; zunanje lekaže pa itak ne sme biti – je nimamo (!?). Pri batnem HA so 4 značilni tlaki in pripadajoče prostornine plina ( $V_0$ ,  $V_{sp}$ ,  $V_{zg}$ ,  $V_M$ ) in HK razvidni s *slik 1* in *2* (a, b, c, d).

Kot že rečeno, se v industriji, pa tudi v mobilni hidravliki večinoma uporabljajo akumulatorji z mehom. Prej opisani 4 značilni tlaki in pripadajoče prostornine plina in HK za HA z mehom prikazuje *slika 2*.

Pri HA z mehom je namesto bata vgrajen gumijast meh, ki ločuje plin (dušik) in HK. Ker ni trenja bata, sta tu tlaka plina in HK znotraj HA izenačena. Meh je običajno izdelan iz gume, debeline približno do



*Slika 1:* Tipične faze delovanja batnega HA



Slika 2 : Tipične faze delovanja HA z mehomo

5 mm. Osnovna oblika je razvidna s slike 2a. Ko HK doteka v HA, se meh zguba in plin stiska, tlak plina (in HK) se dviga. Proces dviganja tlaka in spremembe prostornin je analogen, kot je opisan za sliko 1, le da so spremembe tam lepše razvidne. Podatek, za koliko se meh lahko zguba, torej kolikšna je lahko najmanjša prostornina meha ( $V_M$  na sliki 2d) v primerjavi z osnovno (nazivno) prostornino  $V_0$ , je podan v kataloških listih izdelovalcev HA.

Med delovanjem HA se plin (dušik) stiska in razteza. Temu pravimo, da se plin termodinamično preobrazuje. Med termodinamično preobrazbo se parametri plina (temperatura, tlak, volumen -  $T, p, V$ ) spreminjajo. Poleg spremenljivih parametrov nas med preobrazbo zanimata tudi pridobljena oziroma porabljena delo in toplota. Za poenostavitev preobrazbe stanja plina računamo z idealnim plinom. Idealni plin je plin, ki se obnaša popolnoma po plinski enačbi (1) in katerega notranja energija bi bila odvisna samo od temperature. Pri takem plinu ne bi bilo potrebno upoštevati privlačnih sil med molekulami in lastne prostornine molekul. Obnašanje plinov je tem bližje obnašanju idealnega plina, čim bolj so razredčeni. Obnašanje realnih plinov nekoliko odstopa. V nadaljevalnem prispevku (naslednja št. Ventila) bomo podali matematični model za izračun prostornine HA za idealni plin. Ker je dušik za polnjenje HA realni plin, daje izračun nekoliko napačne rezultate, ki pa so za prakso uporabni, izračuni pa so mnogo enostavnejši kot za realni plin:

$$p \cdot V = \left( \frac{m}{M} \right) \cdot R \cdot T \quad (1)$$

kjer so:  $p$  - tlak,  $V$  - prostornina plina,  $m$  - masa,  $M$  - masa kilomola razredčenega plina,  $T$  - temperatura,  $R$  - splošna plinska konstanta.

Plinsko enačbo (1) smo tu zapisali samo za osvežitve »teoretičnega spomina«, v nadaljevanju članka pa se z njo ne bomo ukvarjali.

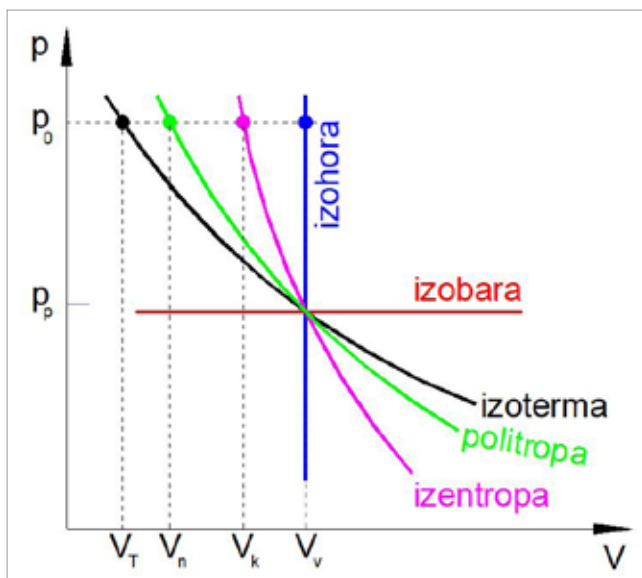
Članek podaja izhodišča za matematični model za izračun (potrebne) prostornine HA. Projektant HS mora za izbrane parametre delovanja (hitrosti, sile, navore izvršilnih sestavin) izračunati potrebno prostornino  $V_0$  akumulatorja. Tako torej ni treba dimenzionirati črpalke na največji potrebni pretok za občasno kratkotrajno veliko potrebno količino HK.

Plinska enačba stanja za idealni plin upošteva zvezo med tlakom, temperaturo in prostornino. V odvisnosti od tega, kateri parametri in v kakšni medsebojni odvisnosti se spreminjajo, poznamo naslednje preobrazbe (slika 3):

- ▶ Izohora ( $V = \text{konst.}$ ),
- ▶ Izobara ( $p = \text{konst.}$ ),
- ▶ izoterma ( $T = \text{konst.}$ ),
- ▶ izentropa (adiabata) ( $dQ = 0, s = \text{konst.}$ ),
- ▶ politropa ( $p \cdot V^n = \text{konst.}$ ).

Iz tlaka  $p_p$  in volumna  $V_v$  pride do novih prostornin:  $V_T, V_n, V_k$ .

S slike 3 je razvidno, da imamo v osnovi dve vrsti termodinamičnih preobrazb: linearno (izohora in izobara) in eksponentno (izoterma, izentropa in politropa). Vsaka od omenjenih eksponentnih preobrazb ima različne lastnosti, v enačbi pa se ločijo po eksponentu  $n$ . Za dvoatomne pline velja, da ima izoterma eksponent  $n = 1$ , izentropa (oz. adiabata) pa 1,4. To sta dve skrajni termodinamični spremembi.



Slika 3: Termodinamične preobrazbe

Izobara nastopa le pri HA na uteži, ki pa se ne uporablja več, razen morda kakšnih izjem. Izohora pa je za delovanje HA neuporabna, ker je bistvo HA dodajanje manjkajoče HK.

V katero vrsto preobrazbe uvrstimo posamično preobrazbo pri obravnavi aplikativnih primerov, je odvisno predvsem od trajanja kompresije oz. ekspanzije. Pri HA so priporočene časovne razmejitve sledeče:

- ▶ trajanje preobrazbe  $t < 1$  min  
 $n = 1,4$  (proces je izentropen),
- ▶ trajanje preobrazbe  $t > 3$  min  
 $n = 1,0$  (proces je izotermen),
- ▶ trajanje preobrazbe  $1 < t < 3$  min  
 $1 < n < 1,4$  (proces je politropen).

Če je trajanje preobrazbe  $t < 1$  min, je čas prekratek za izmenjavo toplote z okolico. Če je čas trajanja preobrazbe  $t > 3$  min, pa je izmenjava toplote izvedena in zato preobrazba izotermna. V laboratoriju LFT - LPKH smo bili do navedenih »razmejitvenih« parametrov iz literature malo skeptični, pa smo izvedli tudi sami ustrezne preskuse, ki so potrdili te vrednosti. Pri aplikativni rabi metode smo ob trajanju preobrazbe v času od ene do treh minut uporabili preproste linearne interpolacije vrednosti eksponenta. Tako smo npr. za čas trajanja preobrazbe 2 minuti računali z eksponentom  $n = 1,2$ .

Ko se hidravlični akumulator polni s kapljevino, se plin v HA stiska. Kompresija plina je včasih izotermna ( $> 3$  min); tedaj je eksponent politrope  $n_k = 1,0$ . Vendar je pri določitvi eksponenta v fazi projektiranja treba upoštevati čas polnjenja, torej velikost HA, razmerje tlakov in kapaciteto črpalke oziroma dotok v HA. Ker so hidravlični akumulatorji praviloma polnjeni z dušikom (za olje), le za vodo lahko z zrakom, oba sta dvoatomna plina, je stiskanje plina

politropno ali celo adiabatno in velja za eksponent kompresije neenačba/enačba (2):

$$1,0 < n_k \leq 1,4 \quad (2)$$

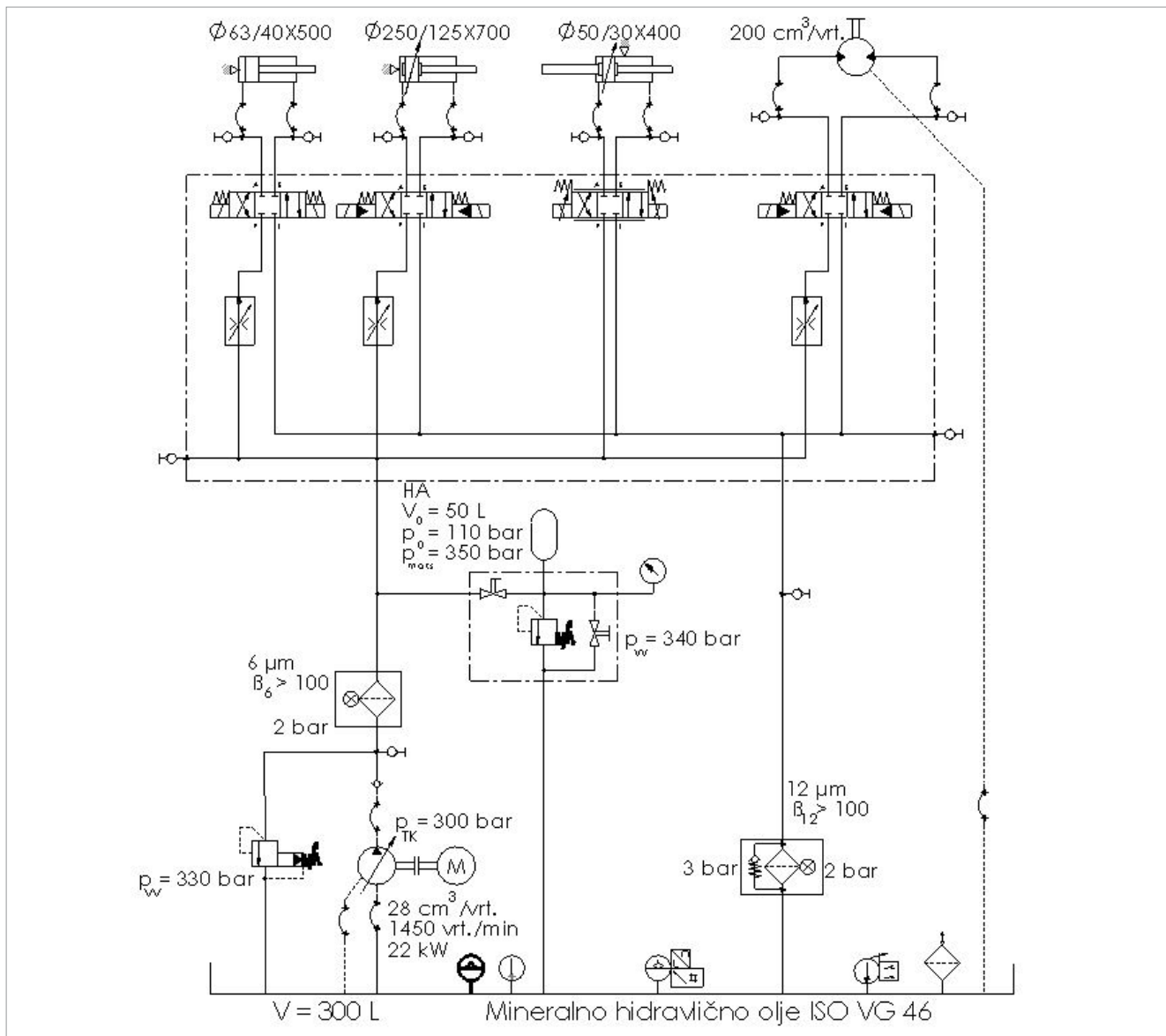
Bistvena naloga tovrstnih HA je dodajanje manjkajoče HK pod tlakom iz HA v HS; ob tem se plin v HA razteza. Tlak plina in istočasno tudi kapljevine v HS upada. V industrijskih HS dodajanje manjkajoče HK skoraj nikoli ne traja več kot 3 minute.

### 3 Pomembni - mejni 4 tlaki delovanja HA

Tlak  $p_0$  (sliki 1 in 2) izbere projektant HS. Tlak  $p_0$  je tlak predpolnitve HA. Do tega tlaka napolnimo plin (dušik) v HA, ko v HS ni tlaka; torej plin polnimo v HA, ko črpalka ne deluje. Kontrola tlaka  $p_0$  je občasen poseg rednega vzdrževanja. Ko vzdrževalna služba ob občasni (redni) kontroli ugotovi, da je tlak  $p_0$  v HA prenizek, mora ta tlak dvigniti. Dopolni/dvigne ga s polnjenjem iz ustrezne jeklenke preko plinskega priključka na HA. Tlak  $p_0$  mora biti izpisan v hidravlični shemi ob simbolu HA.

Tlak  $p_0$  znaša praviloma 60 % do 90 % tlaka  $p_{sp}$ . Če je razlika tlakov med  $p_0$  in  $p_{zg}$  velika (več deset barov oz. je  $p_0$  le približno polovica zgornjega delovnega tlaka  $p_{zg}$ ), naj projektant izbere za  $p_0$  le 60 % do 70 % spodnjega delovnega tlaka, torej  $p_0 = (0,6 \text{ do } 0,7) \times p_{sp}$ . Če je razlika manjša, je pa lahko  $p_0 \sim 0,8 \times p_{sp}$ . Za natančnejšo določitev pa mora projektant opraviti dokaj zahteven izračun spremembe prostornin ob termodinamičnih preobrazbah. Če tega ne opravi, naj »se drži« prej navedenega napotka. Vzdrževalna služba naj upošteva podatek v hidravlični shemi v upanju, da je projektant HS to pravilno določil oziroma izračunal. Če je treba meh v HA pogosto menjati zaradi poškodbe (praviloma vzdrži nekaj let), mora vzdrževalna služba preveriti ustrezne parametre ali izvesti kontrolni izračun - vzdrževanje je pač visoka stroka, ne samo »popravljanje okvar«. Če pa v uporabi HS spremenite parametre delovanja, se mora vzdrževalna služba tega zavedati ter ponovno tehnično-računsko preveriti oziroma določiti (izračunati) nove ustrezne parametre (tlake in prostornine HA).

Tlak  $p_{sp}$  je spodnji delovni tlak, to je tlak, pri katerem še vse izvršilne komponente (hidravlični cilindri (HC), hidromotorji (HM) in zasučni cilindri (ZC - tehni v shemi slike 4)) opravljajo delovne gibe z nominalnimi parametri (sile, hitrosti, navori). Tlak  $p_{sp}$  izbere projektant HS, vendar se mora zavedati, da nizek  $p_{sp}$  zahteva večje izvršilne komponente. Ob delovanju HA tlak HK upade do  $p_{sp}$ . Če je ta tlak enak tlaku  $p_0$ , bi sicer iz HA pridobili več potrebne HK pod tlakom, vendar bi pri batnem HA bat (slika 1) vsakokrat udaril v prirobnico HA, pri HA z meh (slika 2) pa bi se meh »podrgnil« po gobastem iztočnem ventilu, kar bi drastično skrajšalo uporabno dobo meha. To smo omenili že v prejšnjem odstavku.



Slika 4 : Hidravlična shema HS s 4 izvršilnimi komponentami (3 x HC in 1 x HM)

Tlak  $p_{ZG}$  je zgornji delovni tlak, to je tlak, pri katerem se glede na matematični model zanesljivo vključi iztekanje »manjkajoče« HK v HS. To je računsko najvišji tlak, pri katerem HA začne opravljati svojo funkcijo. To se sicer lahko začne že pri tlaku nad  $p_{ZG}$  (med  $p_{ZG}$  in  $p_{MAX}$ ), a to ni zanesljivo (vprašanje je, kdaj/v katerem trenutku delovnega procesa se vključi potreba po dodatni količini tlačne HK) in je torej za izračun zanesljiv le tlak  $p_{ZG}$ . To je razloženo v naslednjih dveh odstavkih.

Tlak  $p_{MAX}$  je najvišji tlak, ki ga doseže črpalka. Izbere ga projektant HS glede na dovoljeni najvišji obratovalni tlak črpalke, komponent (cevovodi, izvršilne komponente (HC, HM, ZV) in krmilje) v HS in najvišji dovoljeni tlak vgrajenih HA. Projektant tudi določi/izbere razliko tlakov  $p_{MAX} - p_{ZG}$ . Kadar v sistemu ni porabe HK pod tlakom (sistem »delovno miruje«), se črpalka pri tem tlaku ( $p_{MAX}$ ): 1. razbremeni preko razbremenilnega ventila (RV) -

pretaka količino HK preko RV brez tlaka, ali pa 2. deluje pod tlakom, a ne »proizvaja« pretoka; natančneje rečeno le toliko pretoka, kolikor so lekažne izgube HS. To lahko velja le za nekatere »regulacijske« črpalke.

Potem, ko se črpalka razbremeni preko RV, iz HA izteka toliko HK, kolikor je notranja lekaža HS (zunanje lekaže pa itak ne sme biti!). Torej tlak v HS (in tudi v HA) upada od  $p_{MAX}$  do  $p_{ZG}$ . Ko upade do  $p_{ZG}$ , se tlačno delovanje črpalke ponovno vključi. »Uporabno delovanje« HA se v sistemu začne nekje med  $p_{MAX}$  in  $p_{ZG}$ , odvisno torej od trenutka potrebe po dodatni količini HK v HS. Zanesljiv začetek dodajanja HK iz HA je torej pri tlaku  $p_{ZG}$  in zato v HS dodajano količino HK pod tlakom lahko zanesljivo računamo le v območju tlakov  $p_{ZG} - p_{SP}$ . Če pa je bil začetek praznjenja - dodajanja HK v HS nad tlakom  $p_{ZG}$ , smo imeli »slučajno srečo«, ki pa je le občasna.



Razliko tlakov  $p_{MAX} - p_{ZG}$  izbere projektant HS. Lahko jo izbere glede na razliko ploskvic varnostno-razbremenilnega ventila (enostavnejši HS - »na razpolago« so običajno razlike 10 %, 15 % in 25 %), lahko glede na histerezo tlačnega stikala, s katerim določi oba tlaka, ali pa dvojnega oziroma dveh tlačnih stikal, na katerih poljubno (ne glede na histerezo) izbere oba tlaka. Iz dosedanjega zapisa sledi, da se črpalka zelo pogosto tlačno razbremenjuje in ponovno obremenjuje, če je razlika tlakov  $p_{ZG} - p_{SP}$  zelo majhna (pod cca 10 bar), ali/in če je notranja lekaža HS velika, ali če je HA majhen. Če v HS ni porabe (izvršilne komponente ne delujejo), naj bi črpalka (črpalke) razbremenjeno delovala vsaj cca 2 minuti, še boljše če več. V fazi projektiranja je to možno računsko določiti s pomočjo izračunov notranje lekaže HS.

Še to: tlak  $p_o$  lahko kontroliramo brez merilne opreme direktno s pomočjo vgrajenega manometra poleg HA (slika 4) takrat, ko hidravlika ne deluje. Ko je HA napolnjen s HK pod tlakom vsaj nekako do  $p_{ZG}$ , zapremo zapirni ventil od sistema do HA in zelo malo odpremo zapirni ventil od HA (by-pass mimo varnostnega ventila) v rezervoar. Ker smo zelo malo odprli, tlak v HA zelo počasi upada. Skrbno gledamo manometer; vrednost tlaka na manometru počasi upada in nato od neke vrednosti v trenutku upade na vrednost nič. Tlak, pri katerem se to zgodi, je tlak  $p_o$ ; namreč, ko meh v HA s plinom popolnoma zapolni prostornino  $V_o$ , zaradi (skoraj) nestisljivosti HK tlak v trenutku upade s tlaka  $p_o$  na 0.

## 4 Zaključek

Zelo pogosto so HA vgrajeni v hidravličnih sistemih (HS) za občasno dodajanje HK pod tlakom v HS, kadar je potreba po tem nesorazmerno velika in kratkotrajna. Ni smotno dimenzionirati črpalk na tako velike, a kratkotrajne pretoke. Pri takšnih HS vgradimo ustrezno velike HA, enega ali več. Izračun ustrezne celotne prostornine  $V_o$  akumulatorja in določitev ostalih parametrov (vrsta HA, vseh 5 mejnih tlakov:  $p_o, p_{SP}, p_{ZG}, p_{MAX}, p_{MAX,HA}$ ) se izvede v fazi projektiranja HS.

V tem prispevku smo obravnavali značilne parametre delovanja HA. HS na sliki 4 ima vgrajen HA za dodajanje HK v sistem za tiste delovne operacije hidravlike, ko je poraba večja, kot je največja pretočna količina vgrajene črpalke.

Glavni projektant stroja poda projektantu hidravličnega sistema vrsto in število izvršilnih komponent ter potrebne sile (za HC), navore (za HM) in hitrosti delovanja. Včasih je treba v fazi projektiranja definirati tudi pospeške in pojemke izvršilnih komponent. Del tega, tudi ustrezne velikosti HC in HM, že podaja shema slike 4. Manjkajo pa hitrosti delovanja, sile in navori. Ko bodo ti parametri navedeni, bomo v članku naslednje številke Ventila podali postopek in matematični model za izračun potrebne prostornine  $V_o$  akumulatorja.

## Vir

- [1] Majdič, F., Pezdernik, J.: Interno gradivo LFT; rezultati meritev, raziskav, . . .

## Hydraulic Accumulator

### An additional source of hydraulic pressure energy in hydraulic systems (HS) with disproportionate consumption

#### Abstract:

Hydraulic accumulators are installed in numerous HS for various tasks, but mostly to add pressurized hydraulic liquid (HL) in HS. In some HS, a large, far above-average amount of pressurized liquid HL is required for a few briefly recurring working movements of one or two hydraulic cylinders (HC) or hydro-motors (HM) within a longer working process of machinery. It would be nonsensical and impractical to design appropriate high displacement pumps for very short periods of exceptionally large quantities HL.

Figure 3 is used to illustrate very briefly the thermodynamic basis for pressure and volume changes inside HA, simplified for ideal gas.

The paper presents the four typical pressures and associated volumes during working processes of piston and bladder types of HA. The physical principles during the working phases of the accumulator are also briefly described.

The 4<sup>th</sup> figure in the paper shows an example of the hydraulic scheme of a hydraulic circuit with HA. The method and mathematical model for calculating the required volume  $V_o$  of HA will be presented in the next issue of periodical magazine Ventil.

#### Keywords:

power-control hydraulics (PCH), hydraulic system (HS), hydraulic accumulator (HA), hydraulic component, hydraulic liquid (HL), thermodynamic

# ZADOVOLJSTVO IN OBREMENJENOST UČITELJEV V ČASU POUKA NA DALJAVO

Vesna Trančar

## Povzetek:

Prispevek prikazuje analizo rezultatov ankete o zadovoljstvu in obremenjenosti učiteljev v času pouka na daljavo. Izpostavljam izključno obremenjenost učiteljev v času pouka na daljavo, saj se učitelji pogosto (in tudi tokrat) potiskajo v ozadje, o njihovem delu, obremenjenosti in podobnem se ne govori oziroma se njihovo delo jemlje kot samo po sebi umevno. Namen ankete je bil ugotoviti, kako so se počutili učitelji v času pouka na daljavo. Izsledki raziskave bodo pripomogli k iskanju rešitev za boljše in kakovostnejšo organizacijo pouka na daljavo v prihodnje.

## Ključne besede:

pouk na daljavo, obremenjenost učiteljev, mnenja in predlogi anketiranih učiteljev

## Uvod

Ko je pandemija koronavirusne bolezni (COVID-19) ohromila življenje po vsem svetu, so se učitelji trudili, da bi svoje fizične učilnice preoblikovali v virtualne ali celo hibridne, učenci pa so se počasi začeli privajati na nove metode usvajanja znanj v spletnih učnih okoljih. Niti učitelji niti učenci se niso zavedali, ko so se na začetku prvega in kasneje drugega vala epidemije s knjigami in z drugimi učnimi pripomočki vračali iz šole domov, da jih čaka bolj naporno obdobje, kot so si ga sploh lahko predstavljali.

Učenci, dijaki in študenti (v nadaljevanju učenci) so se, predvsem v spomladanskem obdobju pouka na daljavo, počutili pod stresom, hkrati pa tudi nepovezano. Podobno, če ne še bolj, so se počutili tudi učitelji. Dodatni napori, s katerimi so se učitelji in profesorji (v nadaljevanju učitelji) soočili pri pouku na daljavo, so predstavljali močno fizično in čustveno obremenitev. Tuji viri ([1], [2], [3]) poročajo, da so učitelji v času pandemije COVIDA-19 delali dvakrat več in da so se počutili nenehno preobremenjeni in nezadovoljni.

Kot profesorica na srednji šoli sem prvi val pandemije COVIDA-19 doživljala na podoben način. Obremenjenost in izčrpanost zaradi več kot deseturnega sedenja na dan za računalnikom, dajanja pisnih navodil učencem, beleženja neaktivnih učencev, poročanja o neaktivnih učencih razrednikom in šolski svetovalni službi, analiziranja napredka učencev, preverjanja oddanih nalog učencev v spletnih učil-

nicah, biti na voljo učencem tudi ob sobotah, nedeljah in praznikih so stopnjevale še dodatne naloge vodstva šole.

## Cilji raziskave

Pouk na daljavo je prinesel učiteljem nove izkušnje in nove izzive. Prav tako kot učenci so dodatno obremenitev doživljali tudi učitelji. Z raziskavo sem želela izvedeti, kako so se učitelji počutili v času pouka na daljavo in kakšnih sprememb si želijo v primeru, da se tovrstna situacija v prihodnje še ponovi. Rezultate raziskave, ki bodo izziv celotnemu izobraževalnemu sistemu, bom poskušala predstaviti predstavnikom MIZŠ.

## Anketni vprašalnik

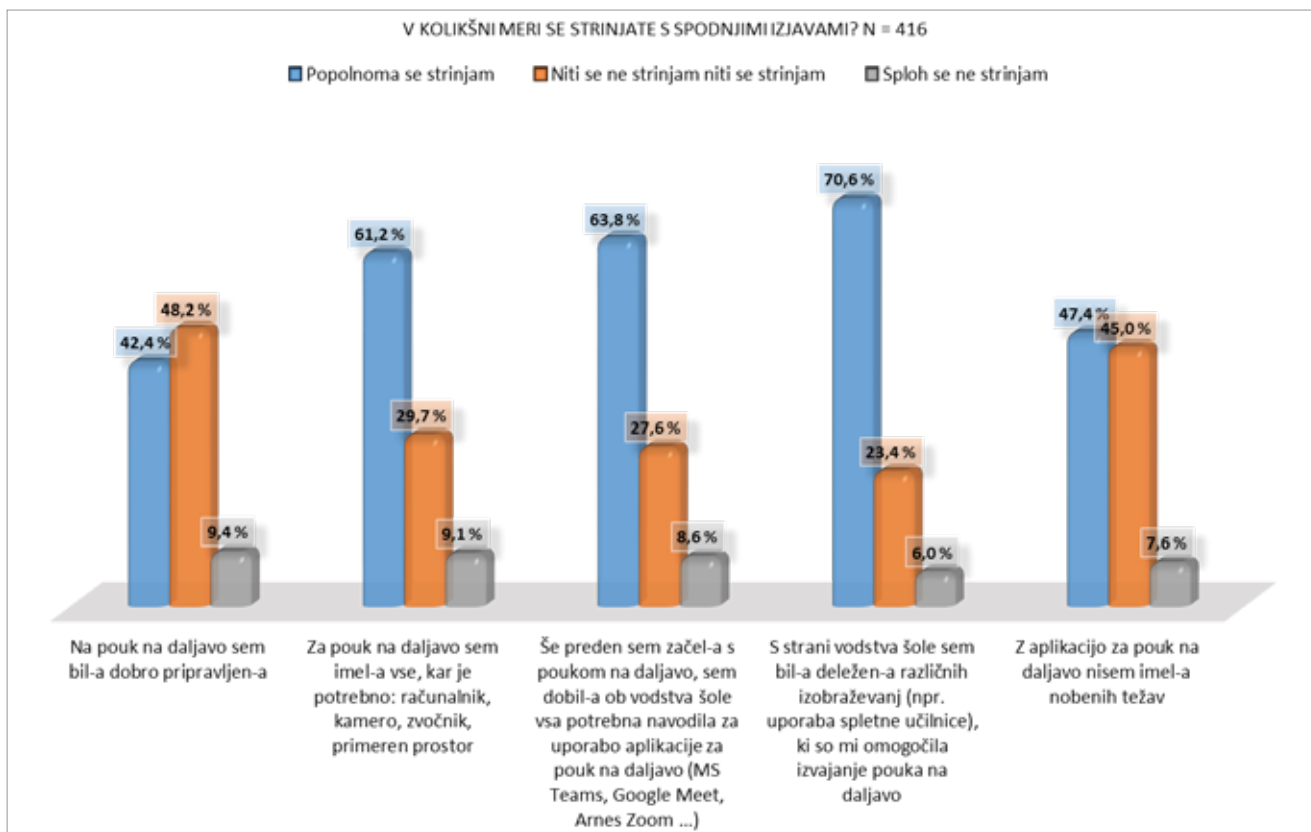
Anonimni anketni vprašalnik sem posredovala osnovnim in srednjim šolam. Uporabila sem bazo naslovov šol, ki je javno objavljena na spletu. Anкета je potekala od 22. 12. 2020 do 17. 1. 2021.

Anketa je vsebovala osem vprašanj in je zajemala vprašanja matričnega tipa, vprašanja z možnostjo ABC odgovorov, dve vprašanji sta vsebovali stopenjske lestvice, zadnji dve vprašanji, ki nista bili obvezni, pa sta anketirancem dopuščali, da so zapisali svoje pobude, mnenja, pripombe in predloge.

## Rezultati ankete in interpretacija

Na anketo je odgovarjalo 416 anketirancev. 37,7 % vseh anketirancev poučuje na osnovni šoli, 27,6 % anketirancev poučuje na srednji šoli, 1,2 % anketirancev kombinira pouk na srednji, osnovni šoli ali

Dr. Vesna Trančar, univ. dipl. inž, ŠC Ptuj



Slika 1: Pripravljenost učiteljev na pouk na daljavo

višji in visoki šoli, 0,5 % vprašanih pa poučuje le na višji oz. visoki šoli.

Na vprašanje »V kolikšni meri se strinjate s spodnjimi izjavami glede pouka na daljavo?« so anketiranci lahko izbirali med tremi trditvami, in sicer popolnoma se strinjam, niti se ne strinjam niti se strinjam, sploh se ne strinjam. Rezultati so pokazali, da je bilo 42,4 % anketirancev na pouk na daljavo dobro pripravljenih, 9,4 % anketirancev je na to vprašanje odgovorilo nikalno, 48,2 % pa je bilo neopredeljenih.

S trditvijo »Za pouk na daljavo sem imel/-a vse, kar je potrebno: računalnik, kamero, zvočnik, primeren prostor« se je popolnoma strinjalo 61,2 % anketirancev, 9,1 % anketirancev je odgovorilo nikalno oz. se s trditvijo sploh ni strinjalo, 29,7 % anketirancev je ostalo neopredeljenih oz. se s trditvijo ni niti strinjalo niti ne strinjalo.

Na anketno vprašanje »Še preden sem začel/-a s poukom na daljavo, sem dobil/-a od vodstva šole vsa potrebna navodila za uporabo aplikacije za pouk na daljavo (MS Teams, Google Meet, Arnes Zoom ...)« se je popolnoma strinjalo 63,8 % anketirancev, 8,6 % anketirancev se sploh ni strinjalo, 27,6 % vprašanih je ostalo neopredeljenih.

S trditvijo »S strani vodstva šole sem bil/-a deležen/-a različnih izobraževanj (npr. uporaba

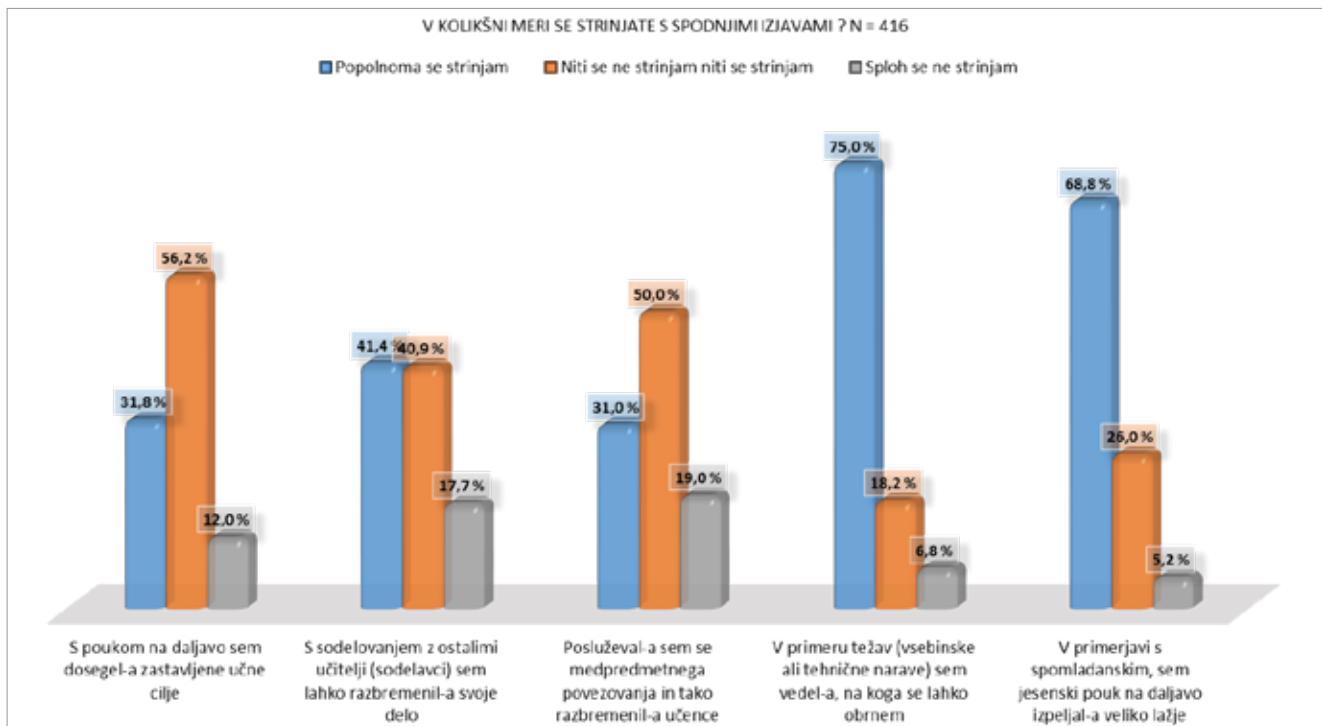
spletne učilnice)« se je popolnoma strinjalo 70,6 % anketirancev, 6,0 % anketirancev se s trditvijo sploh ni strinjalo, 23,4 % anketirancev je ostalo neopredeljenih.

Na trditve »Z aplikacijo za pouk na daljavo nisem imel/-a nobenih težav« so se anketiranci odzvali na naslednji način: popolnoma se je strinjalo 47,4 % anketirancev, 7,6 % anketirancev se sploh ni strinjalo, 45,0 % vprašanih je ostalo neopredeljenih. Odzivi na trditve so prikazani na *sliki 1*.

S trditvijo »S poukom na daljavo sem dosegel/-a zastavljene učne cilje« se je popolnoma strinjalo 31,8 % anketirancev, 12,0 % anketirancev se sploh ni strinjalo, 56,2 % anketiranih je ostalo neopredeljenih.

Z anketno trditvijo »S sodelovanjem z ostalimi učitelji sem lahko razbremenil/-a svoje delo« se je popolnoma strinjalo 41,4 % anketirancev, 17,7 % anketirancev je odgovorilo nikalno oz. se s trditvijo sploh ni strinjalo, 40,9 % anketirancev je ostalo neopredeljenih.

S trditvijo »Posluževal/-a sem se medpredmetnega povezovanja in tako razbremenil/-a učence« se je popolnoma strinjalo 31,0 % anketirancev, 19,0 % anketirancev je odgovorilo nikalno oz. se s trditvijo sploh ni strinjalo, 50,0 % anketirancev je ostalo neopredeljenih.



Slika 2 : Izvedba in realizacija pouka na daljavo

Z naslednjo trditvijo »V primeru težav (vsebinske ali tehnične narave) sem vedel/-a, na koga se lahko obrnem« se je popolnoma strinjalo 75,0 % anketirancev, 6,8 % anketirancev se sploh ni strinjalo, 18,2 % vprašanih je ostalo neopredeljenih.

S trditvijo »V primerjavi s spomladanskim sem jesenski pouk na daljavo izpeljal/-a veliko lažje« se je popolnoma strinjalo 68,8 % anketirancev, 5,2 % anketirancev je odgovorilo nikalno oz. se s trditvijo sploh ni strinjalo, 26,0 % anketirancev je ostalo neopredeljenih (slika 2).

V okviru vprašanja »Kakšen je bil odnos vodstva šole (ravnatelj/-ice) do vas v času pouka na daljavo?« so lahko anketiranci izbirali med različnimi možnostmi. Izbrali so lahko več ponujenih odgovorov. Slika 3 jasno kaže, da je 18,9 % anketirancev izbralo trditev, da jih je vodstvo šole pri delu podpiralo, 10,7 % anketirancev je izbralo odgovor, da jih je vodstvo šole pri delu motiviralo, 4,9 % anketirancev je izbralo odgovor, da jim je vodstvo šole nalagalo dodatna dela in obremenitve, 9,1 % anketirancev je izbralo trditev, da je vodstvo šole spoštovalo njihov prosti čas, 20,9 % anketirancev trdi, da so bili s strani vodstva šole redno informirani o odločitvah MIZŠ, 17,2 % anketirancev je pritrnilo, da jim je vodstvo šole dopuščalo svobodo in avtonomijo, 18,3 % anketirancev je pritrnilo, da se je vodstvo šole zavzemalo za reševanje njihovih težav s tehnologijo, starši, učenci in podobno.

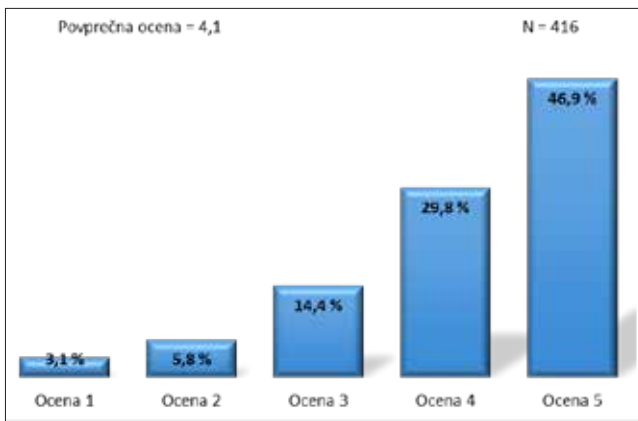
Na vprašanje »Kako močno ste bili obremenjeni pri pouku na daljavo v primerjavi s poukom v razre-

du?« so lahko anketiranci izbirali med ocenami od 1 do 5, pri čemer je ocena 1 pomenila, da pri pouku na daljavo niso bili nič bolj obremenjeni, ocena 5 pa, da so bili bistveno bolj obremenjeni v primerjavi s poukom v razredu. Oceno 1 je izbralo 3,14 % vprašanih, 5,76 % vprašanih je izbralo oceno 2, 14,4 % vprašanih oceno 3, 16,7 % vprašanih oceno 4, oceno 5 pa je izbralo 46,9 % vprašanih. Povprečna ocena obremenjenosti učiteljev v času pouka na daljavo znaša celo 4,1, kar je razvidno s slike 4.

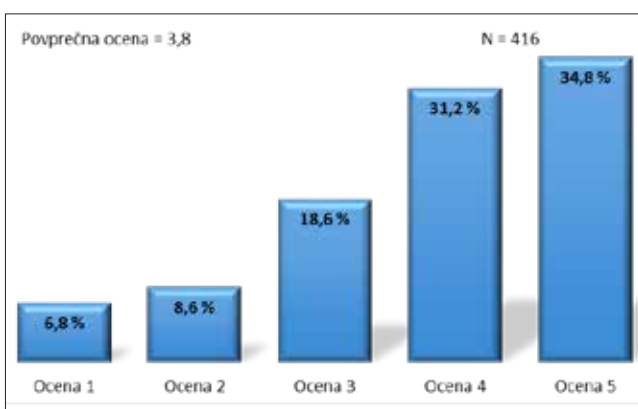
Podobno kot na predhodno vprašanje so anketiranci na vprašanje »Ste v času pouka na daljavo doživljali dodatni napor v primerjavi s poukom v razredu?« odgovarjali z izbiro ocen od 1 do 5, pri čemer je ocena 1 pomenila, da niso doživljali dodatnega napora, ocena 5 pa, da so pri pouku na daljavo do-



Slika 3 : Odnos vodstva šole do zaposlenih v času pouka na daljavo



**Slika 4 :** Kako močno ste bili obremenjeni pri pouku na daljavo v primerjavi s poukom v razredu?



**Slika 5 :** Ste v času pouka na daljavo doživljali dodaten napor v primerjavi s poukom v razredu?



**Slika 6 :** Kaj vam je pri pouku na daljavo najpogosteje povzročalo težave?

življali dodatna stres in napor. Povprečna ocena anketirancev znaša 3,8, kar pomeni, da so v povprečju anketirani učitelji doživljali dodaten napor in s tem povezan stres (slika 5).

Na vprašanje »Kaj vam je pri pouku na daljavo najpogosteje povzročalo težave?« so lahko anketiranci izbirali med različnimi odgovori. Vprašanje je bilo

tudi odprtega tipa, pri čemer so lahko anketiranci zapisali težave, s katerimi so se pri pouku na daljavo soočili. 13,8 % vprašanih je izbralo trditev, da jim je težave povzročala uporaba izbrane aplikacije, 6,9 % vprašanih je potrdilo, da so jim težave povzročali starši učencev, 26,3 % vprašanih so težave povzročali učenci sami, 7,4 % vprašanih je bilo dodatno obremenjenih s strani vodstva šole, 10,5 % vprašanih je imelo težave z računalniško opremo, 17,4 % vprašanih je nevednosti povzročala internetna povezava, 9,8 % vprašanih za nemoteno delo ni imelo primerne prostora, 8,0 % vprašanih je izpostavilo druge težave, povezane s pripravami povsem novega gradiva, težave z izdelki učencev, starejši učitelji so naleteli na izzive sodobne IKT-tehnologije in s tem povezanim časom, ki so ga morali dodatno žrtvovati, da so se naučili novih spletnih veščin ipd., kar prikazuje slika 6. Zanimiv odgovor anketiranca, v katerem se najde verjetno vsak učitelj, je: »Nikoli končan delovni dan.«

### Pripombe, mnenja in predlogi anketiranih učiteljev

Na vprašanje odprtega tipa »Kaj bi želeli pri pouku na daljavo izboljšati ali spremeniti?« sem prejela 225 odgovorov. Na kratko jih povzemam.

Učitelji pogrešajo: večjo pripravljenost na pouk na daljavo; resen in odgovoren pristop učencev in večji nadzor staršev nad delom učencev; višjo stopnjo samostojnosti in medsebojnega sodelovanja učencev; dodelane aplikacije za preverjanje in ocenjevanje znanja, saj so trenutna tehnična orodja za ocenjevanje znanja na daljavo pomanjkljiva, na primer pri pouku športa bi bila primerna aplikacija, ki verodostojno dokumentira učenčeve športne aktivnosti, pri ostalih predmetih pa aplikacija, ki bi preprečevala goljufije pri preverjanju znanja in samostojnem delu učencev. Pouk na daljavo je razkril dejstvo, da nekateri učenci sploh niso navajeni na samostojno delo.

Učitelji med predlogi in pripombami opozarjajo na potrebe po: nujni spremembi učnih načrtov, saj otroci potrebujejo dodatne prilagoditve in zmanjšanje obsega učnih vsebin; individualni podpori šibkejšim učencem; modelu ovrednotenja sodelovanja otrok; pogostejših medpredmetnih povezavah, s katerimi bi razbremenili učence in učitelje; računalniškem opismenjevanju učencev od 1. razreda OŠ dalje; večjem sodelovanju učiteljev in izmenjavi priprav, vaj, nalog, kvizov, videov, skratka gradiv za hitrejšo in boljše pripravo na pouk; poenotenju števila ur za določen predmet oz. modul na nacionalni ravni, ne le v okviru pouka na daljavo, temveč tudi na splošno; odpravi neenakomerne obremenitve učiteljev; računalniški podpori učiteljem s strani vodstva šole; zmanjšanju obremenitev učencev in učiteljev, ki jih prinašajo projekti; izobraževanju s področja IKT; navsvetih in podpori pri motiviranju dijakov; konkretnih

navodilih MIZŠ glede tistih učnih vsebin, ki se lahko izpustijo, in tistih, ki se morajo izključno predelati; službenih prenosnikov, kamerah in mikrofoni; večji učiteljevi svobodi in avtonomiji ...

### Analiza stanja o zadovoljstvu in obremenjenosti učiteljev v času pouka na daljavo

Rezultati so pokazali, da je bila le slaba polovica anketirancev (42,4 %) na pouk na daljavo dobro pripravljena, le 61,2 % anketirancev pa je imelo na voljo vso računalniško opremo in primeren prostor. Le slaba polovica anketirancev (47,4 %) se lahko pohvali, da z aplikacijo za pouk na daljavo ni imela nobenih težav. Slaba tretjina anketirancev (31,8 %) lahko trdi, da ji je kljub pouku na daljavo uspelo doseči zastavljene učne cilje. Slaba polovica anketirancev (41,4 %) je razbremenila svoje delo s sodelovanjem z ostalimi učitelji, le tretjina pa z medpredmetnimi povezavami.

Glede odnosa vodstva šole do učiteljev v času pouka na daljavo rezultati ne kažejo najboljše slike. Le slaba petina (18,9 %) anketirancev lahko pritrди, da jih je vodstvo šole pri delu podpiralo, le 10,7 % vprašanih pravi, da jih je vodstvo šole pri delu motiviralo, 4,9 % anketirancev izjavlja, da jim je vodstvo šole nalagalo dodatna dela in obremenitve, le 9,1 % anketirancev pravi, da je vodstvo šole spoštovalo njihov prosti čas, 17,2 % vprašanih ima občutek, da jim je vodstvo šole dopuščalo svobodo in samo 18,3 % vprašanih trdi, da si je vodstvo šole prizadevalo rešiti njihove težave pri pouku na daljavo.

Analiza je pokazala, da so bili učitelji v primerjavi s poukom v razredu veliko bolj obremenjeni. Povprečna ocena obremenjenosti znaša celo 4,1.

Največ težav pri pouku na daljavo so anketirancem predstavljali učenci (26,3 %), sledi internetna povezava (17,4 %), aplikacije za pouk na daljavo (13,8 %), računalniška oprema (10,5 %), primeren prostor za pouk (9,8 %) in starši učencev (6,9 %).

### Zaključek

Po preteklem letu nam je vsem jasno, da delo na daljavo ne bo muha enodnevnica, ampak vsaj del-

no tudi način poučevanja v prihodnje. Iz prispevka lahko razberemo, da je delo na daljavo vse prej kot »easy job«. Po preteku obdobja COVID-19 je veliko zadev še nerešenih, nejasnih oz. »razglašanih«. Ne glede na to, da se bo pouk ponovno vrnil v učilnice, je vsekakor treba odgovoriti na mnoga vprašanja: kako delati na daljavo in ohraniti visoko učinkovitost učiteljev ter motiviranost učencev, pri tem pa razmišljati tudi o zmanjševanju obremenjenosti učiteljev, ne samo učencev, saj je raziskava pokazala, da je bila stopnja obremenjenosti učiteljev celo 4,1 po petstopenjski lestvici; kako v prihodnje izboljšati podporo vsem deležnikom izobraževalnega procesa, tako na področju računalniškega izobraževanja (aplikacije za delo na daljavo) kot na področju dostopa do spletnih interaktivnih vsebin; kako med učitelji izboljšati pretok informacij in bolje izkoristiti medpredmetne povezave; kako se lotiti prilagoditev normativov in standardov pedagoškega dela na daljavo; kako pripraviti vodstva šol na nov način načrtovanja in usmerjanja dela, da bodo znala spoštovati prosti čas učiteljev, enakomerno in zmerno dodeljevati delovne naloge ter ohranjati avtonomijo učiteljev.

V zaključku se želim zahvaliti vsem učiteljem za čas, ki so ga namenili reševanju anketnega vprašalnika, za pripombe, predloge, mnenja in pobude, brez katerih prispevek ne bi dobil dodane vrednosti, hkrati pa tudi ravnateljem, da so anketo posredovali svojim učiteljem.

### Viri in literatura

- [1] Beth Pandolpho, B. (2020): Managing the Virtual and Hybrid Teaching Workload. Dostopno na <https://www.edutopia.org/article/managing-virtual-and-hybrid-teaching-workload>.
- [2] Schwartz, L. (2020): What Teachers in China Have Learned in the Past Month. Dostopno na <https://www.edutopia.org/article/what-teachers-china-have-learned-past-month>.
- [3] Terada, Y., in Merrill, S. (2020): The 10 Most Significant Education Studies of 2020. Dostopno na <https://www.edutopia.org/article/10-most-significant-education-studies-2020>.

## Internetno krmiljena pnevmatična stiskalnica

### Abstract:

This paper presents an analysis of the results of the survey on teacher satisfaction and workload during distance learning. It points out the exclusive workload of teachers during distance learning, as teachers are often pushed into the background, this time as well, their work, workload and efforts are not taken into consideration, or their work is taken for granted. The purpose of the survey is to find out how teachers felt during distance learning. The results of the research will help to find solutions for a better and higher quality organization of distance learning in the future.

### Keywords:

distance learning, teacher workload, opinions and suggestions of surveyed teachers



4. mednarodna konferenca o tribologiji polimerov, PolyTrib 2020, ki je bila načrtovana za 28. in 29. september 2020 na Bledu, je zaradi še vedno neugodne situacije z boleznijo Covid-19 **prestavljena na leto 2022.**

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

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

Zahvaljujemo se za razumevanje in podporo.

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



## SPLAČA SE BITI NAROČNIK



### ZA SAMO 50€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 številk)
- 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



Revija v  
hrvaškem  
jeziku

### ZA SAMO 20€ DOBITE:

- celoletno naročnino na revijo IRT3000 (4 številke)
- strokovne vsebine na več kot 200 straneh
- vsakih 14 dni e-novice IRT3000 na osebni elektronski naslov
- možnost ugodnejšega nakupa strokovne literature
- vsak novi naročnik prejme majico in ovratni trak

### DIGITALNA NAROČNINA



Na voljo tudi naročnina na digitalno različico revije za uporabo **V BRSKALNIKU** in **NA MOBILNIH NAPRAVAH**

### BUTIK IRT3000



Naša ekskluzivna spletna trgovina kakovostnih izdelkov s prepoznavnim dizajnom vaše priljubljene revije za inovacije, razvoj in tehnologije.

**NAROČITE SE!**

051 322 442

[info@irt3000.si](mailto:info@irt3000.si)

[www.irt3000.si/narocilo-revije](http://www.irt3000.si/narocilo-revije)

**WWW.IRT3000.COM**

## PRIJEMALO DHPL Z DOLGIMI GIBI

Za prijemanje in dviganje velikih predmetov so potrebna prijemala z dolgimi gibi in velikimi območji prijemanja. Ti dve zahtevi izpolnjuje novo prijemalo DHPL z dolgimi gibi, ki je namenjeno tako za notranje kot za zunanje prijemanje ter je hkrati zelo natančno kljub presenetljivo majhni masi. Prijemalo je idealno za prijemanje škatel za zlaganje, palet za nalaganje, preoblikovanih izdelkov in držanje odprtih vreč.

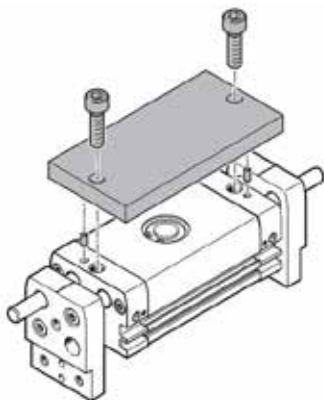


Slika 1: Prijemalo z dolgimi gibi DHPL

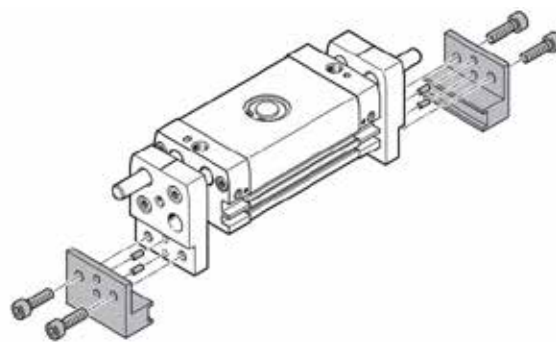
Prijemanje s prijemali DHPL je enostavno, varno in ima ravno pravo stopnjo togosti. Zahvaljujoč robustnosti in odpornosti na obrabo prijemalo izpolnjuje vse zahteve uporabnikov, ki jih ti pričakujejo od prijemala z dolgimi hodi. Hkrati pa je dovolj lahko.

Prijemalo je opremljeno s senzorji, ki zaznavajo stanje prijemala in posredujejo signale za nadaljnje korake v procesu. To pomeni, da so pomembni podatki vedno razpoložljivi, to pa omogoča popoln nadzor procesa strege.

Novo prijemalo DHPL ima prvovrstne funkcije, kot je na primer blažilnik za prevzemanje sunkov ali



Slika 2: Vmesna plošča xyz za pritrnitev zadaj ali s strani



Slika 3: Pritrditveni kotnik °

### Tehnični podatki

Velikost	DHPL-10		DHPL-16		DHPL-20		DHPL-25		DHPL-32		DHPL-40	
Gib prijemala na prijemalno čeljust [mm]	20	60	30	80	40	100	50	120	70	160	100	200
Prijemalne sile pri 0,6 MPa, zapiranje [N]	27 ... 508											
Masa [g]	251	377	499	802	1407	883	2297	1447	4154	2634	4480	6480
Pnevmatski priključek	M5								G1/8			
Območje delovnega tlaka [MPa]	0,2 ... 0,8		0,15 ... 0,8									
Čas zapiranja [s]	≤0,2											
Ponovljivost [mm]	≤0,03											
Temperatura okolice [°C]	-10 ... +60											
Stopnja zaščite	IP54											



vmesnik za prijemalne prste ali pritrdilne kotnike, ne potrebuje vzdrževanja ter nudi široke možnosti zaznavanja. Vse to pomeni, da je primerno za številne naloge pri stregi.

Velikosti prijemal DHPL so: 10, 16, 20, 25, 32 in 40. Območje prijemanja na posamezni prst je od 20 mm pri DHPL do 10 do 200 mm in do 200 mm pri DHPL - 40. Prijemne sile so v območju med 27 in 508 N. Masa prijemal pa je od 251 do 6480 g glede na velikost prijemala. Priključki pri manjših prijemal-

lih so M5, pri večjih pa G1/8. Delovni tlak je v območju med 0,15 in 0,8 MPa. Čas zapiranja je manjši od 0,2 s, natančnost ponovljivosti pa je manjša od 0,03 mm. Prijemala so primerna za temperaturno območje med -10 °C in +60 °C.

#### 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

## DVIGANJE, VRTENJE IN BLOKIRANJE

Nastavljive vpenjalne ročice so med najpomembnejšimi standardnimi elementi za vpenjanje in pritrjevanje. Uporabljajo se za najrazličnejše namene in temu primerno raznolika je tudi paleta ročic Eles+Ganter, ki smo jo dodatno osvežili z modeli, ki so še prijaznejši do uporabnikov.



Nastavljive vpenjalne ročice

Že več kot 50 let ima Eles+Ganter v svoji ponudbi standard med nastavljivimi vpenjalnimi ročicami: Naš model GN 300 je brezčasen, a sodoben in primeren za praktično vse vrste uporabe. Poleg tega predstavlja osnovo za družino vpenjalnih ročic, ki jo je ustvarilo podjetje Eles+Ganter, z izvedbami, ki so primerne za specifične vrste uporabe, ali v neserijskih dimenzijah in z dodatnimi funkcijami.

Tip GN 307 ima tako na primer vgrajen pomemben dodatni del: fiksno podložko iz kaljenega jekla, ki se pri zategovanju ne vrtil in tako ščiti vpenjalno površino pred poškodbami, hkrati pa povečuje naležno površino. Kljub dodatni podložki je dolžina navoja enaka kot pri dosedanjih modelih, tako da so med sabo izmenljivi. Tudi model GN 300.4 ima povečano, povsem okroglo vpenjalno površino. V podložko je integriran aksialni kroglični ležaj, ki zmanjša trenje pri zategovanju in

tako omogoča podvojitve vpenjalne moči.

Pri specifično oblikovanih zatezih sornikih pa je na voljo model GN 306 - tu najdete sornike s sprednjimi deli iz medenine ali umetne mase, utrjenimi konicami, krogličnimi sorniki in take z okroglim pritisknim delom, ki bolje porazdelijo pritiskno silo. Za uporabo v okoljih, ki povzročajo korozijo, sta na voljo različici iz nerjavnega jekla GN 300.5 (mat peskana) kot tudi GN 300.6 (elektropolirana). Oblikovna geometrija brez vdolbin s fiksirnim vijakom z zunanjim šestrobnim navojem zmanjša dovzetnost za kontaminacijo, ter nabiranje tekočin.

Za visoke higienske standarde je tu na voljo GN 305, ki je na preskusu DGUV izpolnila standarde za higijensko zasnovano. Združuje konstrukcijo povsem brez mrtvega prostora, masiven ročaj iz nerjavnega jekla kot tudi higijensko zatesnitev med vstavkom vijaka in naležno površino.

Seveda pa smo optimizirali tudi klasični model GN 300. Sedaj je na voljo izjemno kratka ročica, ki z 22 mm dolžine zmanjša potrebni prostor za zategovanje in je namenjena predvsem za lahke vrste uporabe, npr. z navoji M3 in M4. Ročaj GN 300 iz cinkove tlačne litine je na voljo v različnih barvah, puša in fiksirni vijak sta v podrazličici GN 300.1 narejena iz nerjavnega jekla, pri GN 300.2 pa iz pocinkanega in modro pasiviranega jekla - konec koncev pri Eles+Ganter vedno sledimo najnovejšemu razvoju tehnike.

#### Vir:

ELESA+GANter Austria GmbH, Franz Schubert-Straße 7, AT-2345 Brunn am Gebirge, Tel.: +43 2236 379 900 23, Fax: +43 2236 379 900 20, e-mail: j.plesnik@elesa-ganter.at, GSM: 386 41 362 859, internet: [www.elesa-ganter.at](http://www.elesa-ganter.at)



# SIGNALNI STOLPIČI SERIJE LR PODJETJA PATLITE

Podjetje PATLITE predstavlja signalne stolpiče serije LR z izjemno svetlimi LED-diodami, modularno zasnovo in široko izbiro možnosti za uporabo v najbolj zahtevnih aplikacijah.

Podjetje PATLITE ima v svojem proizvodnem programu že od leta 1947 najsodobnejšo opremo za procesno in proizvodno avtomatizacijo. Z inovativnim pristopom in robustnim dizajnom, podprtim z dolgoletnimi izkušnjami iz industrije, ter močno zavezanostjo varnosti in zaščiti je PATLITE postal najbolj poznan svetovni proizvajalec vizualnih in zvočnih signalnih naprav.

LED-signalni stolpiči serije LR so na voljo v različnih premerih, v modularni izvedbi. Nekateri modeli imajo možnost zvočnega alarma, določene je možno povezovati v omrežje, npr. Ethernet.

Značilnosti stolpičev serije LR:

- ▶ posodobljen sistem svetilnih elementov zagotavlja izredno vidljivost tudi z daljše razdalje;
- ▶ modularna zasnova »Twist and Lock« omogoča izbiro poljubnih barvnih LED-enot in zvočnih modulov;
- ▶ elegantna, gladka oblika in robustna konstrukcija ohišja za zmogljivosti v težkih okoljih z zaščito IP65;
- ▶ na voljo so raznobarvni in večbarvni (kot npr. LR6-E-MZ) LED-moduli;
- ▶ možnost montaže na 4 različne načine: neposredna, nosilni drog z L-pritrditvijo, nosilni drog s krožnim nosilcem in nosilni drog z zložljivim nosilcem;
- ▶ napajanje DC24V ali AC100-240V;
- ▶ ohišje v beli ali srebrni barvi;
- ▶ popolnoma zaprt zvočni modul ohranja zaščito pred vodo in prahom, hkrati pa proizvaja glasen zvok v vseh smereh;
- ▶ svetilni moduli so na voljo v prozorni ali barvni izvedbi.

Vir:

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

## LR4<sub>40mm</sub>



### Lastnosti

Ø40	Modularna izvedba	4 zvoki	85dB/1m	IP65
-----	-------------------	---------	---------	------

Nazivna napetost: DC24V, AC100-240V  
 Vrsta namestitve: Neposredna (N)  
 Nosilni drog z L-pritrditvijo (L)  
 Nosilni drog s krožnim nosilcem (K)  
 Nosilni drog z zložljivim nosilcem (Q)  
 Material: Polikarbonat  
 Priključev: Kabelska  
 Barva svetilnega modula: Prozorna, rdeča, oranžna, zelena, modra  
 Brezžična povezava: NE

## LR5<sub>50mm</sub>



### Lastnosti

Ø50	Modularna izvedba	4 zvoki	85dB/1m	IP65
-----	-------------------	---------	---------	------

Nazivna napetost: DC24V, AC100-240V  
 Vrsta namestitve: Neposredna (N)  
 Nosilni drog z L-pritrditvijo (L)  
 Nosilni drog s krožnim nosilcem (K)  
 Nosilni drog z zložljivim nosilcem (Q)  
 Material: Polikarbonat  
 Priključev: Kabelska, sponke  
 Barva svetilnega modula: Prozorna, rdeča, oranžna, zelena, modra  
 Brezžična povezava: DA

## LR6<sub>60mm</sub>



### Lastnosti

Ø60	Modularna izvedba	4 zvoki	85dB/1m	IP65
-----	-------------------	---------	---------	------

Nazivna napetost: DC24V, AC100-240V  
 Vrsta namestitve: Neposredna (N)  
 Nosilni drog z L-pritrditvijo (L)  
 Nosilni drog s krožnim nosilcem (K)  
 Nosilni drog z zložljivim nosilcem (Q)  
 Material: Polikarbonat  
 Priključev: Kabelska, sponke, konektor M12  
 Barva svetilnega modula: Prozorna, rdeča, oranžna, zelena, modra, multi-color LED  
 Brezžična povezava: DA

## LR7<sub>70mm</sub>



### Lastnosti

Ø70	Modularna izvedba	4 zvoki	80dB/1m	IP65
-----	-------------------	---------	---------	------

Nazivna napetost: DC24V  
 Vrsta namestitve: Neposredna (N)  
 Nosilni drog s krožnim nosilcem (K)  
 Nosilni drog z zložljivim nosilcem (Q)  
 Material: Polikarbonat  
 Priključev: Kabelska, sponke  
 Barva svetilnega modula: Prozorna, rdeča, oranžna, zelena, modra  
 Brezžična povezava: NE

## Nova generacija e-verig



### energijska veriga E4Q

- 10 % manjša teža
- 20 % večja stabilnost
- 40 % hitrejše polnjenje
- 100 % večja izvlečna trdnost prečk



**HENNLICH**

Pokličite nas:  
041 386 035



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

## OSNI REDUKTOR DATORKER® ZA KOMPAKTNO IN NATANČNO POZICIONIRANJE

HIWIN – dobavitelj linearne pogonske tehnologije s sedežem v Offenburgu širi svojo ponudbo izdelkov. Novost so osni reduktorji za doseganje natančnega pozicioniranja DATORKER.



Osni reduktor

DATORKER-ji so reduktorji z visokim menjalnim razmerjem, običajno so opremljeni z valjčnimi ležaji v X-konfiguraciji. Zaradi teh tehničnih lastnosti je reduktor popoln za uporabo v robotih in vrtljivih enotah v industrijskih sistemih, na primer tudi pri natančnih rezkalnih strojih in medicinski opremi.

Zaradi visokih prestavnih razmerij, ki so od 50 do 120, in mehanske zasnove brez zračnosti lahko dosežejo tudi zelo visoko natančnost pozicioniranja –

vse to pri majhnih dimenzijah in majhni masi!

HIWIN ponuja pet različnih velikosti: od navadnih reduktorjev do končnega reduktorja z izhodnim ležajem in zatesnjenim ohišjem.

Reduktorji so opremljeni z odprtino za gred motorja in moznikom ali pa z luknjo. To pomeni, da je mogoče pnevmatične ali električne vode voditi neposredno skozi gonilo.

Zobniška gonila DATORKER® so predstavljena na spletnem portalu HIWIN na naslovu: <https://www.hiwin.de/en/Produkte/Wellgetriebe/c/4934>.

Tam je mogoče najti tudi druge dokumente, kot so na primer navodila za sestavljanje in modeli CAD, ki so na voljo za prenos v vseh običajnih oblikah izmenjave 24 ur na dan, 7 dni v tednu.

### Vir:

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



### Vitka proizvodnja.

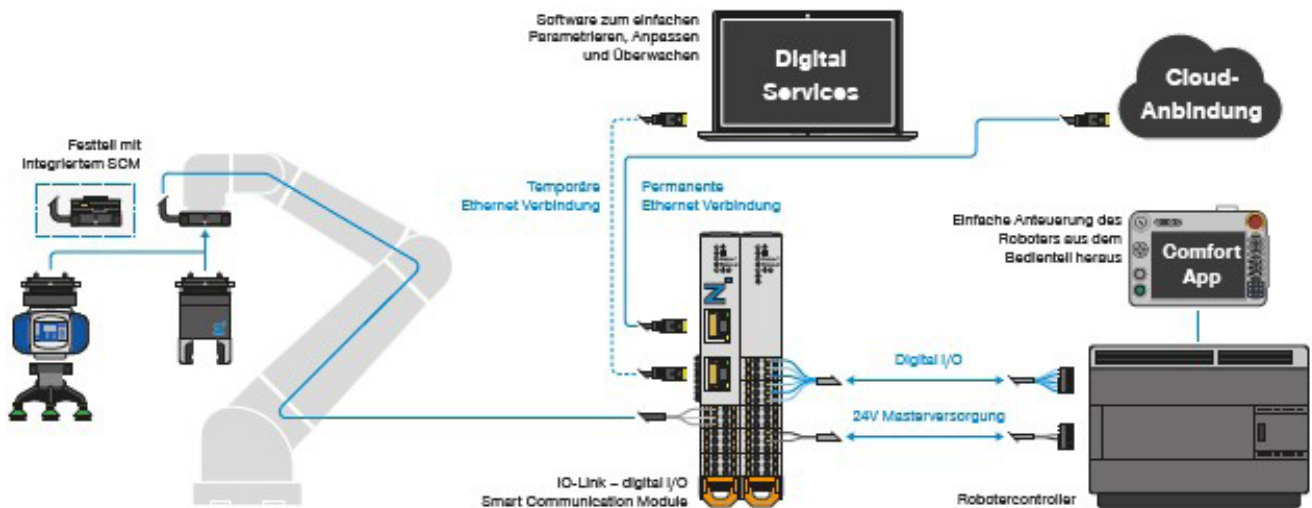
item. Your ideas are worth it.®

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

[www.inotech.si](http://www.inotech.si) **INOTEH**  
A BIBUS GROUP COMPANY  
Inotech d.o.o. K Železnici 7 2345 Bistrica ob Dravi

# UNIVERZALNI “END-OF-ARM” EKOSISTEM MATCH

Univerzalni komunikacijski vmesnik MATCH vključuje široko paleto funkcij in je združljiv z vsemi običajnimi lahкими roboti na trgu – idealen sistem za kobote in običajne 6-osne robote.



Slika 1 : Ekosistem MATCH

Nova platforma MATCH skupine Zimmer Group združuje najboljše iz dveh svetov prijemanja, is sicer is sveta mehanskih prijemal in sveta vakuumskih rešitev.. To sodelovanje je ustvarilo nekaj edinstvenega: modularni sistem, s katerim lahko kupec izpolni različne zahteve in obravnava različne aplikacije v robotiki. Poleg tega obe družbi poleg nakopičenega strokovnega znanja pri reševanju problemov ponujata globalno prodajno mrežo za podporo in storitve.

Prednosti sistema MATCH:

- ▶ sistem za lahke robote, kobote in običajne robote,
- ▶ samodejna izmenjava orodij v napravi,
- ▶ ročna zamenjava s funkcijo enostavnega klika,

- ▶ velika izbira končnih efektorjev,
- ▶ združljivost in prilagodljivost – združevanje primarnih tehnologij prijemanja (vakuumsko in mehansko prijemanje),
- ▶ inovativen digitalni ekosistem,
- ▶ dolga življenjska doba tudi pri samodejnem neprekinjenem obratovanju.

Več informacij o produktih proizvajalca ZIMMER GROUP dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:


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






Where challenges meet solutions

powered by **iCm**








GR, Ljubljana, Slovenia

**5.- 7.10.2021**

ecowave@icm.si  
www.icm.si

## NOVA VAKUUMSKA PRIJEMALA – piSAFE®

Podjetje INOTEH predstavlja nov program vakuumskih prijemal piSAFE®. Prijemala so bila razvita na osnovi spoznanj, ki si jih je PIAB z leti pridobil z razvojem vakuumskih inovativnih komponent za številne uporabnike in za avtomatizacijo najzahtevnejših procesov na različnih industrijskih področjih po svetu.



Sistem piSAFE®

Program ima nove prednosti še posebno takrat, ko so varnost, prilagodljivost, hitrost in zmogljivost sistemov ključnega pomena.

Značilnosti in prednosti sistema piSAFE® so:

- ▶ Nastavljivost, različni načini in velike hitrosti izpuščanja prijemancev, kar omogoča popoln nadzor nad procesom strege in izpuščanje brez porabe zraka.
- ▶ Modularna zasnova omogoča več načinov pritrditve in enostavno vzdrževanje s pomočjo edinstvenega vmesnika Quick Connect, kar zagotavlja krajši čas zastojev.
- ▶ Sistem lahko nadomesti dražje mehanske črpalke ali varnostne naprave za vakuumске rezervoarje v robotskem orodju.
- ▶ Lahki materiali znižujejo skupno maso in zagotavljajo manjšo obrabo robotskih motorjev in pogonov ter omogočajo povečano hitrost in pospeševanje.
- ▶ Vakuumski varnostni nepovratni ventil lahko zadrži vakuum v primeru okvare siste-

ma do ene ure ali več.

- ▶ Poraba zraka se zmanjša do 98 % na delovni cikel.

Izdelki programa piSAFE® so posebej razviti za povečanje

varnosti postopkov ravnanja z vakuumom s pomočjo nastavljivih in zelo lahkih rešitev, ki jih je mogoče povsem prilagoditi uporabnikovim potrebam. S patentirano tehnologijo COAX® in enostavnostjo vzdrževanja je program piSAFE® popolna izbira za zahtevne robotske aplikacije in ergonomske naprave za upravljanje, kjer je varnost ključnega pomena.

Več informacij o vakuumskih prijemalih PIAB dobite pri podjetju INOTEH.

**Vir:**

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

## Raspberry Pi Programirajte s Python programom

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

## VAKUUMSKO PRIJEMALO KENOS® KSG

I Popolna rešitev za strego in dvigovanje težkih vreč.

Podjetje PIAB ima v svojem proizvodnem programu široko paleto vrhunskih rešitev za pakiranje, kar je njegova osnovna dejavnost. Med njimi je tudi vakuumsko prijemalo Kenos® KSG, ki omogoča enostavno prijetanje in varno dvigovanje težkih vreč. Prijemala Kenos® KSG so idealna za rokovanje z vrečami različnih oblik, velikosti in materialov (papir, plastika, ...). Primerna so za mase bremen vse do 50 kg.

Značilni primer uporabe prijemala Kenos® KSG je paletiziranje/depaletiziranje. Prijemalo Kenos® KSG je mogoče povezovati tudi z drugimi napravami, kot npr. dodatki za ravnanje s paletami. Uporabi pa se lahko tudi za praznjenje in odstranjevanje praznih vreč.

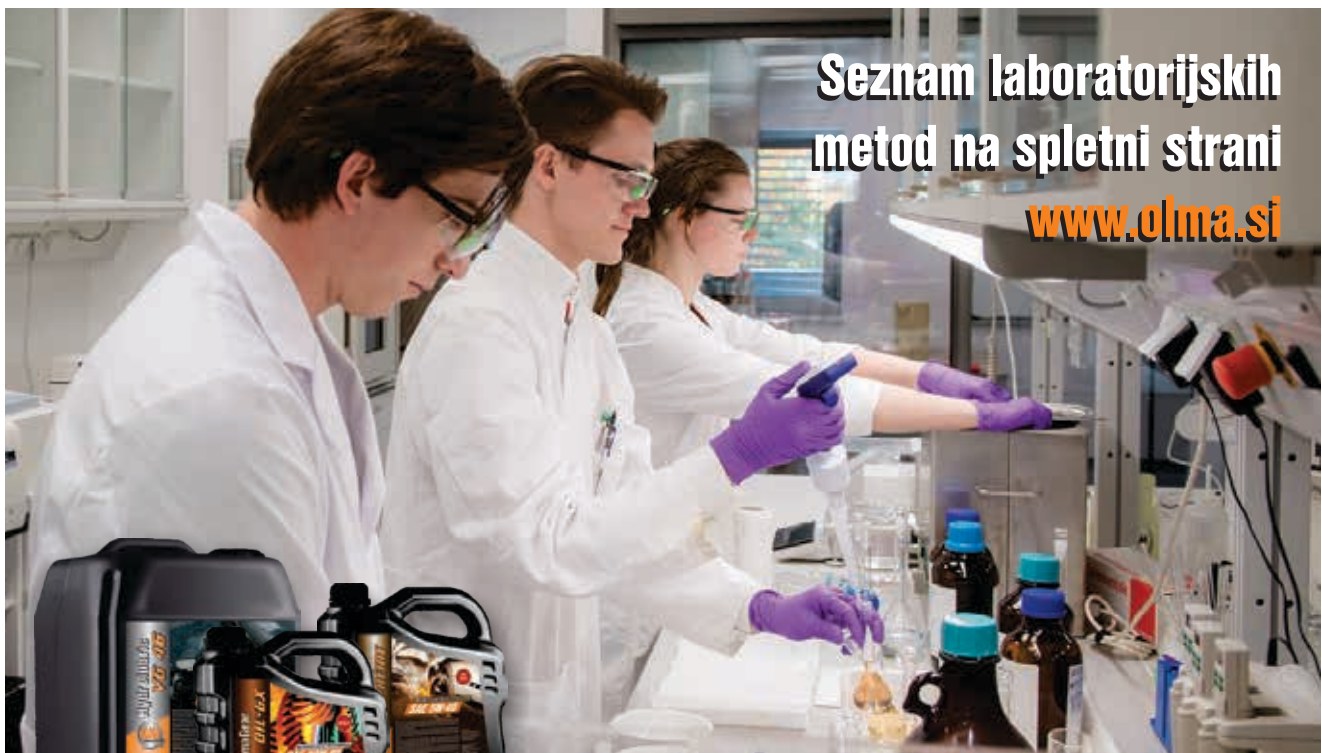
Prijemala Kenos® KSG za delovanje uporabljajo večstopenjsko tehnologijo COAX®, ki je zahvaljujoč dokazano visoko zmogljivi in hkrati zelo energetske učinkoviti tvorbi vakuuma sinonim za hitre procese. Namesto večstopenjskih ejektorjev COAX® je mogoče sisteme Kenos® KSG opremiti tudi z zunanjo elektro-mehansko črpalko (puhalo s stranskim kanalom).



Prijemalo Kenos® KSG

### Vir:

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



**Seznam laboratorijskih  
metod na spletni strani**

**[www.olma.si](http://www.olma.si)**

**OLMA7**  
SINCE 1947

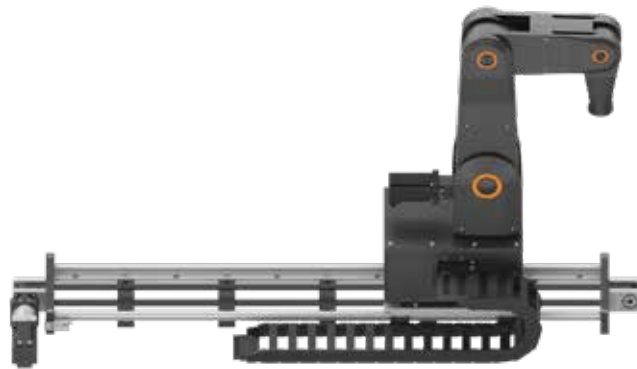
Olma d.o.o., Poljska pot 2, 1000 Ljubljana, tel.:(01) 58 73 600, email: komerciala@olma.si, <http://www.olma.si>

# STROŠKOVNO UČINKOVITA AVTOMATIZACIJA CNC OBDELOVALNIH STROJEV

Na tržišče prihajajo novi zmogljivejši CNC obdelovalni stroji in z njimi še hitrejša digitalizacija proizvodnje. Vsi stroji in naprave naj bi postali pametni in medsebojno povezani. Frezalni stroj bi tako moral biti sam odgovoren za ponovno naročanje obdelovancev, nemoteno obdelavo in podajanje novih kosov v stroj. Takšne rešitve se pogosto zdijo še posebno manjšim proizvodnim podjetjem predrage in nedonosne, za enostavne procese pa preveč zapletene. Vendar na trgu obstajajo tudi cenovno ugodne in učinkovite rešitve, ki jih omogoča podjetje igus®.



**Slika 1 :** Stroškovno učinkovito opremljen CNC-stroj z linearnimi vodili za samodejno odpiranje vrat, e-verigami za zaščito stroja in kablov ter robolinkom



**Slika 2 :** Cenovno ugodna avtomatizacija strege z robotom na linearnem vodilu

Prvi korak pri avtomatizaciji CNC-stroja je samodejno odpiranje in zapiranje vrat (*slika 1*). Za to sta potrebna linearna os s pogonom in preprost krmilni modul (*slika 2*). Primerna linearna vodila so lahko vodila drylin E z modularnim sistemom. Nadgrajena so s krmilnikom motorja D1, ki že vključuje brezplačno programsko opremo. Vrata stroja je mogoče na tak način avtomatizirati za že manj kot 1.000 EUR. To prihrani čas za dodajanje in odzemanje obdelovancev ter skrajša čas izpada CNC-stroja.

Naslednji korak je ureditev učinkovite avtomatizacije dodajanja in odzemanja obdelovancev na stroj. Pri tem ni treba postaviti pred stroj dragega industrijskega robota, pač pa bo enako nalogo stroškovno učinkovito opravil tudi Iigusov robolink. Velika prednost je zelo preprost programski vmesnik, ki je enostavno na voljo brezplačno na spletu. Izkušnje kažejo, da programiranje gibov robolinka traja manj kot 2 uri.

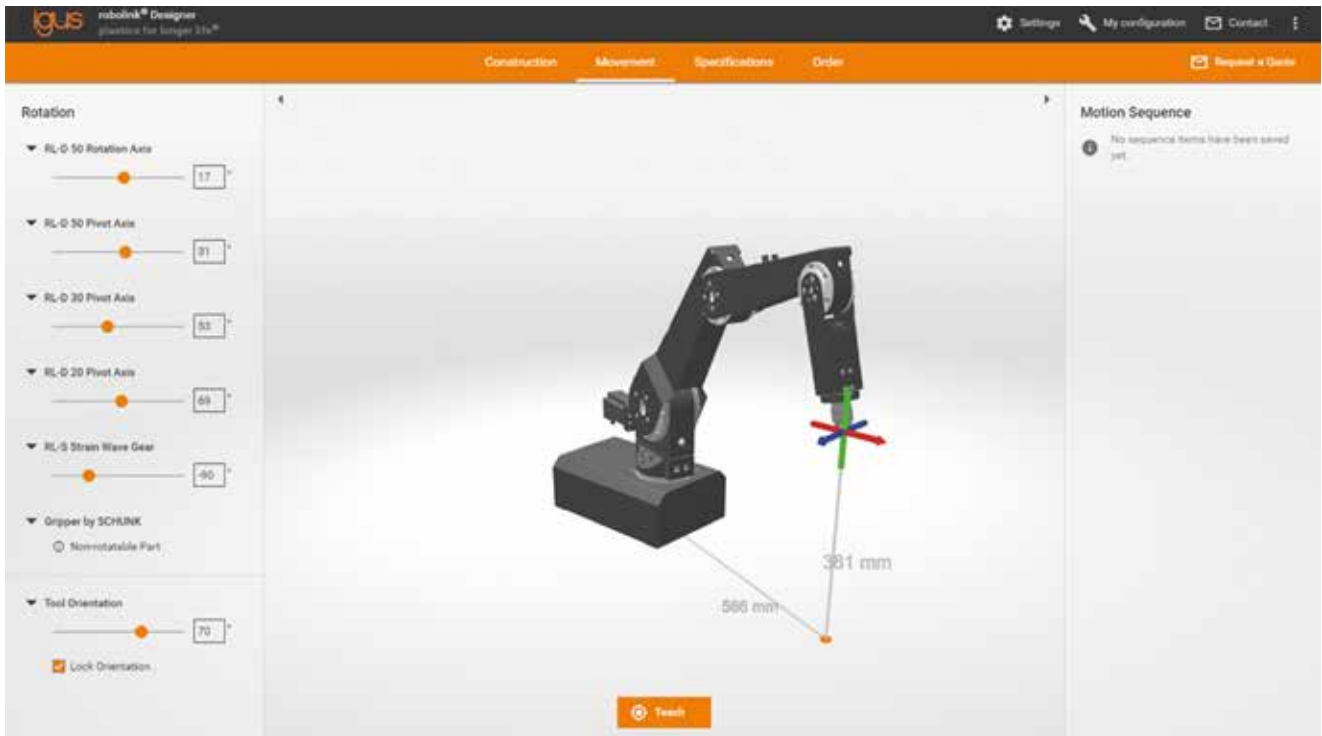
Robotsko rešitev je mogoče hitro in enostavno sestaviti tudi na spletnem mestu [www.RBTX.com](http://www.RBTX.com).

Tam se lahko izberejo in naročijo vsi Iigusovi izdelki, ki so potrebni – od robota do prijemala. Spletna stran avtomatsko omogoča izbiro le med seboj kompatibilnih komponent, s čimer se preprečijo morebitne napačne odločitve. Pri naročanju pa svetujejo tudi inženirji na osebni spletni sestanku.

Najbolj optimalna avtomatizacija je zagotovo ustvarjanje največje koristi z omejenimi tehničnimi in denarnimi sredstvi. Reševanje zapletenih procesov avtomatizacije s pravilno izbiro opreme, ki bo dovolj učinkovito reševala tehnične zahteve, lahko začetno investicijo zelo hitro povrne. Za prestavljanje obdelovancev v CNC-stroj in iz njega večinoma niso potrebni dragi sistemi z velikimi hitrostmi in natančnostjo, kar omogoča cenovno ugodne rešitve. Če se k temu doda, da ni mazanja in vzdrževanja, se takšna investicija povrne še toliko prej.

V podjetju HENNLICH pomagajo kupcem avtomatizirati CNC-stroje z izdelki podjetja igus®. Naročnik lahko brezplačno prenese s spleta in preizkusi ce-





Slika 3 : Spletni konfigurator za simulacijo delovanja robotika

lotno programsko opremo in v simulatorju preveri delovanje aplikacije v svojem okolju (slika 3).

Igusovi izdelki za avtomatizacijo so primerni predvsem za stroje z obdelovanci do 3 kg. Strokovnjaki podjetja HENNLICH svetujejo in pomagajo strokovno izbrati potrebne komponente za samostojno avtomatizacijo stroja. Poudariti je treba, da prav vsi Igusovi izdelki ne potrebujejo mazanja in jih posled-

nično ni treba vzdrževati, odporni so tudi na prah, ostružke ipd.

Vir:  
interno gradivo podjetja igus®

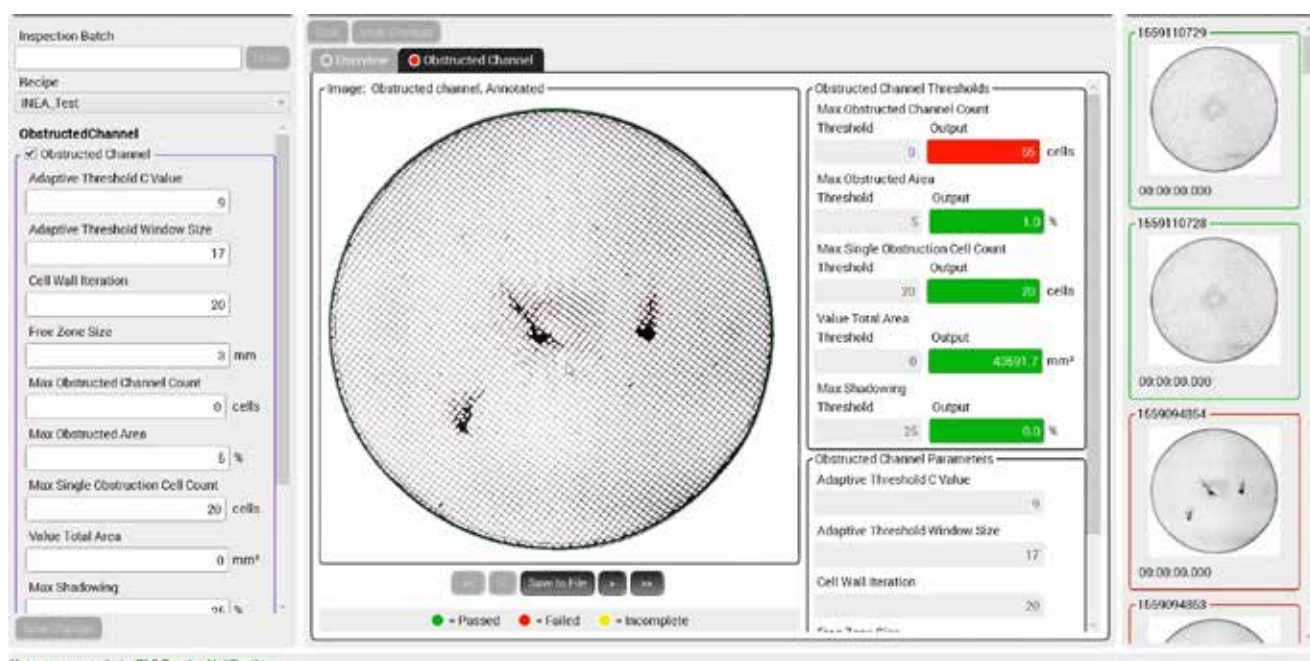
Klemen Šobak, Hennlich, d. o. o., Kranj  
sobak@hennlich.si

## OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana .....167, 206
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....177
- ▶ DOMEL, d. d., Železniki .....159
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin.....153, 220
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj..... 203
- ▶ ICM, d. o. o., Vojnik ..... 171, 205, 219
- ▶ INDMEDIA, d. o. o., Beograd, Srbija.....218
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi..... 204
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana .....161
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje ..... 153, 187
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....207
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... 153, 215
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin ..... 153, 213
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.),  
Novo mesto.....153
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri.....153, 154
- ▶ PODKRIŽNIK, d. o. o., Ljubno ob Savinji..... 153
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana ..... 153, 156
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica..... 199
- ▶ SLOVENSKO DRUŠTVO  
ZA TRIBOLOGIJO, Ljubljana.....218
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana ..... 166
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo .....163, 199, 202
- ▶ YASKAWA, d. o. o., Ribnica.....177

# KONTROLA KAKOVOSTI IZ LABORATORIJA V PROIZVODNI PROCES

Motorji na notranje zgorevanje, ki še vedno poganjajo 95 % vseh vozil na evropskih cestah, so podvrženi vedno strožjim standardom regulatorjev. Prihajajoči standard Euro 7 na primer zahteva od novih vozil 88 % nižje izpuste dušikovih oksidov od vozil, ki so s proizvodnih linij prihajala še dobrih deset let nazaj. Takšne drastične spremembe zahtevajo visoko stopnjo inovacije v celotni dobavni verigi, a nikjer tako kot pri izpušnih sistemih. Eden od receptov za omejevanje škode, ki jo povzroča industrija, je vedno boljša kontrola kakovosti.



Slika 1: Aplikacija inSpect za analizo in procesiranje prepustnosti substrata (vir: INEA)

## Vzorčenje z destruktivnimi testi

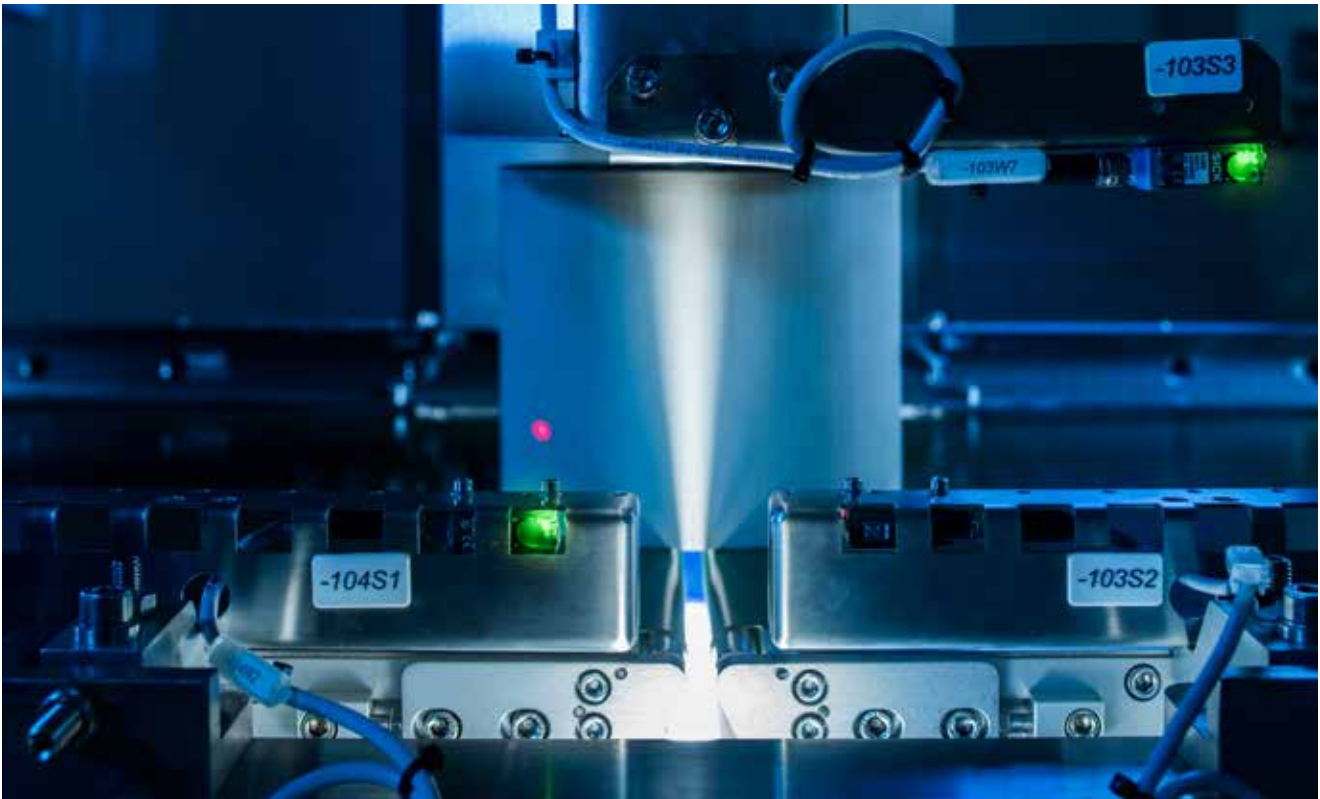
Katalitični pretvorniki in filtri dizelskih delcev skrbijo za to, da škodljivi delci, ki nastanejo pri notranjem zgorevanju, ne pobegnejo v ozračje. V tisočih drobnih celic keramičnega satovja se ti delci bodisi ujamejo ali kemično pretvorijo v manj škodljive snovi. Izdelava, obdelava in vgradnja teh krhkih keramičnih substratov je dolgotrajen, zahteven in izredno natančen proces. Vsaka napako zapolnjena ali prehodna celica znižuje skupno učinkovitost končnega izdelka, zato je skrben nadzor kakovosti potreben na vsakem koraku.

V marsikateri tovarni še vedno uporabljajo ročne vzorčne metode nadzora kakovosti. Pri tako imenovani destruktivni metodi je s proizvodne linije odvzet vzorec enega na nekaj sto kosov, ki

je nato uničen, da lahko v kontroliranem okolju laboratorija preučijo celice in ustreznost nanosa premaza s plemenitimi kovinami. Takšna praksa je nepopolna, potratna in ključno podvržena človeški napaki.

## Nadzor kakovosti s strojnim vidom

inSpect, sistem za industrijski strojni vid, lahko z laboratorijsko natančnostjo že znotraj avtomatiziranega proizvodnega procesa pregleda vsak kos brez povzročanja dodatnega izmeta. Kamere visoke resolucije, prilagojena optika, posebna osvetlitev in napredna obdelava podatkov zagotavljajo, da še tako majhna odstopanja ne ostanejo neopazena. Proizvajalci se tako izognejo dragim odpoklicem serij izdelkov, kaznim regulatorjev in oškodovanemu ugledu celotne oskrbne verige.

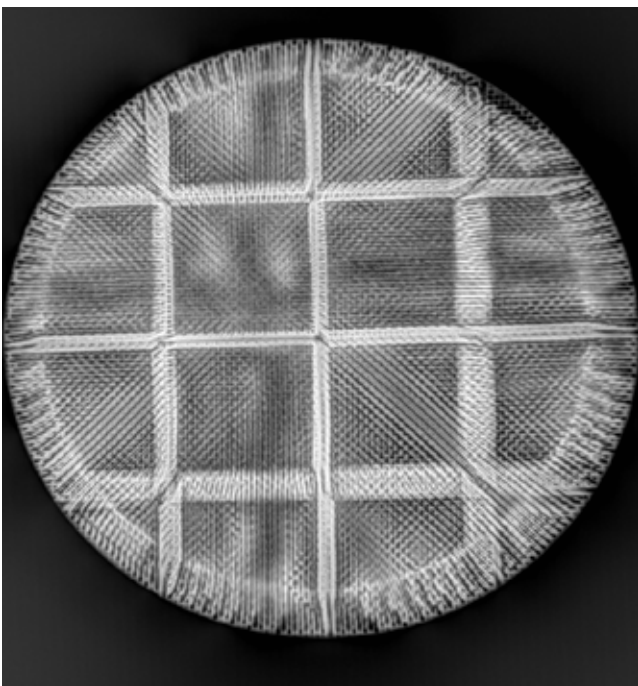


Slika 2 : inSpect visoko resolucijska telecentrična optika (vir: INEA)

S fleksibilnostjo, kompaktnostjo in hitro integracijo je rešitev primerna za uporabo na številnih točkah proizvodne linije. Vse od vhodne kontrole do natančnih meritev, beleženja in sledenja tisočim parametrom za vsak posamezen kos je inSpect

nepogrešljiv pri proizvodnji, podvrženi strogim tolerancam in standardom.

Še en primer takšne proizvodnje so membranski sestavi za vodikove gorivne celice, ki se z uporabo aditivnih tehnik tiskajo na proizvodni liniji s hitrostjo, višjo od enega metra na sekundo. Kontrolo kakovosti sestavnih delov debeline nekaj deset mikronov izvajamo s pomočjo analize posnetkov visokoresolucijske linijske kamere, analize posnetkov ionizirajočega sevanja in z različnimi metodami za ugotavljanje debeline nanosa plasti katalitskega materiala.



Slika 3 : X-Ray posnetek filtra dizelskih delcev (vir: INEA)

### Pogled v prihodnost kontrole kakovosti

Nedvoumno je, da avtomatizirani pristopi k 100-odstotni kontroli kakovosti pripomorejo k večji učinkovitosti proizvodnje, zniževanju stroškov in boljši kakovosti izdelkov. Nadaljnji razvoj rešitve inSpect trenutno poteka na treh področjih, povezanih z viri osvetlitve, zajemom vizualnega posnetka (kot npr. XRF, X-Ray in 3D) ter z metodami obdelave podatkov. Pri slednjem posvečamo veliko pozornosti principu globokega učenja, ki se je pri nekaterih manj determinističnih izzivih izkazal kot edina možna pot.

Uporaba umetne inteligence za prepoznavo geometrijskih in strukturnih lastnosti izdelkov predstavlja v nekaterih proizvodnih okoljih precejšnjo novost, saj takšen prenos laboratorijske natančnosti v proizvodno okolje zaradi omejitev tehnologije ni bil mogoč.

[inspect.inea.si](http://inspect.inea.si)

# ROČNI ČITALNIK ČRTNE KODE VISOKE LOČLJIVOSTI V410-H

Nova serija ročnih čitalnikov OMRON V410-H zagotavlja kompaktno, vsestransko in enostavno rešitev za branje kod v industriji. Z algoritmi, ki zanesljivo preberejo najzahtevnejše kode, vključno z DPM-kodo, serije XD, SR in HC omogočajo celovito sledljivost v proizvodnji.



**V410-H XD**  
Note: DPM-Capable

**V410-H SR**

**V410-H HC**

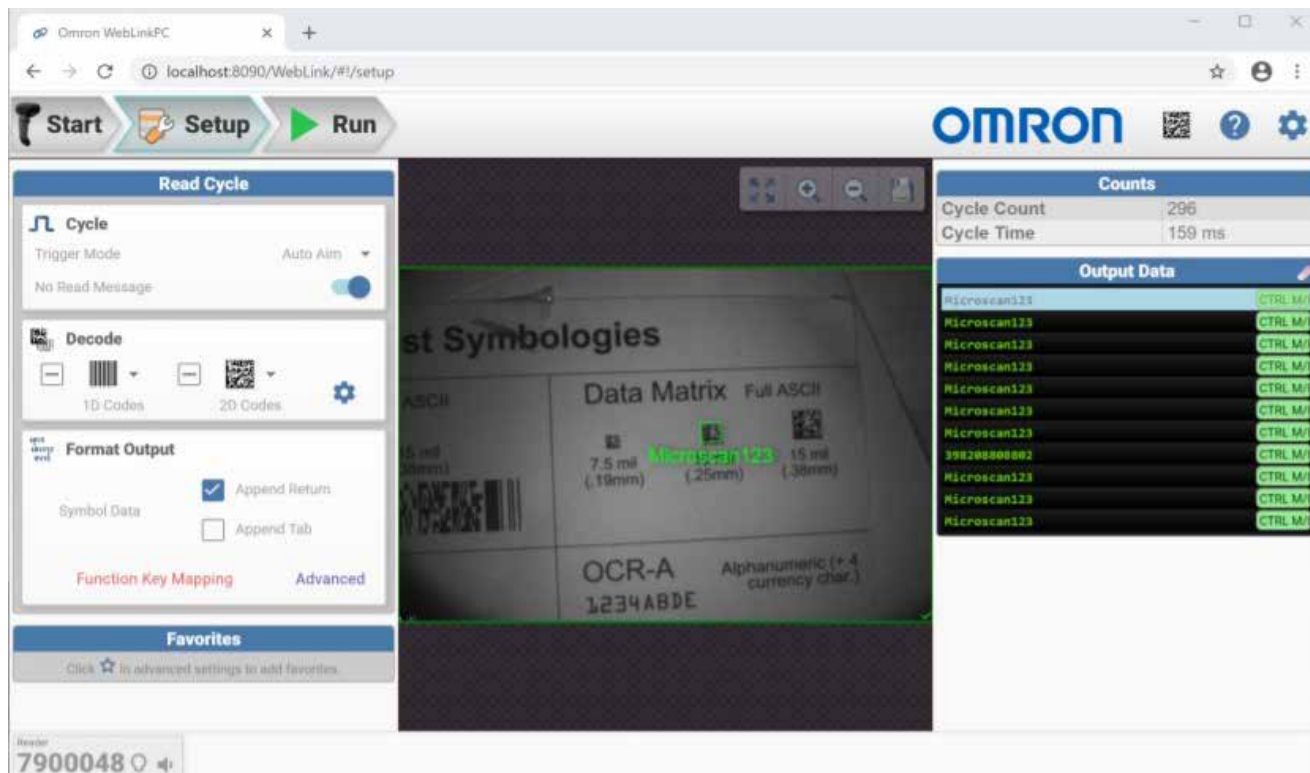
Slika 1: Čitalniki V410

V410-H deluje na OMRON platformi WebLink. Vse tri različice čitalnikov (XD, SR, HC) omogočajo konfiguriranje preko osebnega računalnika

(Weblink aplikacija) ter nadzor obdelave slike v realnem času. WebLink omogoča izvoz slik, prilagajanje izhodnih in vhodnih podatkov ter shranjevanje ali obnavljanje konfiguracijskih datotek čitalnika črtnih kod. S tem lahko na preprost način prenašamo konfiguracijske parametre na ostale čitalnike.

Čitalniki dopolnjujejo široko ponudbo industrijskih čitalnikov kode in pametnih kamer za še širši spekter aplikacij.

S senzorjem visoke ločljivosti, izredno hitrim dekodiranjem, obsegom odčitavanja kode, ki lahko sega od stika do največje razdalje 1,1 metra, in zmožnostjo dekodiranja večine simbolov (1D, 2D in DPM) V410-H omogoča operaterjem hitro in zanesljivo delo (slika 3)



Slika 2: Posnetek zaslona za nastavitve čitalnika preko orodja WebLinkPC



Slika 3 : Primeri kod



Slika 4 : Enostavna uporaba ročnega čitalnika

Uporaba v načinu za prostoročno branje pomaga izpolniti zahteve za brezkontaktno delovanje. Čitalnik je odporen proti kemičnim vplivom, kot so npr. čistila na osnovi alkohola. Za aplikacije brezžičnega branja s stopnjo zaščite čitalnika IP65/67 ali za primere brezžične povezljivosti je na voljo nadgradnja popularnega modela HS360x z najsodobnejšimi Xmode dekodirnimi algoritmi in nadgraje-

no WebLink PC konfiguracijsko programsko opremo.

**Vir:**

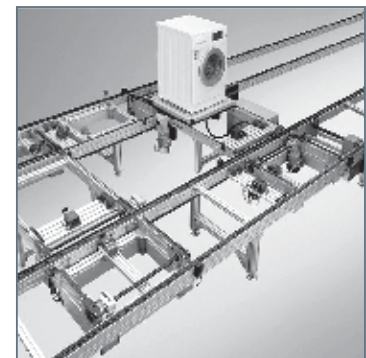
MIEL Elektronika, d. o. o., Efenkova cesta 61, 3320 Velenje, tel.: +386 3 777 70 00, fax: +386 3 777 70 01, internet: [www.miel.si](http://www.miel.si), e-pošta: [info@miel.si](mailto:info@miel.si), [info@miel.si](mailto:info@miel.si)

**Rexroth**

**ORGATEX®**

**LEANPRODUCTS®**

**BOSCH**



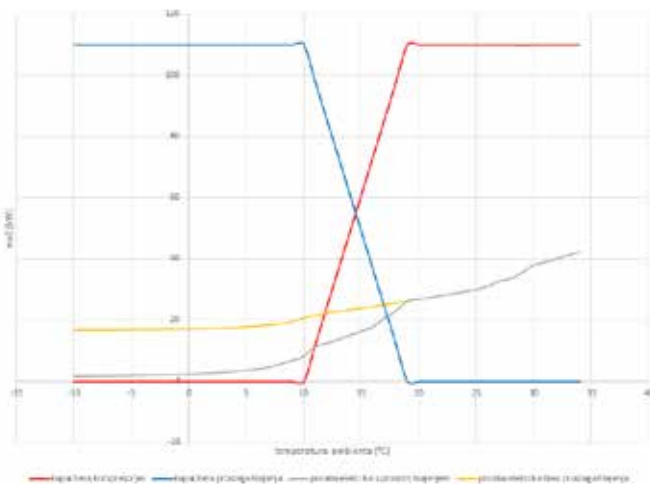
**OPL**  
automation

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

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

# HLAJENJE PROCESNE VODE V INDUSTRIJI

V sodobnem svetu je vse večji poudarek na varčevanju z vodo in z energijo, razlogi za to so ekološki ali finančni. Zaradi tega vse več podjetij uporablja industrijske hladilne sisteme, ki s svojim delovanjem zagotavljajo učinkovito recikliranje oziroma uporabo iste hladilne vode, hkrati pa se stremi k čim manjši porabi električne energije.



**Slika 1 :** Zmanjševanje porabe elektrike s prostim hlajenjem

## 1 Uvod

Cena električne energije je eden od glavnih stroškov v industrijski proizvodnji. Prav zato so s pravilno načrtovanim sistemom hlajenja prihranki opazni.

Pri pripravi načrta hlajenja v podjetju OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana upoštevajo energetske učinkovite rešitve. Eden od načinov, s katerim se lahko znatno prihrani pri porabi električne energije, je uporaba hladilnega agregata z vgrajenim prostim hlajenjem (free cooling). V ta namen v podjetju pripravijo oceno prihrankov pri uporabi takšne enote prav za specifične potrebe naročnika.

Razlog za uporabo hlajenja so tudi vedno višje temperature ozračja in vedno višje zahteve naročnikov.

## 2 Pristop k izzivu

Pri izbiri primerne rešitve hlajenja procesne vode je vsekakor precej lažja pot, če je na razpolago večina vstopnih podatkov. Na njihovi podlagi se določita ustrezna enota za hlajenje in optimalna pripadajoča opcijska oprema. Pravilna izbira vseh komponent bistveno vpliva na nemoteno delovanje skozi daljše časovno obdobje, hkrati pa lahko tudi bistveno

vpliva na ceno. Opcijska oprema se izbere na podlagi izkušenj in razumevanja delovanja hladilne enote ter aplikacije za katero se bo hladilnik uporabljal.

Če ni na razpolago primernih vstopnih podatkov, je izbira ustrezne hladilne enote zahtevnejša. V takih primerih podjetje OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana ponudi stranki v najem predlagane hladilne enote, s pomočjo katerih se pride do optimalne rešitve.

## 3 Značilnosti hlajenja v industriji

Industrijsko hlajenje je mogoče definirati kot odstranjevanje toplote iz procesov ali materialov in s tem nižanje temperature na željeno vrednost. Glede na različne parametre, kot so obseg proizvodnje, temperaturna razlika, natančnost ali pričakovana temperatura, se za industrijsko hlajenje uporablja več različnih načinov. Od hlajenja s pomočjo hladilnega plina in kompresorjev (hladilnik vode oziroma chiller) preko suhih hladilcev (dry cooler) do hladilnih stolpov. Omenjene naprave pri obratovanju za svoje delovanje izkoriščajo različne fizikalne procese.

Industrijsko hlajenje je bilo izjemnega pomena že v zgodnjih letih dvajsetega stoletja. V preteklosti so panoge, kot so živilska, farmacevtska ali kemična



**Slika 2 :** Hladilnik vode



**Slika 3 : Suhi hladilnik**

industrija, dosegle pomemben napredek, zahvaljujoč sistemom, ki omogočajo zniževanje temperature v procesu proizvodnje.

Hladilni sistemi so zasnovani tako, da izpolnjujejo določene zahteve glede na posebne značilnosti posamezne industrije. Glavne industrijske panoge, ki zahtevajo hladilne sisteme, pa so:

- ▶ industrija plastike in gumarstva (tlačno brizganje, ekstruzija, embalaža ...),
- ▶ živilska industrija (hrana, pijača, vinarstvo, pivovarne, sadje, zelenjava ...),
- ▶ kemična in farmacevtska industrija,
- ▶ strojništvo (CNC, laserji, tisk, varjenje ...),
- ▶ podatkovni centri.

Hladilni sistemi so pomembni za pravilno delovanje številnih industrij. Industrijsko hlajenje pri sistemih daljinskega hlajenja lahko povzroči pomembne gospodarske in okoljske koristi. Omeniti velja tudi dejstvo, da je nekoč mogoče sprejemljivo hlajenje z vodo iz vodovodnega omrežja danes med drugim tudi ekološko sporno. Ohlajevanje procesa z industrijskim hladilnikom je torej dolgoročno cenejše ter bolj ekološko.

Vsaka industrija ima svoje zahteve in spremenljivke, kar se kaže v številnih hladilnih sistemih, možni opcijski opremi in velikostih, ki so danes na voljo. V skladu s tem so industrijski hladilni sistemi prilagojeni za rešitve, ki jih je mogoče enostavno implementirati.

Pri načrtovanju hladilnih sistemov po meri se je treba osredotočiti zlasti na:

**Zanesljivost** – Hladilnik mora zagotavljati največjo zmogljivost vsak dan in ves dan, da zagotovi vrhunsko delovanje brez napak. Zanesljiv hladilnik zagotavlja tudi neprekinjeno delovanje proizvodnih linij.

**Prilagodljivost** – Hladilni sistem se mora prilagoditi uporabnikovim edinstvenim potrebam. Za odstranjevanje toplote je potrebna uporabniku prilagojena rešitev, ki ni univerzalna.

V naslednji izdaji bomo podrobneje predstavili uporabo in specifikacije hlajenja v industriji plastike in gumarstva, kjer je uporaba industrijskih hladilnikov najpogostejša.

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

# OMEGA AIR

## Air and Gas



**BREZOLJNI VIJAČNI KOMPRESORJI**



**O<sub>2</sub> IN N<sub>2</sub> GENERATORJI**



**ADSORPCIJSKI SUŠILNIKI**



**HLADILNIŠKI SUŠILNIKI**



OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00

info@omega-air.si

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

# ROČNI IONIZATOR – SERIJA IZG10

Podjetje SMC je zasnovalo nov ročni ionizator, ki je lahek in hitro ter učinkovito nevtralizira in odstrani elektrostatični naboj z izdelkov v različnih fazah proizvodnje.



Slika 1 : IZG10

Ta najnovejši izdelek podjetja SMC je majhen, vendar visoko učinkovit, saj v manj kot pol sekunde z nizkim preostalim nabojem nevtralizira statično napetost. Način delovanja ionizatorja je visokofrekvenčni tip AC.

Dodatna LED-svetilka uporabnikom pomaga pri iskanju in merjenju najbolj umazanih delov obdelovancev ter tako učinkovito odstrani statične in prašne delce.

Vsestranski model IZG10 ima dva načina delovanja: neprekinjeni in impulzni izpih, ki oba ponujata možnost neprekinjenega ioniziranja kot tudi varčevanja z zrakom.

Dodatni ventil za nastavitev pretoka z indikatorjem omogoča nastavitev pretoka ioniziranega zraka na pištoli in numerično indikacijo.

## • Nastavitev izpiha in proženja

➤ Nastavljivo s preklopnikom

Poz.	Izpih	Proženje
0	Neprekinjen izpih	Prožilec pritisnjen
1		Prožilec zaklenjen
2		Časovni izklop 3 s
3		Časovni izklop 5 s
4		Časovni izklop 7 s
5		Prožilec pritisnjen
6		Prožilec zaklenjen
7		Časovni izklop 3 s
8		Časovni izklop 5 s
9		Časovni izklop 7 s



Slika 2 : Nastavitev izpiha in proženja

Celoten proizvodni postopek je še dodatno izboljššan zaradi izbirnih načinov delovanja skupaj z ventilom za nastavitev pretoka, kar olajša prilagoditev na različne faze poti izdelka.

Ročni ionizator IZG10 je bil zasnovan tako, da je uporabniku kar najbolj prijazen. Je lahek, saj tehta le 200 g, zato se udobno drži tudi dlje časa. Ima integriran visokonapetostni modul in prožilec, ki za aktiviranje zahteva malo sile. Zunanje dimenzije: 157 x 155 x 33 (dolžina x višina x širina).

Tiskovni predstavnik SMC je dejal: »Statična elektrika je lahko resnično breme za proizvodni proces in nevtralizacija je lahko izziv, vendar naš novi IZG10 učinkovito in uspešno odpravi morebitne težave. Inovativno zasnovan, zlasti z mislijo na operaterja, omogoča preprosto rokovanje in učinkovito uporabo tudi v daljšem časovnem obdobju.«

Dodatna prednost IZG10 je enostavno vzdrževanje optimalnega stanja, zahvaljujoč zelenim in rdečim LED-diodam, ki prikazujejo stanje naprave. Zasnova ohišja in šobe omogoča hitro in enostavno čiščenje, enostavna je tudi zamenjava oddajne elektrode, kar vse podaljšuje njegovo življenjsko dobo.



Slika 3 : Primeri uporabe – elektrostatična razelektritev in odstranjevanje prahu

## Vir:

SMC Industrijska Avtomatika, d. o. o., Mirnska cesta 7, 8210 Trebnje, tel.: +386 7 3885 421, m.: +386 40 471 006, faks: +386 7 3885 415, internet: www.smc.si, www.smc.eu, e-pošta: v.bozic@smc.si



© Ventil 27(2021)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.  
 © Ventil 27(2021)3. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Internet: <http://www.revija-ventil.si>  
 E-mail: [ventil@fs.uni-lj.si](mailto:ventil@fs.uni-lj.si)

ISSN 1318-7279  
 UDK 62-82 + 62-85 + 62-31/-33 + 681.523 (497.12)

VENTIL Revija za fluidno tehniko, avtomatizacijo in mehatroniko  
 Journal for Fluid Power, Automation and Mechatronics

Volume Letnik 27  
 Year Letnica 2021  
 Number Številka 3

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

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

Znanstveno-strokovni svet:

- ▶ Erih ARKO, inž., YASKAWA, Ribnica
- ▶ prof. dr. Maja ATANASIJEVIČ-KUNC, FE Ljubljana
- ▶ prof. dr. Ivan BAJSIĆ, Univerza v Novem mestu, Fakulteta za strojništvo
- ▶ mag. Aleš BIZJAK, POCLAIN HYDRAULICS, Žiri
- ▶ doc. dr. Andrej BOMBAČ, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Alexander CZINKI, Fachhochschule Aschaffenburg, ZR Nemčija
- ▶ prof. dr. Janez DIACI, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Jože DUHOVNIK, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Niko HERAKOVIČ, FS Ljubljana
- ▶ dr. Robert IVANČIČ, INTECH-LES, Rakek
- ▶ dr. Milan KAMBIČ, OLMA, Ljubljana
- ▶ prof. dr. Mitjan KALIN, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Roman KAMNIK, FE Ljubljana
- ▶ izr. prof. dr. Damjan KOLBČAR, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Darko LOVREC, FS Maribor
- ▶ doc. dr. Franc MAJDIČ, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hubertus MURRENHOF, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ izr. prof. dr. Dragica NOE, FS Ljubljana
- ▶ Bogdan OPAŠKAR, FESTO, Ljubljana
- ▶ dr. Jože PEZDIRNIK, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Jože RITONJA, FERI Maribor
- ▶ prof. dr. Katarina SCHMITZ, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ izr. prof. dr. Riko ŠAFARIČ, FERI Maribor
- ▶ Janez ŠKRLEC, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Poljska
- ▶ doc. dr. Marko ŠIMIC, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Hrvaška
- ▶ prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

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

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

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

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

## ZANIMIVOSTI NA SPLETNIH STRANEH

- [1] Dejstva, ki jih mora poznati vzdrževalec hidravličnih naprav – [www.hydraulicspneumatics.com](http://www.hydraulicspneumatics.com) – Učinkovito diagnosticiranje motenj in napak pri delovanju hidravličnih naprav je osnova vzdrževanja za njihovo zanesljivost in varnost. Ni dovolj le poznavanje ustreznih priporočil in pravil, ampak tudi njihovo dosledno upoštevanje. Številni so primeri škode zaradi nezanesljivega delovanja ter usodnih poškodb in tudi smrti osebja ob hidravličnih napravah. Ta vprašanja je podrobneje obdelal izkušen inštruktor in svetovalec Jack Week v prispevku 5 Thing a Hydraulic Troubleshooter Needs to Know (5 stvari, ki jih vzdrževalec hidravličnih naprav mora poznati) v reviji Hydraulics & Pneumatics 73 (2020) 5–6, str. 26.
- [2] Izbira pnevmatičnih ventilov – [www.hydraulicspneumatics.com](http://www.hydraulicspneumatics.com) / [www.linkedin.com/in/WayneWilding](https://www.linkedin.com/in/WayneWilding) – Preprečite težave in motnje pri delovanju pnevmatičnih naprav z upoštevanjem priporočil glede tlačnih razlik, kovinskih in elastomernih tesnilk, predkrmilnih ventilov in nečistoče, ki so podrobneje opredeljene v prispevku Presenting common mistakes in selecting valves (Preprečevanje napak pri izbiri ventilov) v reviji Hydraulics & Pneumatics 73 (2020) 5–6, str. 8. Gre za izkušnje in priporočila uveljavljene firme SMC Corp.

**SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU**

**SLOTRIB  
2022**



**POSVETOVANJE o TRIBOLOGIJU, MAZIVIH in TEHNIČNI DIAGNOSTIKI,**  
bo potekalo junija 2022 v sklopu  
foruma IRT

**Se vidimo v Portorožu!**

časopis  
**industrija**

**Vaša sigurna pot  
do tržišča v Srbiji**



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

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



## Rešitev s servopnevmatičnim pogonom YHBP za balanserje vseh vrst



**Vedno v  
ravnotežju!**

**FESTO**

**Vi želite ergonomično premikati velika bremena.  
Vi potrebujete varne in natančne sisteme  
Mi imamo za vas primerno pogonsko rešitev**

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

**Premikajte velika bremena z dotikom vaših prstov.**

Zmogljiva pogonska rešitev zagotavlja izjemno hitro samodejno zaznavanje teže in varnost do stopnje PL d. Primerno za dvizne stebre in paralelne kinematične sisteme.

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

**Festo, d.o.o. Ljubljana**

Blatnica 8

SI-1236 Trzin

Telefon: 01/ 530-21-00

Telefax: 01/ 530-21-25

[sales\\_si@festo.com](mailto:sales_si@festo.com)

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