

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 28 / 2022 / 3 / Junij

Raziskovalne platforme Fakultete za strojništvo Ljubljana

Zgodovina superkritične ekstrakcije

Proporcionalni potni ventili

Pametna celica za peskanje

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



FESTO

POCLAIN
Hydraulics

OPL

S3C
pnevmatika | hidravlika

MIEL **OMRON**
www.miel.si

ppt commerce

Parker

samson
www.gia.si

OMEGA
AIR

ZAVORNE REŠITVE

Vrhunske zavorne rešitve za traktorje, off-road vozila in prikolice z dvolinijskim sistemom, zasnovane in proizvedene v Sloveniji

VSESTRANSKOST / VARNOST / ENOSTAVNOST UPORABE / ERGONOMIJA



Ventil za delavno zavoro



Ventil za parkirno zavoro



Ventil za polnjenje akumulatorja



Zavorni ventil za dvolinijski zavorni sistem – traktor



NOVO



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

www.poclain-hydraulics.com



PLAČE, DOHODNINA, DAVKI



V zadnjem letu, v času stare in nastajanja nove vlade, je zelo veliko govora o plačah, dohodnini in davkih. Ocenjujem, da je to dobro. Pri nas se verjetno premalo zavedamo, da je davke treba plačevati in kateri so pravični in kateri oderuški davki. Če imamo svojo državo, moramo imeti tudi davke in mislim, da je to vsem jasno. Spomnim se učiteljic v osnovni šoli, kako so se zgražale nad fevdalci, ki so za svoje potrebe od kmetov pobirali desetino njihovih pridelkov. Kako lepo bi bilo, če bi tudi danes plačevali le desetodstotni delež od svojih zaslužkov in prihodkov.

Davek je finančna ali drugačna obremenitev davkoplačevalca (fizične ali pravne osebe). Določi, predpiše in pobira ga država oz. njen funkcionalni ekvivalent. Neplačevanje davka se zakonsko obravnava kot kaznivo dejanje. Država pobira davek kot splošno obvezno dajatev za kritje skupnih izdatkov javne uprave, kot so šolstvo, zdravstvo, kritje primanjkljaja v pokojninski blagajni itd.

Po davčnem predmetu ločimo več vrst davkov: donosina (davek na donos, kot je zemljiški davek, davek na dobiček, davek od stavb), dohodnina, premoženjski davek (davek na nepremičnine, stavbno zemljišče), davek na promet nepremičnin in davek na porabo (DDV).

Od politikov pogosto slišimo, da mora biti davčna politika poštena za vse državljane. Nihče pa ne pove, kaj to pomeni. Ali to pomeni, da bi morali plačevati vsi enake davke, ali tisti, ki zasluži več, plača več ali kako drugače?

V Sloveniji je znano, da 20 odstotkov državljanov plača 80 odstotkov davkov. Ali je to pošteno? Podobno je drugod po svetu v razvitih državah.

V politiki je stalna dilema, ali obdavčiti delo ali premoženje?

Trenutno je naše delo v primerjavi s svetom obdavčeno v povprečju bolj kot drugje. Po podatkih OECD je bila povprečna davčna obremenitev plač pri nas v lanskem letu 43,6 odstotka. Povprečje v državah

članicah OECD pa je 34,6 odstotka. Najnovejša raziskava Taxing Wages 2020 kaže, da smo glede na osebni dohodek osma najbolj obdavčena država, ki so članice OECD-ja.

Zakaj so naše plače obdavčene bolj kot drugje?

Po podatkih Združenja Manager je v zadnjih petih letih Slovenijo zapustilo okoli 5 000 mladih izobraženih ljudi. To je strašen podatek, ki pa se v javnosti zanemarljivo obravnava. Pri takem podatku bi morali zazvoniti vsi zvonci v vseh uredništvih časopisov, na vseh ministrstvih in na celotni vladi, ki bi morala narediti načrt, kako izseljevanje zaustaviti, preprečiti in kako mlade ljudi pridobiti nazaj. To so izobraženi ljudje, v katere je ta država vlagala približno šestnajst let izobraževanja. To so prav gotovo najbolj talentirani in delovni ljudje. Z izgubo takih ljudi ne bomo zviševali standarda in bomo še zaostajali za razvitim svetom.

Če želimo v naši državi obdržati najboljše znanstvenike, profesorje, podjetnike, zdravnike, jih bomo morali plačati toliko kot v sosednjih državah. To pomeni, da bomo morali znižati davke na osebne plače.

To še posebno velja za tehnični kader, ki skrbi za razvoj podjetij in njihovo proizvodnjo. Če takšen usposobljen in praktično izkušen kader zapusti naše podjetje in našo državo in se zaposli v tujem podjetju, mogoče celo v tujem podjetju, ki je našemu konkurenca, je škoda za našo državo dvakratna. Ali se tega naši politiki zavedajo? V zadnjih desetletjih se je pokazalo, da so slovenski inženirji izjemno usposobljeni, da lahko konkurirajo inženirjem v najbolj razvitih državah. Če bodo naša podjetja zaradi izgube kadrov začela nazadovati, bo škoda nenadomestljiva.

Kje je treba pobrati davke, če ne pri plačah? Verjetno sta še najmanj dva druga segmenta, za katera bi bilo smiselno zvišati davke. Prvi je kmetijska zemlja, predvsem gozd, in drugi dediščina. Zakaj obdavčiti zemljo oziroma gozd? V Sloveniji je skoraj 500 000 lastnikov gozdov. Ali ti lastniki za te gozdove ustrezno skrbijo, jih ustrezno izkoriščajo? Verjetno ne. Po mojem mnenju večina lastnikov gozdov v Sloveniji niti ne ve za meje svojega gozda, kaj šele, da bi zanj skrbela, ga gojila in ustrezno izkoriščala. Če bi bil ta gozd minimalno obdavčen, bi se lastniki zelo hitro prebudili in poskrbeli za svojo lastnino.

Drugo je dediščina. Enkrat sem že zapisal. Če danes nekdo v slovenskem podjetju želi zaslužiti bruto plačo okoli 10 000 evrov, mora zelo učinkovito in dobro delati. Od te plače da polovico državi. Če pa nekdo pri nas podeduje 10 000 evrov, državi ne da nič. To pomeni, da le delovni in sposobni ljudje vzdržujejo državo.

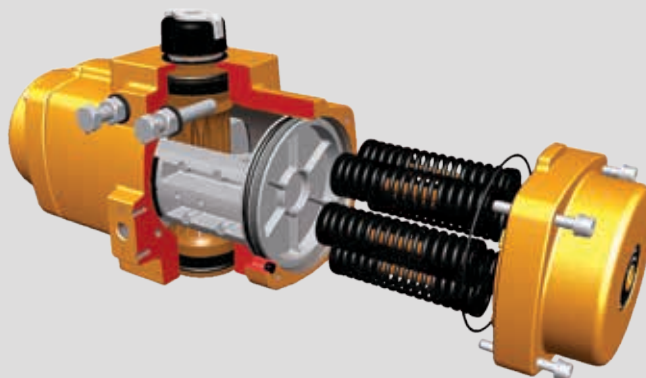
Janez Tušek




EMERSON[™]
 Process Management



EL Matic[™]



Field



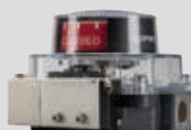
BETTIS[™]



 **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

DOGODKI • POROČILA • VESTI	162
IN MEMORIAM	170, 175
PREDSTAVITEV	
Tanja Potočnik Mesarić Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani z raziskovalnimi platformami še bližje partnerjem iz gospodarstva in akademskega okolja	176
Nuša Jezeršek Superkritična ekstrakcija skozi zgodovino	178
NOVICE • ZANIMIVOSTI	182
BIONIKA	
Janez Škrlec Bionika vstopa v industrijo, avtomatizirane in robotizirane procese	188
PROPORCIONALNI POTNI VENTILI	
Jan Bartolj, Ana Trajkovski, Franc Majdič Razvoj, izdelava in testiranje proporcionalnega potnega ventila, izdelanega s 3D-tiskanjem kovin in z uporabo topološke optimizacije	190
IZ PRAKSE ZA PRAKSO	
Miha Pipan, Niko Herakovič, Marjan Kelvišar, Simon Strnad Razvoj koncepta pametne celice za peskanje	198
AKTUALNO IZ INDUSTRIJE	
Paralelno prijemalo HPPF – učinkovitost po nizki ceni (FESTO)	202
Modularni valjčni transporterji (ELESA+GANter)	203
Sesalne gume BGX proizvajalca PIAB (INOTEH)	205
Končna kontrola izdelkov s sistemom strojnega vida OMRON (Miel Elektronika)	206
NOVOSTI NA TRGU	
Visoko natančna vodila (ELESA+GANter)	208
Nov sistem za merjenje dolžine MPI-R10-RF z magnetnim senzorjem in radijskim prenosom podatkov (ELESA+GANter)	209
Novo tri-čeljustno prijemalo serije HRC-07 za kolaborativne robote (INOTEH)	210
PIAB: Novo prijemalo CPT (Cobot Palletizing Tool) omogoča izdajo več palet na dan (INOTEH)	211
PIAB je lansiral serijo ejetorjev VACUPLUS za aplikacije nizkega do srednjega dosega (INOTEH)	212
Samozaporni vijaki – lockbolts (TUVAL)	213
PODJETJA PREDSTAVLJAJO	
Sistemske merilne kabli za velike obdelovalne centre (HENNLICH)	214
Omron A2W-sistem brezžičnih tipk za industrijo in logistiko (MIEL Elektronika)	218
Zamenjava hladilnika tehnološke vode – življenjski cikel (OMEGA AIR)	220

MERITVE ZA ZELENI PREHOD

24. 3. 2022, je v okviru 41. mednarodne konference o razvoju organizacijskih znanosti potekal dogodek *Meritve za zeleni prehod* v organizaciji Urada RS za meroslovje in Fakultete za organizacijske vede Kranj.



Dogodek *Meritve za zeleni prehod* je potekal v Kongresnem centru Portus v Portorožu

V današnjem času smo priče hitrim spremembam, ki organizacije soočajo z različnimi izzivi, pri čemer meritve različnih parametrov postajajo vse pomembnejše za doseganje optimalnih rezultatov. Meritve so ključni izziv tudi pri t. i. zelenem prehodu, ki je eden izmed poudarkov vladnega Načrta za okrevanje in odpornost.

Z letošnjim dogodkom, ki smo ga po dveh letih virtualne izvedbe konference ponovno izvedli v živo v Portorožu, smo želeli spodbuditi izvajalce meritev in njihove uporabnike k razmišljanju ter izmenjavi dobrih praks pri izvajanju nujno potrebnih meritev na področjih trajnostne mobilnosti, krožnega gospodarstva, obnovljivih virov energije in njihove učinkovite rabe ter čistega in varnega okolja.

V splošnem velja, da do uspehov vodijo poti, ki so vse prej kot enostavne, zato smo ljudje tisti, ki s svojim celostnim pristopom v izzivih ne iščemo težav, temveč priložnosti za učinkovito doseganje ciljev.

Tako smo se na dogodku s skrbno izbranimi predavatelji z različnih področij dotaknili:

- ▶ trajnostnega razvoja, ki ni le naslednja velika stvar v razvoju merjenja, ampak je temelj zelene prihodnosti;
- ▶ točnih rezultatov, ki podpirajo zaupanje posameznikov v medicino, varnost prometa, poštarne nakupe in odgovornost do družbe, ki smo ji dolžni v vsakem trenutku dati pravilen rezultat;
- ▶ napredka v elektromobilnosti, ki je nujen, če želimo doseči ambicije Pariškega sporazuma. Povezava med e-mobilnostjo in trajnostjo je jasna: več rešitev za e-mobilnost uporabljamo, večje je zmanjšanje CO2 in drugih toplogrednih plinov;
- ▶ vizije tovarn prihodnosti v EU, ki podpira tranzicijo slovenske industrije na zelenem prehodu v industrijo 4.0.

Z nami so svoja strokovna znanja in izkušnje nesebično delili:

1. dr. Martin Furlan, vodja sektorja razvojnih storitev MAHLE Electric Drives d. o. o.: »Pristopi, merilna tehnika in metode pri razvoju izdelkov za zeleno mobilnost«;
2. Tomaž Dostal, vodja inovacij Iskraemeco d. d.: »Napredne tehnologije merjenj in pametni števeci za zeleni energetski prehod«;
3. Anka Kavčič, razvojna inženirka LOTRIČ Meroslovje d. o. o.: »Uporaba klasičnih in naprednih metod strojnega vida v industriji«;
4. mag. Grega Kovačič, Urad RS za meroslovje, Sektor za fizikalna merjenja: »Merjenje električne energije na polnilnicah za električne avtomobile«;
5. doc. dr. Igor Kovač, v. d. direktor SRIP Tovarna prihodnosti, Institut Jožef Stefan: »SRIP Tovarne prihodnosti v viziji zelenega prehoda«.

Dogodek se je zaključil z vsebinsko bogato okroglo mizo na temo Meroslovne priložnosti zelenega prehoda, na kateri so pod moderatorstvom dr. Aleša Hančiča, direktorja TECOS-a, Razvojnega centra orodjarstva Slovenije, sodelovali:

- ▶ Rok Kotnik, vodja kakovosti SIJ d. d.,
- ▶ Nina Meglič, vodja projektne pisarne SRIP Krožno gospodarstvo, Štajerska gospodarska zbornica,
- ▶ Marko Lotrič, generalni direktor LOTRIČ Meroslovje d. o. o.,
- ▶ doc. dr. Igor Kovač, v. d. direktor SRIP Tovarna

- prihodnosti, Institut Jožef Stefan,
- ▶ dr. Samo Kopač, direktor Urada RS za meroslovje.

Namen okrogle mize je bil čim bolj široko odpreti pogovor o aktualnih izzivih, s katerimi se udeleženci okrogle mize v dobi digitalizacije in zelene prihodnosti soočajo na področju meritev v raziskovalnem in izobraževalnem okolju.

Na okrogli mizi je tekla beseda o podnebnih spremembah in degradaciji okolja, ki življenjsko ogrožajo Evropo in svet. Da bi Evropa lahko premagala te izzive, bo evropski zeleni dogovor preoblikoval EU v sodobno, z viri gospodarno in konkurenčno gospodarstvo. V luči tega morata gospodarstvo in celotna družba spreminjati svoje procese poslovanja, delovanja, razmišljanja in življenja. Na tej poti sprememb pa so eden od ključnih dejavnikov tudi točne meritve, natančni merilni instrumenti, dodelane metode merjenja, primerljive in sledljive meritve itd. Zato so vsi sodelujoči vsak s svojega področja dela združevali in pisali zgodbo o medsebojnem povezovanju, nadgrajevanju in razvoju novih projektov, ki bodo dejansko lahko pripeljali do skupnega cilja – ZELENE PRIHODNOSTI. Vsak posameznik pa bo lahko le »filozofiral« o zelenem cilju brez rezultata.

Mag. Dominika Rozoničnik,
Urada RS za meroslovje

TRG
since 1975



E-pošta
LJ: info@podjetje-trg.si
MB: trg-mb@podjetje-trg.si



Telefon
LJ: 01 500 14 40
MB: 02 320 20 00

Lokacije

LJ: Celovška cesta 150, 1000 Ljubljana
MB: Tržaška cesta 65, 2000 Maribor



PNEUMATIKA

e-shop **OBIŠČITE NAŠO NOVO SPLETNO TRGOVINO PNEUMATIKE**
WWW.HPC-TRG.SI

VSEM NOVIM ČLANOM
20% POPUST



HIDRAVLIKA

TRICOFLEX® **CEVNA TEHNIKA**

DAN VARILNE TEHNIKE V DNEH MEDNARODNEGA INDUSTRIJSKEGA SEJMA OD 5. DO 8. APRILA V CELJU

Po treh letih korone in zaprtja večjega dela aktivnosti v državi je Celjski sejem ponovno zaživel. V dneh od 5. do 8. aprila je potekal Mednarodni industrijski sejem, kjer se je predstavilo več kot 350 razstavljalcev in 900 blagovnih znamk iz 30 držav. To so podatki, ki so zavidanja vredni. Vse pohvale gredo vodji projekta Katji Goršek in direktorju Robertu Otorepcu.



Utrinek z Mednarodnega industrijskega sejma (MIS 2022) v Celju

Prav on je pred začetkom sejma zapisal: »Mednarodni industrijski sejem v Celju je v zadnjih nekaj letih prepričljivo postal največji in najpomembnejši bienalni sejem s področij strojogradnje, orodjarstva, varjenja in rezanja v jugovzhodni Evropi, o čemer priča hitra rast števila obiskovalcev in razstavljalcev v zadnjih letih. Pri zadnji izvedbi sejma v letu 2019 smo beležili kar 25-odstotno rast obiskovalcev v primerjavi z letom 2017, go-stili pa smo razstavljalce iz 32 držav sveta, kar dodatno dokazuje, da gre za pomemben

regionalni sejem. Če želite postati del naše uspešne zgodbe, vas vabimo, da si pravi čas zagotovite prostor za predstavitev vašega podjetja. Sejem MIS namreč vsem, ki delujete v omenjenih panogah, predstavlja več kot izjemno priložnost za najhitrejše in najcenejše pridobivanje kupcev iz celotne jugovzhodne Evrope in širše, za predstavitev novosti, za srečanje s kupci in za primerjavo s konkurenti. V letu 2019 smo tako beležili 100-odstotno zasedenost vseh razstavnih površin. Zato pohitite, da ne zamudite

priložnosti, ki je samo enkrat na vsaki dve leti.«

Veliko njegovih napovedi se je uresničilo v letošnjem aprilu, saj so z zadnjim sejemom dosegli rezultate izpred koronskih časov.

Takšen sejem predstavlja vsem, ki delujejo v teh panogah, več kot izjemno priložnost za najhitrejše in najcenejše pridobivanje kupcev iz celotne JV Evrope, za predstavitev novosti, za srečanje s kupci in za primerjavo s konkurenti.

V okviru sejma je bilo več posebnih dogodkov, ki so jih poleg sejmskih ljudi pomagala soustvariti področna in stanovska združenja. Prav gotovo sta bila zelo pomembna dan varilne tehnike, ki je bil 6. aprila, in dan orodjarstva in vzdrževanja, ki je bil dan kasneje.

Dan varilne tehnike je potekal v treh sklopih. Dopoldne je bilo strokovno posvetovanje o novostih na varilskem področju, okoli poldneva je potekalo varilsko tekmovanje in popoldne je bila podelitev nagrade za življenjsko delo in nagrad varilcem ter družabno srečanje. Organizatorja srečanja sta bila varilsko društvo Krško in varilsko društvo Maribor. Dolenjci so poskrbeli predvsem za organizacijo posvetovanja in kasneje druženja, Štajerci pa za varilsko tekmovanje. Tu gre obehma predsednikoma Tomažu Vuhererju in Franciju Krošlju iskrena zahvala.

Na posvetovanju je bilo predstavljenih dvanajst različnih referatov s področja spajanja materialov. Članki so bili zbrani na osnovi recenzije članov uredniškega odbora. Predsednik je bil dr. Andrej Lešnjak, ki je vzorno organiziral in recenziral članke. Vsi prispevki so iz industrijske prakse. V njih so prikazani rezultati, dobljeni z raziskavami, ki so podkrepjene z znanstvenimi metodami, kar pomeni, da slovenska varilska stroka sledi novostim v svetu. Pomeni pa tudi, da je slovenska varilska stroka na visokem strokovnem in znanstvenem nivoju in primerljiva s svetom.

Predstavljeni članki so bili razdeljeni v tri sklope. Prvi sklop so bili materiali in varivost. Tu smo slišali predavanje z naslovom Napredne metode nadzora obločnega varjenja in navarjanja. Članek so pripravili raziskovalci in znanstveniki iz Laboratorija za spajanje materialov s Fakultete za strojništvo v Ljubljani. V članku so prikazali, kako je mogoče spremljati količino vnesene toplotne energije v zvar, kako se prevaja toplota iz zvara v okolico in kako to vpliva na lastnost



Predavanje: Utripno lasersko varjenje

izdelanega vara. Ta raziskava je bila narejena s postopkom MAG/MIG, ki se uporablja kot 3D-tehnologija WAAMA (angl. Wire Arc Additive Manufacturing).

Zaščitni plini so pri vsakem varjenju s taljenjem izjemnega pomena. To je na posvetovanju razložil Peter Opaka. V članku z naslovom Zaščitni plini pri varjenju kot orodje za optimizacijo varilnih procesov je podal osnovne fizikalne in kemične značilnosti vseh čistih plinov, ki jih uporabljamo pri varilnih procesih. Opisal je več različnih plinskih mešanic, ki jih uporabljamo za varjenje različnih železnih in neželeznih kovin.

V tretjem prispevku smo poslušali predavanje o mehanskih preskusih toplotno vplivanih področij s pomočjo simuliranih preizkušancev. S posebno napravo so raziskovalci s Fakultete za strojništvo iz Maribora simulirali termični varilni cikel in s tem dobili simulirano mikrostrukturo, iz katere so izdelali epruvete za preizkuse žilavosti.

Varivost visokotrdnostnih nizko-legiranih konstrukcijskih jekel je bila zajeta v četrtem prispevku prvega sklopa predavanj. Avtorji so bili iz SIJ Acronija in z obeh slovenskih fakultet za strojništvo. V njem je bila okvirno predstavljeno

na tehnološka pot izdelave jekel z oznakama S690QL1 in S110QL in njihova varivost in varjenje. Prikazana sta dva različna zvarna stika debeline 15 in 25 mm ter vrstni red polaganja varkov med varjenjem. Iz zvarnih spojev so bili izdelani vzorci za prečni natezni preskus po standardu ISO in vzorci za preskus žilavosti ravno tako po standardu ISO. Poleg tega so bili iz zvarnih spojev izdelani makrobrusi in preko njih izmerjena trdota po metodi Vickers.

V drugem sklopu so bile obravnavani varilni postopki, avtomatizacija in robotizacija. Prvi predavatelj je bil Klemen Pompe iz TKC-ja iz Ljubljane. Predstavil je laserske naprave, lasersko varjenje in trende razvoja na tem področju. Omenil je, da je razvoj laserskih virov v svetu zelo hiter, da se danes uporabljajo za varjenje že piko laserji, da se vlakenski laserji vedno pogosteje uporabljajo in drugo. Poudaril je, da imajo vlakenski laserji mnogo višji izkoristek energije kot klasični laserji Nd:YAG ali laserji CO₂.

V drugi predstavitvi v drugem sklopu pa smo poslušali o inovativni rešitvi za vizualni pregled reaktorske glave RPHV. S tem je bil omogočen pregled tistega dela jedrske elektrarne, ki je za serviserje nevaren zaradi sevanja.

Raziskavo so osnovali in izvedli raziskovalci podjetja NUMIP v Krškem.

Tudi tretje predavanje v drugem sklopu je bilo posvečeno laserskemu varjenju. Prikazano je bilo varjenje dveh manjših zobnikov v celoto. Raziskovalci iz TKC-ja so razvili primerno tehnologijo laserskega varjenja, ki zagotavlja dovolj trden spoj med dvema zobnikoma. Optimalni rezultati so bili doseženi z utripnim laserskim varjenjem in s primernim dodajnim materialom.

Varjenje z gnetenjem je bilo opisano in predstavljeno v četrtem prispevku drugega sklopa. Raziskava je bila narejena na realnem problemu slovenskega podjetja.

V tretjem sklopu so bile predstavljene rešitve varilskih problemov iz industrije. To so čiste praktične aplikacije. Prvo predavanje je bilo posvečeno predfabrikacijskemu varjenju cevnih sklopov. Predstavljeno je bilo sočelno varjenje debelostenskih cevi iz avstenitnega nerjavnega jekla, kakršne se uporabljajo v jedrskih elektrarnah. Za varjenje sta bila uporabljena dva postopka. Za korenski varek postopek TIG in za polnilne varke postopek MAG/MIG.

Pri vsakem varjenju se pojavijo manjše in večje napake. Manjše napake so pogosto sprejemljive za uporabo, večje pa nikakor ne. V vsakem primeru je dopustna velikost napake odvisna od vrste uporabe zvarnega spoja. Če je možno, se lahko večje napake popravijo in sanirajo, če pa to ni možno, je treba izdelati popolnoma nov zvarni spoj oziroma nov varjeni produkt. Na posvetovanju je bilo predstavljeno navodilo za sanacijo napak na zvarnih spojih na varjenih kontejnerjih. Prikazani so bili zvarni stiki, način izdelave in zvarni spoji. Podrobno je bila opisana kontrola varjenja s celotno organizacijsko shemo, ki je običajna v varilskih podjetjih.

Tudi v tem sklopu je bilo predstavljeno lasersko varjenje. Pri-



Laserski simulator za varjenje

mož Repnik je predstavil lasersko varjenje na terenu oziroma mobilno lasersko varjenje. Prikazal in opisal je nekatere primere, za katere je lasersko varjenje na terenu najbolj primerno. Tu gre za velika orodja za tlačno litje in za brizganje plastike, za valje in druge večje strojne elemente, katerih transport je otežen ali celo nemogoč.

Med dnevom je potekalo državno prvenstvo varilcev. Najprej so se ti preizkusili v teoretičnem pisnem preizkusu, nato pa še v praktičnem varjenju v dveh različnih postopkih. Varili so po postopku MAG in po postopku TIG. Glavni organizator tekmovanja je bilo Društvo za varilno tehniko Maribor. Tekmovali so fantje in dekleta. Tekmovali so mladi varilci, nekoliko starejši in tudi taki v letih. Prav ta pisanost tekmovalcev je popestrila celotni dogodek.

Popoldne je bilo družabno srečanje, na katerem je bila podeljena nagrada za življenjsko delo na varilskem področju. To leto jo je dobil g. Anton Gros, ki je vse svoje življenje posvetil varilski stroki.

Naj tu ponovim, kar so na popoldanski prireditvi povedali drugi, da je bil glavni namen dneva varilstva z razstavnim in spremlja-jočim strokovnim programom

tudi javno poudarjanje pomembnosti te panoge, saj praktično ni več izdelka, ki ne bi bil na tak ali drugačen način varjen. Prav tako je bil namen mladim prikazati poklic varilca kot ustvarjalen in zahteven ter tudi dobro plačan. V Sloveniji močno primanjkuje varilcev. »Dan varilne tehnike je največja strokovna prireditev s področja varjenja v Sloveniji in je zelo pomembna za ohranjanje in pa za razvoj varilske stroke. Treba je vedeti, da je varjenje zelo pomembna panoga v slovenski industriji. Ogromno izdelkov se izdelava z varjenjem. Zato so tovrstna srečanja izrednega pomena za to področje,« je dejal Dr. Andrej Lešnjak, predsednik uredniškega odbora Dneva varilne tehnike.

Ob slovesnosti podelitve priznanj in nagrad je izvršni direktor Celjskega sejma mag. Robert Otorepec nagovoril vse prisotne: »Zelo me veseli, da smo se po triletni pavzi ponovno zbrali na Dnevu varilne tehnike, ki je postal sestavni del sejma MIS. Zelo odmevno je tudi državno prvenstvo varilcev, kjer tudi letos beležimo odlično udeležbo. Po zahtevnih teoretičnih in praktičnih preizkusih smo dobili najboljše varilce v državi,« je še dodal.

Prof. dr. Janez Tušek
Uredništvo revije Ventil

POSVET ASM '21/22

Na GZS v Ljubljani je 11. maja potekal tradicionalni, že osemnajsti strokovni posvet na temo Avtomatizacija strege in montaže 2021/22 – ASM '21/22. Posvet, ki je najpomembnejši dogodek v Sloveniji s področja strege in montaže, je organiziral Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko (LASIM) Fakultete za strojništvo, Univerza v Ljubljani, soorganizatorja dogodka pa sta bila Gospodarska zbornica Slovenije ter Kompetenčni center za sodobne tehnologije vodenja – Zavod KC STV.



Udeleženci posveta ASM '21/22

Glede na zdravstvene razmere in razmere v gospodarstvu ter družbi nasploh je bil posvet zelo dobro obiskan, saj se ga je udeležilo preko 130 udeležencev iz kar 51 podjetij, iz sedmih raziskovalnih in izobraževalnih inštitucij ter iz štirih medijev. Dober in raznovrsten obisk kaže na izredno zanimanje za ta dogodek in predvsem na pomembnost področja avtomatizacije strege in montaže v gospodarstvu. Za posvet ASM danes že kar velja, da je dogodek, na katerem enostavno moraš biti prisoten, če deluješ na področju strege in montaže.

Na posvetu so se predstavila številna podjetja s svojimi dosežki, tehnološkimi rešitvami in novostmi. Mnoge rešitve, ki so bile prikazane, so plod lastnega

razvoja podjetij in inovativnosti njihovih inženirjev in bodo prav gotovo marsikomu pripomogle pri rešitvi njegovih problemov in dilem, s katerimi se srečuje v vsakodnevni praksi. Predavatelji na posvetu so izhajali iz sledečih organizacij: Zavod KC STV, GZS – Združenje kovinske industrije, GZS – Zbornica elektronske in elektroindustrije, Yaskawa Ristro, d. o. o., ABB, d. o. o., Fanuc Adria, d. o. o., DAX, d. o. o., Miel, d. o. o., Renault Group – Revoz Novo mesto, IMP Armature, d. o. o., Laboratorij LASIM – Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Internet Institut d. o. o., ControlTech, d. o. o., Adria Dom d. o. o., Riko, d. o. o., Ptica – zavod, Olma d. o. o., Yaskawa Europe Robotics d. o. o. ter Hypex, d. o. o.

Organizator je skupaj z avtorji iz različnih podjetij pripravil izredno zanimivo srečanje, ki ga je podprlo več ustanov, podjetij in medijev. Med njimi naj posebej omenimo generalnega pokrovitelja Yaskawa Slovenija d. o. o., ki spada v globalni koncern Yaskawa Electric Corporation, ki je kot koncern v svetovnem merilu dobro prepoznaven in je vodilni svetovni proizvajalec na področjih robotike in sistemov za avtomatizacijo.

Na razstavnem prostoru pred konferenčno dvorano so imela podjetja možnost predstavitve svoje dejavnosti s publikacijami, demonstracijskimi paneli ali preko dveh večjih promocijskih zaslonov. Posvet ASM '21/22 je bil torej enkratna priložnost za predstavitev novosti in naprednih pristopov, prav tako pa za srečanje strokovnjakov s področja avtomatizacije ter danes vse pomembnejše digitalizacije in za medsebojno izmenjavo mnenj ter izkušenj.

Vsem udeležencem se za obisk in sodelovanje na ASM '21/22 najlepše zahvaljujemo in vse zainteresirane vabimo, da se nam kot soorganizatorji ali udeleženci pridružijo na naslednjem posvetu ASM, ki ga načrtujemo v začetku decembra 2023.

Več utrinkov s posveta ASM '21/22 je dostopnih na spletni strani posveta www.posvet-asm.si.

Dr. Mihael Debevec, UL, Fakulteta za strojništvo

V OKVIRU DNEVA MEROSLOVJA 2022 NA GZS OBELEŽILI PODPIS METRSKE KONVENCIJE V PARIZU LETA 1875

Urada RS za meroslovje je skupaj s sekcijo SiMER 18. maja na Gospodarski zbornici Slovenije organiziral Dan meroslovja ob spominu na podpis pomembne mednarodne pogodbe leta 1875 v Parizu – Metrske konvencije.



Dan meroslovja 2022

18. maja smo na Gospodarski zbornici Slovenije (GZS) obeležili svetovni Dan meroslovja, ko se spominjamo podpisa Metrske konvencije leta 1875 v Parizu. S podpisom te mednarodne pogodbe je bil postavljen pomemben mejnik naše zgodovine. Takrat je bil ustanovljen mednarodni urad za uteži in mere v Parizu (BIPM), hkrati pa so bili vzpostavljeni osnovni pogoji za poenotenje merskih enot in mednarodno primerljivost merjenj.

Krovna tema letošnjega Dneva meroslovja je bila Meroslovje v dobi digitalizacije, saj je digitalizacija ključna za razvoj slovenskega gospodarstva in družbe za zagotavljanje boljših delovnih pogojev, večje dodane vrednosti, boljše prilagodljivosti spremembam in večjih kompetenc podjetij ter zaposlenih.

Povezovanje in sodelovanje sta v dobi digitalizacije ključni, zato sta letošnji Dan meroslovja skupaj or-

ganizirala Urad Republike Slovenije za meroslovje in GZS – sekcija SiMER, ki povezuje proizvajalce, uporabnike ter zastopnike merilne opreme in je medsektorska organizacijska enota v okviru Zbornice elektronske in elektroindustrije na GZS.

Udeležence dogodka so v uvodu nagovorili generalni direktor GZS mag. Aleš Cantarutti, državni sekretar na MGRT g. Simon Zajc, direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač in predsednik sekcije SiMER mag. Matjaž Lindič.

V uvodnih nagovorih je bilo poudarjeno, kako pomembno vlogo imajo meritve in merilna oprema, saj industrija 4.0 narekuje digitalizacijo procesov, katere glavno gonilo so podatki. Ti morajo biti verodostojni za nadaljnje odločitve, kar pomeni, da so zajeti v realnem času in na ustrezen način, z ustrezno opremo. Merjenja so tako v dobi digitalizacije ključna v vsa-

kem najmanjšem koraku proizvodnih in storitvenih procesov, kar pomeni, da je gospodarska uspešnost vsak dan bolj odvisna od točnih meritev.

Na Dnevu meroslovja, ki je letos po dveh letih virtualne izvedbe ponovno potekal v živo, so svoja bogata strokovna znanja s področja digitalizacije s slikovitimi predavanji delili z udeleženci strokovnjaki in gospodarstveniki z različnih področij delovanja, ki so udeležence navdušili s svojim strokovnim znanjem in bogatimi izkušnjami iz prakse:

1. Simon Smolnikar, vodja prodaje, RLS, merilna tehnika d. o. o.: »Industrijsko meroslovje kot del strategije pametne tovarne v dobi digitalizacije«,
2. dr. Saša Sokolič, direktor marketinga in prodaje, član uprave, Metronik d. o. o.: »Digitalizacija kot orodje za izboljšanje procesov v farmacevtski proizvodnji«,
3. mag. Sonja Šmuc, vodja strateških projektov v Dewesoft d. o. o. in izvršna direktorica Blueberryja: »Blueberry: nov standard v merilni industriji«,
4. dr. Goran BERVAR, tehnični vodja, Alba d. o. o.: »Digitalizacija kalibracijskih certifikatov in certifikatov o kontrolah«,
5. mag. Andrej Biček, vodja razvoja, Domel d. o. o.: »Meritve kot osnova na poti naprednih in digitalnih analitičnih tehnologij«,
6. mag. Damjan Krašovec, Sektor za fizikalna merjenja, Urad RS za meroslovje: »Izzivi digitalizacije v zakonskem meroslovju«.

Vsi predavatelji so ne glede na področje dela oziroma gospodarsko panogo poudarili, da digitalizacija danes ni več izbira, ampak je nuja, saj je v globalnem gospodarstvu jasno, da kdor ni hiter, odziven in prilagodljiv, zaostane. Digitalizacija torej pomeni nov razvojni izziv za slovensko gospodarstvo in hkrati tudi slovensko meroslovje.

Sodeč po odlični udeležbi, številnih vprašanjih ter zanimivih razmišljanjih publike je dogodek še dodatno potrdil, kako pomembno vlogo ima meroslovje v vseh procesih gospodarstva ter kako pomemben izziv je digitalizacija v sodobni družbi.

Znani dramatik William Shakespeare je nekoč zapisal: »Biti ali ne biti, to je sedaj vprašanje.« In če to prenesemo na področje teme Dneva meroslovja, to pomeni, da o digitalizaciji lahko govorimo kot o neustavljivem procesu sprememb in napredka, enako je veljalo tudi za vse predhodne industrijske revolucije. Pri tem pa je pomembno poudariti, da za začetek procesa sprememb na področju digitalizacije ni kriva »koronakriza«, zagotovo pa je povzročila, da je sprememb na področju digitalne transformacije sedaj več, da so se te zgodile mnogo hitreje, kot bi se sicer, in da je sprejemanje digitalizacije in možnosti dela oziroma poslovanja na daljavo sedaj v družbi pozitivno sprejeto.

Mag. Dominika Rozoničnik
Urad RS za meroslovje

Zanesljiv partner vaše proizvodnje



OLMA70
SINCE 1947

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

PROF. DR. KARL KUZMAN

Zapustil nas je ugleden znanstvenik in v slovenski industriji cenjen strokovnjak na področju preoblikovanja, redni profesor Fakultete za strojništvo v Ljubljani prof. dr. Karl Kuzman.



Prof. dr. Karl Kuzman

Prof. dr. Karl Kuzman je bil leta 1941 rojen Vitanjčan, ki je mladostna leta preživel neposredno ob tovarni Unior. Šolal se je na gimnaziji v Celju, kjer je leta 1960 končal srednješolsko izobraževanje. Vpisal se je na Fakulteto za strojništvo v Ljubljani, kjer je leta 1965 diplomiral pri prof. dr. Francu Golograncu.

Po krajši zaposlitvi v Uniorju se je leta 1967 vrnil na Fakulteto za strojništvo kot asistent in leta 1972 tudi magistriral. Vrnil se je v Zreče, kjer je med letoma 1973 in 1978 opravljal vodilne funkcije.

Leta 1978 se je vrnil na Fakulteto za strojništvo v Ljubljani, kjer je leta 1984 doktoriral pri mentorju prof. dr. Ervinu Prelogu in somentorju prof. dr. Vincencu Čižmanu. Leta 1988 je prevzel vodenje Katedre za obdelovalno tehniko ter ob upokojitvi prof. dr. Franca Gologranca tudi vodenje Laboratorija za preoblikovanje. Njegovo raziskovalno delo je obsegalo širok opus s področij termo-mehanskega kovanja, kovaškega valjanja, lamelnih preoblikovalnih

orodij, hladnega iztiskavanja jekel, simulacij procesov hladnega preoblikovanja z numeričnimi metodami, zagotavljanja geometrijske natančnosti preoblikovanih izdelkov, oblikovanja predhodno hladno preoblikovanih izdelkov in energijskega vrednotenja procesov preoblikovanja.

Kot vrhunski strokovnjak je bil prof. dr. Karl Kuzman član več mednarodnih znanstvenih združenj in je sodeloval s številnimi priznanimi znanstveniki v tujini. Intenzivno je sodeloval s prof. dr. inž. Kurtom Langejem iz Stuttgarta in prof. dr. inž. Manfredom Geigerjem s Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg v Nemčiji. V okviru projekta TEMPUS je omogočil tudi izmenjave na doktorski šoli, kar je vodilo v podpis pogodbe o sodelovanju med fakultetama v Ljubljani in Erlangnu ter razširitvi sodelovanja z univerzama v Eindhovnu na Nizozemskem in Lyngby na Danskem. Bil je član mednarodnega združenja za hladno kovanje ICFG, ki mu je tudi predsedoval med letoma 2003 in 2007. V svoji znanstveni karieri je aktivno sodeloval tudi v mednarodnem združenju za preoblikovanje pločevine IDDGR. Že zelo zgodaj je razumel pomembnost obravnave ekoloških tem v proizvodnji, zato se je pridružil mednarodnemu komiteju za ekologijo in ekonomijo ICEM. Najbolj ponosen je bil na članstvo v Mednarodni akademiji za obdelovalno tehnologijo CIRP. Bil je avtor več kot 300 znanstvenih člankov in konferenčnih prispevkov ter soavtor enega patenta.

Leta 1990 je prof. dr. Karl Kuzman prejel od Vlade Republike Slovenije nagrado Sklada Borisa Kidriča za izume in izboljšave na področju tehnike, leta 1994 pa plaketo in priznanje za sodelovanje s Teh-

niško fakulteto iz Maribora. Leta 2010 je za uvajanje inkrementalnega preoblikovanja na fasadne panele v sodelovanju s podjetjem Trimo Trebnje dobil mednarodno prestižno nagrado RedDot award, Architecture and interior design.

Na osnovi profesorjeve ideje razvojne pomoči slovenskim orodjarjem je bil kot član Odbora za orodjarstvo pri GZS pobudnik za ustanovitev zavoda TECOS, Razvojnega centra orodjarstva Slovenije, ki je bil ustanovljen leta 1994 v Celju. TECOS je dolgo let vodil kot prvi direktor. Na Ministrstvu za znanost in tehnologije je bil prof. dr. Karl Kuzman v letih 1993-1994 namestnik nacionalnega koordinatorja raziskovalnega polja Proizvodne tehnologije in sistemi, od leta 1994 pa nacionalni koordinator.

Predvsem pa je bil prof. dr. Karl Kuzman enkratni predavatelj in pedagog Fakultete za strojništvo. Svojo profesorsko pot je pričel leta 1978 in bil od leta 1996 redni profesor, v obdobju 2005-2007 pa dekan. Bil je mentor več kot 300 študentom, 16 magistrandom in 10 doktorandom. Za študente je pripravil zgledni študijski gradivi Vaje iz tehnike preoblikovanja in Tehnološke karakteristike preoblikovalnih strojev. Sodeloval je tudi pri izdelavi in sourejanju Strojno-tehnološkega priročnika pod uredništvom prof. dr. Hinka Murna, ki je izšel pri Tehniški založbi v kar v štirih ponatisih. Prof. dr. Karl Kuzman je bil tudi redaktor leta 2010 izdanega priročnika proizvodnega strojništva Moderno proizvodno inženirstvo.

Sodelavci in njegovi študenti bomo profesorja Kuzmana ohranili v trajnem spominu.

Izr. prof. dr. Tomaž Pepelnjak

OKROGLA MIZA RAZVOJ STRATEGIJ V KRIZNIH ČASIH

Na pobudo študentov Fakultete za strojništvo UL je 20. maja v Cankarjevem domu, natančneje v stekleni dvorani Lili Novy, potekala okrogla miza z naslovom Razvoj strategij v kriznih časih. Povabljeni govorniki dr. Boštjan Pečnik (Gorenje Hinsense), dr. Jure Knez (Dewesoft), dr. Tomaž Kmecl (Kolektor Etra), dr. Viktor Vračar (HSE) in prof. dr. Mihael Sekavčnik so bodočim inženirjem pojasnili, kako so se v gospodarstvu in na fakulteti soočali s kriznimi časi, kaj prinaša prihodnost in kako se najbolje pripraviti na uspešno poklicno pot.



Udeleženci okrogle mize

Na vprašanje moderatorja okrogle mize Dina Subašiča, kaj je prinesla kriza s pandemijo virusa covid-19, so vsi govorniki okrogle mize izpostavili, da taki časi prinašajo tudi odlično priložnost za rast, nov zagon in preobrazbo. »Tisti, ki so pogumni in imajo ideje, uspejo. Krize naj vas opogumljajo, saj boste v takšnih časih hitreje napredovali. Sistemi so bolj prilagodljivi v kriznih časih kot v mirnih – takrat je vse bolj togo in se težko kaj spremeni,« je izpostavil dr. Tomaž Kmecl. Dr. Viktor Vračar pa je nadaljeval, da je bila rdeča nit vseh panog v času pandemije in zdaj vojne v Ukrajini prilagodljivost.

Udeleženci okrogle mize 2/3 str Z »novo normalnostjo« so se soočile tudi slovenske fakultete. Dekan Fakultete za strojništvo UL prof. dr. Mihael Sekavčnik je

zato izpostavil, da se na FS zavedajo, da je slovensko gospodarstvo neobhodno povezano z globalno ekonomijo, zato morajo biti diplomanti odzivni in opremljeni z vsemi dodatnimi kompetencami, ki gospodarstvu prinašajo konkurenčnost. »Zato smo prenovili študijske programe, da odgovarjajo zahtevam tistih kompetenc, kamor se gospodarstvo premika v prihodnje. Razpršeno raziskovalno dejavnost pa smo organizirali v štiri ključne platforme, ki naslavlajo vsa vprašanja, povezana s tovarnami prihodnosti, varno in zeleno mobilnostjo, trajnostno energijo in zdravjem,« je poudaril Sekavčnik.

Ker so krizni časi prinesli tudi spremenjen način dela, je beseda tekla tudi o delu na daljavo, ki bo kot posledica pandemije

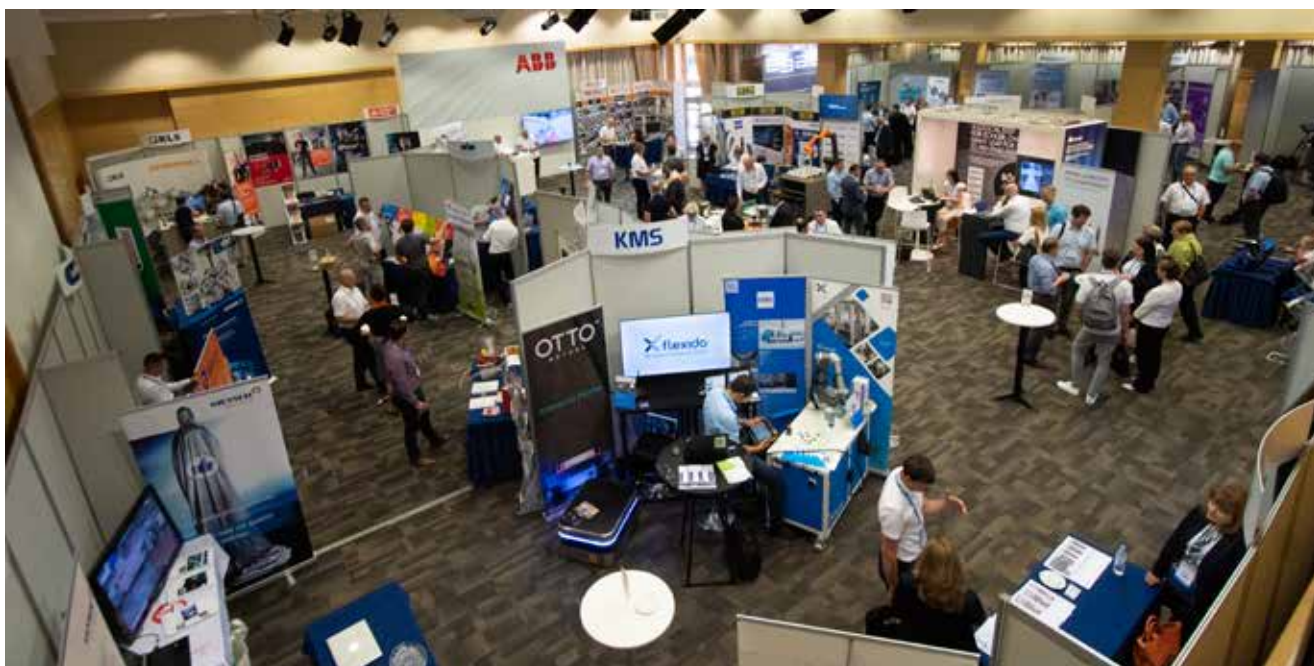
zagotovo ostalo, so se strinjali govorniki in dodali, da se z omejenim vprašanjem vse pogosteje srečujejo tudi na razgovorih. Nujno pa bo zagotoviti neke »smart« pogoje dela na daljavo v bodoče, uvesti hibridni sistem in omogočiti tudi delo iz mobilnih pisarn ter ne zgolj samo od doma. Kar se tiče študija na daljavo, prof. dr. Mihael Sekavčnik poudarja, da je za študij tehničnih strok to nemogoče. »Inženir in inženirka ne moreta dobiti ustreznih kompetenc, če ne prideta v laboratorij, ne pomerita in ne vidita, s čim se bosta pri svojem delu srečala,« je naštel in dodal, da pa študij na daljavo omogoča personaliziran študijski program, ki so ga na drugi stopnji uvedli na Fakulteti za strojništvo UL in s snemanji predavanj omogočili študentom, da si izberejo tiste izbirne predmete, ki jim omogočijo, da postanejo inženirji strojništva po svoji meri.

Govorniki so študentom svetovali, naj se na svoji poklicni poti opremijo tudi s prodajnimi kompetencami. Prodaja ni zgolj naštevavanje tehničnih podrobnosti, pač pa razumevanje kupca, njegovih potreb in želja. K samozavesti in pogumu pa bo veliko prispevalo pridobljeno znanje. Na vprašanje, kaj pomeni doktorat in kako so ga unovčili na svoji poklicni poti, so govorniki poudarili, da jim je doktorat dal notranjo moč. »Če hočete uspeti, si morate upati,« je svetoval dr. Kmecl.

www.fs.uni-lj.si

INDUSTRIJSKI FORUM IRT 2022 – RECEPT ZA USPEH INDUSTRIJE SO ZDRAVI INŽENIRSKI TEMELJI

Čeprav 13. po vrsti, letošnji Industrijski forum IRT ni deloval niti malo vraževerno, prej nasprotno, razpoloženje obiskovalcev je bilo po premoru leta 2020 in lanskoletnem hibridnem dogodku, ki se je odvijal virtualno, precej veselo in optimistično. Največji dogodek domače industrije je na slovensko obalo privabil več kot 400 udeležencev ter vrsto zanimivih predavateljev in predstavnikov pobud, ki promovirajo inženirstvo in dajejo (tudi finančne) spodbude inovativnosti in razvojni naravnosti.



Razstavni prostor Industrijskega foruma IRT

»V Sloveniji nam odličnih inženirjev in znanstvenikov nikoli ni manjkalo in ti so temelj, na katerem lahko pospešujemo slovensko gospodarstvo. Ima pa Slovenija izjemne rezerve na področju inženirsk. Samo pomislite, kakšna velesila bi lahko postali, če bi vsem fantom, ki so danes vpisani na naravoslovnih fakultetah, dodali še približno enako število deklet,« je uvodoma opozoril Darko Švetak, predsednik organizacijskega odbora Industrijskega foruma IRT, ter dodal, da se danes v poslu bije bitka za najboljše kadre in predvsem inženirji so tisti, ki so ključni za ustvarjanje dodane vrednosti. »Učinkovitost pri ustvarjanju dodane vrednosti je po mnenju strokovnjakov v Sloveniji na precej nizki ravni. Če

Inženirstvo je temelj, na katerem lahko gradimo napredek Slovenije, je sporočilo letošnjega Industrijskega foruma IRT.

želimo napredovati, se moramo glede tega približati najbolj razvitim gospodarstvom na svetu,« je še opozoril Švetak.

Zelena preobrazba kot poslovna priložnost

V nadaljevanju je dr. Miha Bobič, predsednik iniciative Inženirji in inženirke bomo ter podpredsednik Danfossove poslovne enote Daljinska energetika, poudaril, da so edina trajna rešitev za povečanje družbenega bruto proizvoda prav inovacije. »Na inovacije vpliva mnogo parametrov, vendar je eden glavnih kompetentnost inovatorja, ta pa je tesno povezana s kakovostjo šolskega sistema. Države, ki imajo boljši šolski sistem, imajo več inovacij, in države, ki imajo več inovacij, imajo višji BDP. To, kako dobri bomo v inoviranju, je tesno povezano s tem, koliko mladih se bo odločilo za inženirski poklic,« je povedal dr. Bobič in poudaril, da po desetih letih delovanja iniciative Inženirji in inženirke bomo



Okrogla miza

tu dosegajo opazne spremembe na bolje. Obenem je ocenil, da je zelena preobrazba, v katero se trenutno obrača svet, za Slovenijo velika priložnost, saj vse države postavlja na isti imenovalec – na začetek. »Zelena preobrazba je priložnost, da postavimo slovensko inženirstvo tja, kamor sodi: v svetovni vrh,« je še opozoril dr. Bobič.

Mladi in družba potrebujejo vzornike

Industrijski forum je obiskala tudi inženirka leta 2019 doc. dr. Aida Kamišalić Latifić, pionirka na področju tehnologije veriženja blokov in obdelave masovnih podatkov, ki je z občinstvom delila svoje izkušnje s Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko UM, kjer skoraj dnevno dobivajo prošnje podjetij z željo, da bi zaposlili inženirja. Njihovi študentje so v podjetja »oddani« že v drugem letniku, posledično pa se na omenjeni fakulteti srečujejo z izzivom, kako zadržati študente kot mlade raziskovalce. Obenem je opozorila, da družba potrebuje vzornike zlasti med inženirkami. »Dekleta so bolj dovzetna za mnenje okolice, zato je zelo pomembno, da znamo učencem in učenkam že v osnovni šoli približati inženirske poklice, predvsem pa je zelo pomembno izobraziti starše in predvsem učitelje, da ne postavljajo ovir tam, kjer jih ni,« opozarja dr. Kamišalić Latifić.

Brez sodelovanja ne gre (in ne bo šlo)

Člana programskega konzorcija nastajajočega Centra znanosti Jutri prof. dr. Gregor Geršak in dr. Saša Novak sta v nadaljevanju predstavila projekt Jutri, ki bo predstavljal stičišče javnosti, akademske sfere in industrije ter bo ponudil sistemske rešitve za tesnejše povezovanje gospodarstva in znanosti. Opozorila sta, da je za preboj družbe potrebno več pogovorov in sodelovanja. Miha Senčar, mladi manager 2021, je v šali omenil, da imajo za boljše sodelovanje v njihovem podjetju tudi vinsko klet, vendar pa zelo resno poudaril, da je za napredek treba po-

gosto seči onkraj cone udobja in da je koristno, da nas tja čez nekdo potisne.

Inženirsko svetovno prvenstvo

Ena od glavnih misli na okrogli mizi (P)Ostali bomo prvaki sveta, ki jo je vodila Vida Petrovčič in so se je udeležili vsi prej navedeni predavatelji, se je nanašala prav na zmožnost sodelovanja in povezovanja, poleg tega pa so udeleženci omizja izpostavili pomen fokusa ali, povedano drugače, vizije razvoja Slovenije, v kateri bi se lahko prepoznali vsi. Ob koncu okrogle mize je mag. Edita Krajnovič iz podjetja Mediade spomnila, da se celoten slogan države Slovenije glasi: »I FEEL SLOVENIA - Green. Creative. Smart,« in to sta lahko naš fokus in vizija.

Govor je bil tudi o tem, da je inženirstvo, čeprav se v njem pogosto govori o dosežkih posameznikov, predvsem ekipni šport, saj količina znanja, potrebnega za prebojne dosežke, pogosto presega zmožnosti posameznika. Če bi obstajalo inženirsko svetovno prvenstvo, bi se Slovenci zagotovo dobro odrezali, saj smo vedno v zgodovini imeli inženirje, ki so bili med najboljšimi na svetu.

Pogovori so se dotaknili tudi naslednjih zanimivih tem: kako prižgati baklo in navdušenje nad inženirskim poklicem predati mlajšim generacijam, pa tudi vizije in priložnosti, ki jih za Slovenijo prinašata zelena preobrazba in prehod v družbo 5.0.



EIT Manufacturing povezuje različna omrežja in strokovna področja, ki so bistvena za industrijske inovacije. Njena predstavnica dr. Blanca Chocarro (na fotografiji levo) je na okrogli mizi z naslovom Priložnosti za krepitev slovenskega inovacijskega ekosistema poudarila ključne mehanizme in koristi sodelovanja s slovensko industrijo. S predstavnikoma SVRK, SPIRIT Slovenije, podjetja Elaphe Propulsion Technologies Ltd in UL FS so izpostavili številne izzive in priložnosti sodobne slovenske industrije v mednarodnem okolju.

Proizvodnja v inovativni Evropi

Na vprašanje, kako se lahko v slovenski industriji bolj približamo proizvodnji, kakršna bo v inovativni Evropi, je odgovor ponudil dr. Franci Pušavec s Fakultete za strojništvo UL, ki je skupaj s partnerji iz tujine predstavil projekt EIT Manufacturing. Gre za največjo mrežo industrijskih organizacij in proizvodnih inovacij, ki jo podpirata EU in Evropski inštitut za inovacije in tehnologijo (EIT) in katere cilj je združiti inovativne evropske proizvajalce in jim s povezovanjem omogočiti dodajanje edinstvene vrednosti njihovim izdelkom, postopkom in storitvam. Ključna področja so zmanjševanje ogljičnega odtisa, promocija zelene proizvodnje in krožnega gospodarstva. »Potrebujemo pomembne strukturne spremembe tako pri načinu potrošnje kot pri načinu proizvodnje dobrin,« je opozoril dr. Pušavec in dodal, da se v okviru omenjenega evropskega vzvoda tudi za slovensko industrijo odpirajo številne možnosti povezovanja in sodelovanja. Poleg tekmovanj za inovativne ideje mladih prirejajo tudi poletno šolo za mlade, tekmovanje Leaders, namenjeno podpori inovatorkam, v Sloveniji se priključujejo projektu Inženirka leta in odpirajo še vrsto drugih možnosti (CryoMQL, Pathfinder).

»Vsi mažemo«

Tako je v odgovor na tezo »Ni industrije brez tribologije« odgovoril dr. Mitjan Kalin iz Laboratorija za tribologijo in površinsko nanotehnologijo na Ljubljanski Fakulteti za strojništvo. Drugi dan 13. Industrijskega foruma IRT je namreč zaznamovala tudi bienalna konferenca o vzdrževanju in tribologiji SLOTRIB, ki je tokrat prvič potekala pod okriljem Industrijskega foruma. SLOTRIB s svojim programom bogati in nadgrajuje vsebine, ki jih stari znanci Industrijskega foruma že dobro poznajo. Med ključnimi tematikami letošnjega posveta so bile: maziva, hladilno-mazalna sredstva in goriva, zelena mobilnost in elektromobilnost, tribološke lastnosti sodobnih materialov, zelene rešitve za industrijske sisteme, nanotribologija in mikrotribologija, obraba in poškodbe strojnih elementov in vzdrževanje ter dodajalne tehnologije in 3D-tisk.

Več kot 400 sodelujočih, ki so sooblikovali dva forumska dneva na slovenski obali, je na dogodku obogatilo svoje znanje s predavanji 53 predavateljev, najnovejše dosežke pa je na razstavi predstavilo kar 46 razstavljalcev.

Edini slovenski dogodek industrije za industrijo bo na sporedu tudi prihodnje leto – v koledarju si že lahko označite 12. in 13. junij 2023. Se vidimo.

Miran Varga, IRT3000



SPLAČA SE BITI NAROČNIK

  <p>ZA SAMO 50€ DOBITE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ celoletno naročnino na revijo IRT3000 (10 številke) ▪ 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 	  <div style="background-color: red; color: white; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;"> Revija v hrvaškem jeziku </div> <p>ZA SAMO 20€ DOBITE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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
<p>DIGITALNA NAROČNINA</p>  <p>Na voljo tudi naročnina na digitalno različico revije za uporabo v BRSKALNIKU in NA MOBILNIH NAPRAVAH</p>	<p>BUTIK IRT3000</p>  <p>Naša ekskluzivna spletna trgovina kakovostnih izdelkov s prepoznavnim dizajnom vaše priljubljene revije za inovacije, razvoj in tehnologije.</p>

NAROČITE SE!

☎ 051 322 442
✉ info@irt3000.si
🌐 www.irt3000.si/narocilo-revije

WWW.IRT3000.COM

PROF. DR. MATIJA FAJDIGA (1941–2022)

Zapustil nas je zaslužni profesor Fakultete za strojništvo v Ljubljani prof. dr. Matija Fajdiga. Rojen je bil leta 1941 v Sodražici, kjer je preživel mladostna leta in obiskoval osnovno šolo. Kasneje se je šolal na Srednji tehnični šoli v Ljubljani, na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani pa je diplomiral leta 1963. Leta 1973 je magistriral, leta 1975 pa doktoriral s področja obratovalne trdnosti motornih vozil. Leta 1975 je postal učitelj z nazivom docent. Leta 1981 je bil izvoljen v naziv izrednega profesorja in leta 1996 v naziv rednega profesorja. Svoje pedagoško delo na fakulteti je zaključil leta 2011, od takrat dalje je do upokojitve leta 2013 opravljal naloge znanstvenega svetnika.



Prof. dr. Matija Fajdiga

Raziskovalno delo je pričel že leta 1968 v okviru Katedre za konstruiranje, ki jo je vodil zasl. prof. dr. Jože Hlebanja. Kasneje je opravljal samostojne raziskave s področja obratovalne trdnosti. V okviru dolgoročnega sodelovanja s podjetji je koncipiral in zgradil preskuševališča za transmisijske elemente vozil, za merjenje sojemalnih sil v jeklenih vrveh, za zavore vozil itn. Na ta način je Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani v tistem času pridobila ugled odlične in vodilne raziskovalne ustanove na področju motornih vozil na območju Jugoslavije. Med leti 1976–1980 je bil predsednik Odbora za žičnice in vlečnice pri Skupščini Republike Slovenije. V tem času so bili sprejeti osnovna zakonodaja za žičnice in vlečnice ter pravilniki o tehničnih prevzemih, za katere je profesor koncipiral postopek preskusov in pre-

skusno opremo. Leta 1982 je bil med ustanovitelji raziskovalnega polja Konstruiranje. Znotraj polja je prevzel raziskovalno skupino za Razvojna vrednotenja. Leta 1985 je ustanovil Laboratorij za razvojna vrednotenja – LAVEK. V okviru laboratorija je potekalo zelo intenzivno dolgoročno sodelovanje z jugoslovansko, kasneje po letu 1990 pa s slovensko industrijo.

Več let je bil predstojnik Katedre za strojne elemente in konstruiranje, ki je takrat združevala obsežen pedagoški program in pet laboratorijev. Leta 2002 je ustanovil Programsko skupino za razvojna vrednotenja. S tem je uveljavil obratovalno trdnost kot samostojno znanstveno področje. Sočasno je poskrbel, da je bilo novo znanje iz obratovalne trdnosti ves čas aplikativno preverjano v sodelovanju z industrijo. Raziskave, aplikativno delo z industrijo in mednarodno sodelovanje so omogočili, da se je v konstruiranju uveljavila eksperimentalna tehnika in probabilistični koncept projektiranja izdelkov. Vse to delo je omogočilo, da je zasl. prof. dr. Matija Fajdiga leta 2005 ustanovil samostojno Katedro za strojne elemente in razvojna vrednotenja.

V sodelovanju s skupino propulzivnih podjetij je leta 2002 na FS ustanovil Center za razvojna vrednotenja – CRV, pri katerem je bil nosilni laboratorij LAVEK. V njem je raziskovalna skupina z aplikacijami preverjala temeljno znanje, usposabljala razvojne inženirje in omogočala povezavo dodiplomskih in podiplomskih študentov s

prakso. Leta 2003 je bil pobudnik in soustanovitelj Avtomobilskega grozda Slovenije – ACS in tri mandate predsednik nadzornega sveta ACS. V ACS se še dandanes med seboj in s tujino uspešno povezujejo slovenski avtomobilski razvojni dobavitelji.

Predvsem pa je bil zasl. prof. dr. Matija Fajdiga enkratni predavatelj in pedagog Fakultete za strojništvo. Bil je mentor več kot 100 študentom, 19 magistrantom in 18 doktorantom. Na matični fakulteti in na univerzi je opravljal različne pomembne funkcije. Bil je član in predsednik Upravnega odbora FS, prodekan za raziskovalno delo na FS, dekan FS, član upravnega odbora Univerze v Ljubljani, član senata FS. V svojem dolgoletnem delu je dobil naslednja priznanja za svoj pedagoški, raziskovalni, strokovni in družbeni angažma: red zaslug za narod s srebrno zvezdo RS, priznanje za uspešno delo na FS UL, številna priznanja slovenskih in jugoslovanskih podjetij za uspešno sodelovanje, zlato plaketo Univerze v Ljubljani ter nagrado za življenjsko delo ZSIS.

Zasl. prof. dr. Matija Fajdiga je pustil globok pečat tako na Fakulteti za strojništvo kot tudi na celotni Univerzi v Ljubljani. Zaradi tega ga bomo v trajnem spominu ohranili tako njegovi sodelavci, s katerimi je soustvarjal odmevne zgodbe o uspehih, kot tudi študentje, ki jim je nesebično razdal svoje bogato strokovno znanje.

Prof. dr. Jernej Klemenc

FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO UNIVERZE V LJUBLJANI Z RAZISKOVALNIMI PLATFORMAMI ŠE BLIŽJE PARTNERJEM IZ GOSPODARSTVA IN AKADEMSKEGA OKOLJA

Tanja Potočnik Mesarić

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani¹ se zaveda svoje pomembne vloge in družbene odgovornosti pri doseganju zastavljenih ciljev Evropskega zelenega dogovora.² V odgovor na izzive, s katerimi se danes srečujejo gospodarski subjekti, je fakulteta oblikovala štiri raziskovalne platforme: Tovarne prihodnosti, Trajnostna energija, Zelena in varna mobilnost ter Zdravje, s katerimi naslavlja najaktualnejša družbena vprašanja ter ponuja svoje raziskovalne kapacitete (specializirano in najaktualnejše znanje iz stroke ter vrhunsko raziskovalno opremo) v sodelovanje partnerjem iz gospodarstva in akademskega okolja.

Platforme nastopajo pod skupnim sloganom »Welcome to the Future« (Dobrodošli v prihodnosti), saj s svojim sodelovanjem partnerje popeljejo točno tja – v prihodnost! V prihodnjih številkah revije Ventil vam bomo podrobneje predstavili vse platforme; tokrat bomo vzeli pod drobnogled Tovarne prihodnosti.

Raziskovalna platforma *Tovarne prihodnosti* je osredotočena na trajnostno, učinkovito in individualnim potrebam prilagojeno proizvodnjo ter procesiranje materialov z množično uporabo digitalizacije in avtomatizacije sistemov in procesov. Cilj vseh dejavnosti je prispevati k okoljsko in družbeno trajnostnim, varnim in privlačnim delovnim mestom.

Dr. Tanja Potočnik Mesarić, Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za strojništvo

Interdisciplinarna ekipa s skoraj 100 raziskovalci, ki jo sestavljajo uveljavljeni raziskovalci, postdoktorski in doktorski študenti, skupaj z najsodobnejšo opremo, zagotavlja edinstveno strokovno znanje in zmogljivosti za vaše digitalne in zelene izzive. Ponujajo storitve na vseh ravneh tehnoloških razvivosti (angl.: technology readiness levels – TRL): od osnovnih raziskav do konkretnih aplikacij.

Ekipa prilagaja proizvodne procese individualnim potrebam. Razvijajo popolnoma nove vrste inteligentnih, prilagodljivih in razširljivih proizvodnih procesov, kot sta mikro- in nanoprodukcija. Optimizirajo obstoječe tehnologije in iščejo inovativne rešitve, ki bolj učinkovito in okolju bolj prijazno uporabljajo vse vrste virov. Uvajajo napredne digitalne tehnologije, kot so analitika velepodatkov, umetna inteligenca in računalništvo v oblaku, da bi spodbudili konkurenčnost gospodarskih družb in razširili zaposlitvene možnosti.

¹ Univerza v Ljubljani, katere del je tudi Fakulteta za strojništvo, je osrednja, najstarejša in največja visokošolska ter znanstvenoraziskovalna ustanova v Sloveniji s kar tridesetimi odstotki vseh registriranih raziskovalcev (po podatkih baze SICRIS). Univerza se uvršča med najboljše na svetu po različnih rangirnih lestvicah (vir: UL).

² Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani ima vsako leto okoli 50 mednarodnih projektov (tudi najprestižnejše, kot so ERC) ter okoli 170 projektov v sodelovanju z gospodarstvom, kar se izraža v vsako leto večjem številu izvirnih znanstvenih člankov z najvišjimi faktorji vpliva kot tudi v naraščajočem številu patentov. To uvršča fakulteto v sam vrh znanstvenoraziskovalne dejavnosti Univerze v Ljubljani.



Tovarne prihodnosti

Strokovno znanje ekipe s področja trajnostne, učinkovite in aplikaciji prilagojene proizvodnje se osredotoča tudi na prožne, fleksibilne in visoko učinkovite proizvodne tehnologije, proizvodnjo in predelavo kompozitov, netradicionalne in mikroproizvodne procese, vse bolj aktualno trajnostno proizvodnjo, zeleno mazanje, razvoj pametnih strojev in obvladovanja življenjskega cikla. Osredotočajo se na modeliranje in simulacijo posameznih procesnih korakov na več skalah in celotne procesne verige, razvoj in optimizacijo dodatnih proizvodnih tehnologij ter laserskih procesov za gradientne materiale in druge v zmogljivost usmerjene izdelke. Strokovnjaki so specializirani za porušno in neporušno testiranje, akustično emisijo, ultrazvok in računalniški vid za vrednotenje izdelkov.

In nenazadnje: strokovno znanje na področju digitalizacije in avtomatizacije procesov in sistemov sloni tudi na razvoju novih strategij za porazdeljeno krmiljenje, načrtovanje večagentnih sistemov v tovarnah, ki jih poganjajo podatki, integrirano računalništvo v oblaku in na robu, analitiko podatkov v

realnem času, izdelavo algoritmov za odločanje v proizvodnih procesih, optimizacijo materialnih tokov, raziskave tolerančnih analiz glede na izogeometrijske specifikacije izdelkov in načrtovanje pametnih prilagodljivih delovnih mest. Digitalizacijske zmogljivosti ekipe Fakultete za strojništvo vključujejo načrtovanje in razvoj digitalnih dvojčkov, načrtovanje in razvoj kibernetsko-fizičnih sistemov, informacijsko povezavo med različnimi podsistemi, razvoj pametnih strojev, avtomatizacijo manipulacije, rokovanja in montaže z uporabo mehatronskih sistemov, digitalno obdelavo materialov na osnovi dvojčkov z integriranimi komponentami fizike in umetne inteligence.

Vabljeni torej k sodelovanju z vrhunsko ekipo raziskovalcev Fakultete za strojništvo, ki se samo v zadnjih petih letih lahko pohvali s 16 mednarodnimi projekti (Horizon 2020, Horizon Europe), 23 nacionalnimi raziskovalnimi projekti (Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije – ARRS) ter 28 projekti v sodelovanju z gospodarstvom. Pišite na rr@fs.uni-lj.si, da rešimo vaše izzive!



SUPERKRITIČNA EKSTRAKCIJA

SKOZI ZGODOVINO

Nuša Jezeršek

Danes skoraj ne najdemo proizvodnega procesa v prehrabni, kozmetični ali farmacevtski industriji, v katerega ne bi bili vključeni procesi ekstrakcije.

Superkritično stanje odkril s pomočjo orožja

Superkritično stanje tekočin je leta 1822 odkril francoski baron Charles Cagniard de la Tour. Pravi pomen njegovega odkritja in možnosti, ki jih odpira, pa so se pokazale šele kasneje. Cagniard, ki je bil inženir in fizik, je želel odkriti, kaj se zgodi s tekočino pri vrenju v zaprti posodi. V poskusu je posebno zaprto tlačno posodo (imenovano tudi Papinov lonec), izdelano iz puškine cevi, delno napolnil s tekočino ter vanjo dodal kroglo iz kremenca. Tekočino v posodi je segreval ob hkratnem višanju tlaka in medtem posodo stresal ter poslušal zvok, ki ga je generirala krogla ob stiku z gladino tekočine. Opazil je, da nad določeno temperaturo in tlakom zvok izgine, zato je domneval, da sta se gostoti tekočine in plina v posodi izenačili in da je meja med plinastim in tekočim stanjem izginila ... To je bil prvi korak do odkritja fenomena, ki ga danes imenujemo superkritično stanje. S tem izrazom označujemo agregatno stanje, ki ga snov doseže nad kritično točko temperature in tlaka, v kateri se fazna meja med tekočo in plinasto fazo zabriše.



Superkritično stanje tekočin je leta 1822 odkril francoski baron Charles Cagniard de la Tour s pomočjo orožja. Vir: spletna stran Pexels

Nuša Jezeršek, Agencija Gig, Ljubljana

Od utekočinjanja plinov do načrtovanja Titanika

Kemik in fizik Thomas Andrews je leta 1869 nadaljeval z raziskovanjem gostote ogljikovega dioksida. Bil je prvi, ki je delal z binarnimi mešanici ogljikovega dioksida in dušika. Njegov ugled temelji predvsem na delu z utekočinjanjem plinov. Izvedel je celovito raziskavo plinskih zakonov (odnos med tlakom, temperaturo in prostornino ogljikovega dioksida). Vzpostavil je koncept kritične temperature in kritičnega tlaka, ki kaže, da snov lahko kontinuirano prehaja iz plinastega v tekoče agregatno stanje. Dokazal je tudi, da ogljikov dioksid lahko prehaja iz kateregakoli tekočega stanja v plinasto stanje brez izgube homogenosti. Ob imenu Thomas Andrews se sicer mnogi najprej spomnijo na pomorskega arhitekta, ki je na drugi strani Atlantika načrtoval veliko čezoceanko Titanik, na kateri je leta 1912 tudi umrl. Na krstni plovbi so namreč trčili v ledeno goro. V nesreči je umrlo več kot 1500 ljudi, med njimi tudi Andrews, ki ni hotel zapustiti »svoje« ladje. Njegovega trupla niso nikoli našli.



V naslednjih letih so si številni znanstveniki prizadevali utekočiniti različne druge pline. Vir: spletna stran Pexels

145 let tekočega kisika

V naslednjih letih so si številni znanstveniki prizadevali utekočiniti različne druge pline. Leta 1877 je bil Louis Paul Cailletet prvi, ki mu je uspelo utekočiniti kisik. James Ballantyne Hannay pa je med prvimi dokazal topnost trdnih snovi v superkritičnih plinih.

V poznih sedemdesetih letih so nove tehnologije ekstrakcije in ločevanja znatno napredovale. V Nemčiji so prvič dosegli preboj v raziskavah na sistemu za ekstrakcijo s CO₂ na visokotlačni eksperimentalni napravi.

Ogljikov dioksid za povečano črpanje nafte

Tehnologija zajemanja se uporablja od dvajsetih let prejšnjega stoletja za ločevanje ogljikovega dioksida, ki je včasih v rezervoarjih zemeljskega plina, od metana. V ZDA že od začetka 70. let ogljikov dioksid zajemajo in injicirajo na naftnih nahajališčih, da zagotovijo povečano črpanje nafte.



Nemški znanstvenik Kurt Zosel Vir: cen.acs.org

Odstranjevanje kofeina iz kave in grenkobe iz piva

Leta 1954 je nemški znanstvenik Kurt Zosel prvi potrdil, da lahko s superkritično ekstrakcijo CO₂ pridobimo olje iz nafte. Zosel je zaslužen tudi za prvi patent ZDA za uporabo superkritične tekočinske ekstrakcije pri dekofeinizaciji kave – superkritični CO₂ se prečrpava skozi predhodno navlažena zelena kavna zrna, iz katerih se s pomočjo visokega tlaka in navlaženega CO₂ v superkritičnem stanju odstrani kofein. Ta postopek lahko selektivno zmanjša količino kofeina z izhodiščnih 3 % na manj kot 0,02 % brez odstranitve katerekoli od snovi, ki prispevajo k aromi, nastali pri praženju. Odstranjeni kofein se lahko izolira za nadaljnjo uporabo (npr. v farmacevtski industriji ali pri proizvodnji pijač) s pomočjo črpanja vode preko aktivnega oglja ali pa alternativno s procesom destilacije, kristalizacije ali reverzne osmoze.



Kurt Zosel je zaslužen tudi za prvi patent ZDA za uporabo superkritične tekočinske ekstrakcije pri dekofeinizaciji kave Vir: [spletna stran Pexels](http://spletna.stran.Pexels)

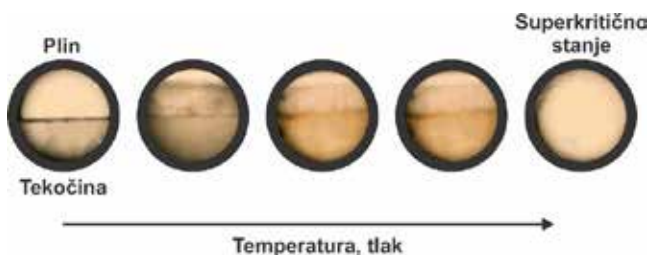
Po vrsti študij so začeli sisteme za ekstrakcijo s CO₂ široko uporabljati na različnih področjih. Superkritične tekočine se danes uporabljajo v znanosti za različne namene: od ekstrakcije cvetličnih dišav iz cvetov, v živilski industriji za odstranjevanje maščob in olj rastlinskega in živalskega porekla, kot npr. maslo iz kakavovih zrn in sojino olje iz sojinih zrn, za ekstrakcijo aromatskih komponent hmelja in odstranjevanje grenkega ekstrakta iz piva, kofeina iz čaja in eteričnih olj iz začimb.

Nova tehnologija je bila obsežno in globoko raziskana na področju kemičnih reakcij ter ločevanja in čiščenja; dosegla je velik napredek tudi na področju medicine, farmacije, kemične industrije ter varstva hrane in okolja.

Superkritične tekočine imajo nizko viskoznost ter gostoto in nimajo površinske napetosti, kar pomeni, da lahko prodirajo skozi trdne snovi, podobno kot plin. Ko superkritične tekočine prodrejo v pore trdne snovi, lahko selektivno raztopijo komponente, ki jih vsebuje trdna snov, podobno kot tekočina. Rastopljene snovi se nato odstranijo iz trdne snovi in jih je mogoče pridobiti z razbremenitvijo superkritične tekočine, tako da se ta vrne v plinasto fazo in pri tem »odloži«
ekstrahirano snov. Posledica tega je malo ali nič ostankov topil, ki kontaminirajo ekstrahirani produkt. Plin se lahko nato vrne v superkritično fazo in ponovno uporabi. Dodatna prednost tovrstne ekstrakcije je hitrost, saj je ekstrakcija zaradi večje difuzije in nižje viskoznosti v primerjavi z ostalimi tekočinami bistveno hitrejša. Superkritična tekočina ima lahko tudi zelo drugačne lastnosti kot običajne tekočine – npr. voda v superkritičnem stanju se od običajne vode razlikuje po tem, da je nepolarna in kisla.

Najbolj zaželeno tekočina

Do poznih sedemdesetih let prejšnjega stoletja je ogljikov dioksid postal najbolj zaželeno tekočina, ker ima nizko kritično temperaturo (31,1 °C) in relativno nizek kritični tlak (7,38 MPa). Poleg tega je nestrupe, negorljiv, nekoroziven, poceni in široko dosegljiv plin, s katerim je lahko ravnati. V tehnoloških krogih je zato prepoznan in priznan kot zeleno topilo. Primerno očiščen le minimalno vpliva na kvaliteto ekstrahiranih biokomponent, zato te ohrani svoje zdravilne in funkcionalne lastnosti.



Slika temperatura, tlak Avtor: SK Škrli

Plin, ki nas ščiti pred sončnimi žarki in ga je mogoče zamrzniti

Leta 1835 sta Humphry Davy in Michael Faraday prvič utekočinila CO₂. Ogljikov dioksid je naravna spojina, ki jo najdemo povsod okoli nas. V bistvu pokriva ves planet in ga ščiti pred sončnimi žarki. Rastline potrebujejo določeno količino CO₂ za rast s pomočjo fotosinteze. Čeprav je njegovo naravno stanje plinasto, ga je mogoče zamrzniti in stisniti v tekočino. Danes je CO₂ našel svoje mesto v kemični, naftni in živilski industriji.

Ogljikov dioksid se običajno pri standardnih pogojih za temperaturo in tlak v zraku obnaša kot plin. V zamrznjenem stanju se pojavlja v trdnem agregatnem stanju, ki se imenuje tudi suhi led. Če sta temperatura in tlak nad vrednostmi standardnih pogojev ali nad kritično točko, se ogljikov dioksid obenem obnaša kot plin in tekočina. Razširi se po posodi kot



Rastline potrebujejo določeno količino CO₂ za rast s pomočjo fotosinteze. Vir: spletna stran Pexels

plin, vendar z gostoto tekočine. Relativno nizka temperatura procesa in stabilnost ogljikovega dioksida omogočata večini spojin, da se med ekstrakcijo strukturno ne poškodujejo ali pa denaturirajo. Poleg tega topnost velikega števila spojin, pridobljenih z ekstrakcijo s pomočjo superkritičnega CO₂, variira s tlakom, kar omogoča selektivno ekstrakcijo.

Ekstrakcija z uporabo nestrupenih materialov

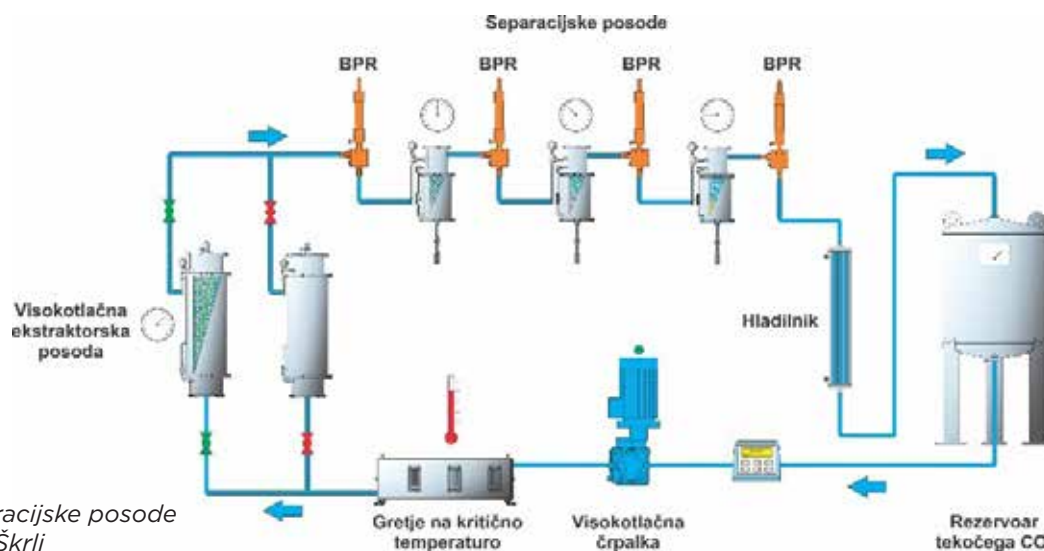
Ekstrakcija z uporabo superkritičnih tekočin je dokaj preprosta in veliko učinkovitejša od običajnih ekstrakcijskih metod, ki zahtevajo ogrevanje in posledično pri odzračevanju generirajo tudi emisije v ozračje. Superkritične tekočine omogočajo neprekinjeno ekstrakcijo z uporabo običajnih, poceni in nestrupenih materialov, zahteva pa le odzračevanje, da se topilo loči od materiala. Prav tako se lahko superkritične tekočine uporabljajo kot topila za nanašanje snovi in pri barvanju oblačil, postopek za to pa je bolj ali manj obraten od ekstrakcije. Zaradi njune dostopnosti in nizkih kritičnih temperatur sta najpogosteje uporabljeni topila superkritični ogljikov dioksid in voda.



Sistem Škrli MoSES je popolnoma avtomatiziran sistem, zasnovan za sub in super kritično ekstrakcijo naravnih bio učinkovin z uporabo ogljikovega dioksida. Avtor: SK Škrli

Do ekstrakcije s CO₂ pride, ko je ogljikov dioksid izpostavljen ustreznim tlačnim pogojem in temperaturam. Takrat CO₂ postane superkritična tekočina, kar pomeni, da ima hkrati nekatere lastnosti tekočine in plina.

Atmosferski tlak Venere je približno 90-krat večji od zemeljskega; povprečna temperatura je 467 °C, približno 97 % njene atmosfere pa predstavlja ogljikov dioksid. Zato bi bilo smiselno, da bi atmosfero Venere šteli za superkritično tekočino, ker tako tlak kot temperatura presega kritično točko ogljikovega dioksida, vendar ta teorija ni bila nikoli dokazana. Primere, podobne temu, je mogoče najti v celotnem sončnem sistemu, zlasti v plinastih velikanih (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun).



Slika separacijske posode
Avtor: SK Škrli

Okolju prijazno topilo za kemično čiščenje

Superkritični CO₂ se uporablja kot ekstrakcijsko topilo za pripravo eteričnih olj in drugih zeliščnih destilatov. Njegove glavne prednosti v procesu ekstrakcije v primerjavi z drugimi topili (npr. heksan ali aceton) so, da je nestrupe in nevnetljiv. Njegova prednost v primerjavi z destilacijo z vodno paro je, da se uporablja pri nižji temperaturi, ki lahko ločuje rastlinske voske od olj. Superkritični CO₂ se lahko uporablja tudi kot okolju bolj prijazno topilo za kemično čiščenje v primerjavi s tradicionalnimi topili.

Najbolj varen sistem za ekstrakcijo s CO₂

Za ekstrakcijo s CO₂ se lahko uporabljajo enostavni ročno regulirani ekstrakcijski sistemi, ki zahtevajo veliko znanja in usposobljen kader. Bolj varno in bolj učinkovito alternativo predstavljajo avtomatizirani sistemi za ekstrakcijo, s katerimi rokujejo visoko usposobljeni strokovnjaki v različnih razvojnih laboratorijih in proizvodnji, saj omogočajo ponovljivo izvajanje procesa ter ob tem zagotavljajo varne pogoje dela. Ekstrakcijski sistem je sestavljen iz visokotlačne črpalke in niza različnih tlačnih posod, v katerih je CO₂ v različnih agregatnih stanjih. Ko CO₂



Sistem za CO₂ ekstrakcijo Avtor: SK Škrli

doseže superkritično stanje, ga prečrpavamo skozi posodo, v kateri je rastlinski material, iz katerega ekstrahiramo ciljne spojine in aktivne komponente.

Najpomembnejša prednost te ekstrakcijske metode je njena prilagodljivost. Ker je mogoče tlak in temperaturo v sistemu prilagajati, to omogoča ekstrakcijo različnih spojin. Čeprav govorimo o sistemih, ki zahtevajo visok začetni finančni vložek, pa ti po drugi strani z vidika okoljskih vplivov zagotavljajo nevtralnost ter predstavljajo varno in učinkovito alternativo obstoječim okoljsko spornim tehnologijam.

Prvi slovenski sistem za superkritično ekstrakcijo

Velik napredek na področju superkritične tehnologije v zadnjih letih je spodbudil pridobivanje ekstraktov iz naravnih materialov, med katere prištevamo rastline in njihove ostanke, alge in mikroalge. Enega od sistemov za superkritično ekstrakcijo je z ekipo svojih sodelavcev v podjetju SK Škrli razvil znanstvenik in podjetnik dr. Marko Likon, ki se uvršča v svetovno elito na področju ekoinovacij. Danes je podjetje Škrli d. o. o. prepoznavno evropsko podjetje, uveljavljeno na mednarodnih trgih, med drugim specializirano na področju proizvodnje procesne opreme iz nerjavnega jekla za potrebe vinarstva, pivovarstva in farmacevtske industrije.

Viri

- [1] ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com>
- [2] ChemistryViews: <https://www.chemistryviews.org/>
- [3] National Center for Biotechnology Information: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- [4] Careddy Technology: <https://www.careddisupercritical.com>
- [5] ResearchGate: <https://www.researchgate.net/>
- [6] Chemical & Engineering news: <https://cen.acs.org/>
- [7] K Škrli: <https://sk-skrli.com/>

ŽIROVSKI POCLAIN HYDRAULICS NAČRTUJE TRENDE RASTI TUDI V LETU 2023

Žirovski Poclain Hydraulics je med najbolj prepoznavnimi proizvajalci ventilov za hidravlične pogone mobilnih delovnih strojev ter med vodilnimi v proizvodnji hidravličnih ventilov za zavore na svetu. Podjetje kot izrazit izvoznik ustvari več kot 95 odstotkov svojih prihodkov z izvozno dejavnostjo in uspešno vstopa na nove trge k največjim svetovnim igralcem.



Aleš Bizjak, direktor Poclain Hydraulics Žiri

Njihovi glavni kupci prihajajo večinoma s področja mobilnih delovnih strojev, in sicer iz kmetijske in gradbene mehanizacije, ter tovornih vozil. Intenzivna rast se je kljub težavam pri nabavi surovin in materialov na trgu začela že konec leta 2020 in se nadaljevala vse preteklo leto, trendi rasti prodaje pa se zaradi velikega povpraševanja pri ključnih kupcih nadaljujejo tudi letos.

V podjetju Poclain Hydraulics že od jeseni 2020 na globalnih trgih beležijo občutno povečano povpraševanje po hidravličnih ventilih in hidravličnih napravah, kar se ob povečanem obsegu dela v proizvodnji posledično odraža tudi v zvišanju rasti prodaje. Že v letu 2018 so dosegli rekordno rast, saj so realizirali kar za petino več prihodkov iz poslovanja kot v letu 2017. Zatem so svetovni trg zaradi koronakrize v letih 2019 in zlasti 2020 močno zaznamovale številne omejitve, ki so prizadele celotno industrijo. Da bi lahko zadovoljili potrebe svojih zahtevnih kupcev, so morali veliko naporov in iznajdljivosti usmeriti v pravočasno naročanje ključnih vhodnih materialov in komponent, kar se je odrazilo tudi v rasti obsega proizvodnje. Zaradi razmeroma hitre konsolidacije trga so se na ključnih globalnih tržiščih za hidravlične pogone naročila že v zadnjem tromesečju leta 2020 še dodatno povečala, trendi rasti pa so se nadaljevali vse leto 2021.

Direktor Aleš Bizjak pojasnjuje, da so v lanskem letu tako dosegli rekordno, kar 24,4-odstotno rast prodaje: »Naš poslovni izid iz leta 2020 smo s 33 milijonov v lanskem letu povečali že na 41 milijonov evrov in dosegli nivo prodaje iz leta 2018, ki je bilo do nastopa koronakrize rekordno in naše najbolj uspešno leto, odkar smo del mednarodne skupine Poclain. Pri tem smo isti nivo prodaje lani dosegli s skoraj 7 % manj zaposlenih, kar potrjuje uspešnost naših ukrepov stalnega povečevanja produktivnosti. Več kot polovico prometa smo ustvarili na programu ventilov, glede na povečane potrebe pa bo v letu 2022 in 2023 ta delež še bistveno večji.«

Pri tem še dodaja, da k njihovim dobrim poslovnim rezultatom ni pripomogla le občutna oživitve trga, pač pa tudi širitev poslovanja na globalnem tržišču, zlasti na programu zahtevnejših kmetijskih strojev, kjer so s svojimi izdelki prisotni na najuspešnejših delovnih strojih, kot je na primer tudi najboljši traktor leta 2021. Hkrati so uspeli prodreti še na ameriški trg k največjemu svetovnemu proizvajalcu kmetijske mehanizacije, kar bo generiralo glavnino rasti njihovega poslovanja letos.

»Na segmentu ventilov, ki je naš osrednji in najpomembnejši program, smo glede na lanskoletne rezultate za leto 2022 načrtovali 13-odstotno rast, a bomo, kot je videti, glede na naraščajoča naročila presegli tudi letošnje načrte,« navaja direktor. »Taka rast povpraševanja spodbuja tudi naše naložbene aktivnosti. V podjetju smo si zato zastavili zelo ambiciozen program investicij, ki bodo letos rekordne in bodo dosegale skoraj 10 % vrednosti prodaje. Naložbe prvenstveno usmerjamo v zelo napredne sisteme montaže, torej v digitalizirane fleksibilne montažne linije, v širitev kapacitet in v visoko fleksibilne CNC obdelovalne sisteme.«

Tehnološki korak naprej za Poclain Hydraulics pomeni naložbo v najsodobnejšo proizvodno opremo za fino obdelavo z zelo visoko preciznostjo ter moderno programsko opremo. Trenutno zaključujejo projekt nadzora produktivnosti in projekt nadzora obrabe obdelovalnih orodij, kar potrebujejo za avtomatizacijo proizvodnje, saj morajo zagotoviti digitalno povezljivost strojev v globalni sistem ter z on-line podatki nadzorovati vse procese.



Tovarna v Žireh, ki ima skoraj 300 zaposlenih, je znotraj mednarodne skupine Poclair pomemben kompetenčni center za hidravlične ventile in hidravlične naprave ter hkrati tehnološki center za avtomatske preizkuševalne naprave hidravličnih sestavin. (Foto: arhiv PH)

»Dobro poslovanje bo tako odraz izboljšane produktivnosti, ki sloni na avtomatizaciji, robotizaciji in digitalizaciji. Lahko bi naredili še več, če se ne bi nenehno soočali s pomanjkanjem usposobljenih kadrov, ki jih v proizvodnji potrebujemo za povečan obseg poslovanja, teh pa pri nas kronično primanjkuje. V podjetju sicer še vedno krepimo strokovni, inženjerski del,

ki je izjemno pomemben za našo produktivnost,« dodaja Bizjak.

V podjetju so v minulem letu zelo intenzivno izvajali program prestrukturiranja proizvodov, s temi procesi pa nadaljujejo tudi letos. Tako opuščajo nekatere programe, pri katerih kljub povečanemu povpraševanju na domačem trgu

ne dosegajo dovolj visoke dodane vrednosti, in se raje osredotočajo na zahtevnejše proizvode, s katerimi na globalnih ciljnih tržiščih beležijo stalno rast.

Na področju kakovosti proizvodov so v okviru celotne skupine Poclair v zadnjih štirih letih dobili že drugo nagrado za kakovost, na kar so zaradi izjemno velike raznolikosti proizvodov še posebej ponosni. Tu gre za rezultat dela na stalnih izboljšavah in sistematičnem odpravljanju možnosti za napake v proizvodnji.

Po ocenah direktorja bodo v letu 2022 vplivi druginje pri energiji in materialih na poslovanje bistveno večji kot v preteklem letu. Z dinamično rastjo trga in s povečanimi potrebami njihovih kupcev pričakujejo še naprej intenzivnejšo proizvodnjo vsaj za nadaljnjih 12 mesecev. Generalno bodo v podjetju v prihodnje dali velik poudarek še večji fleksibilnosti in še večji avtomatizaciji dela, za pokrivanje potreb skupine Poclair pa bo ključna prav razpoložljivost usposobljene delovne sile.

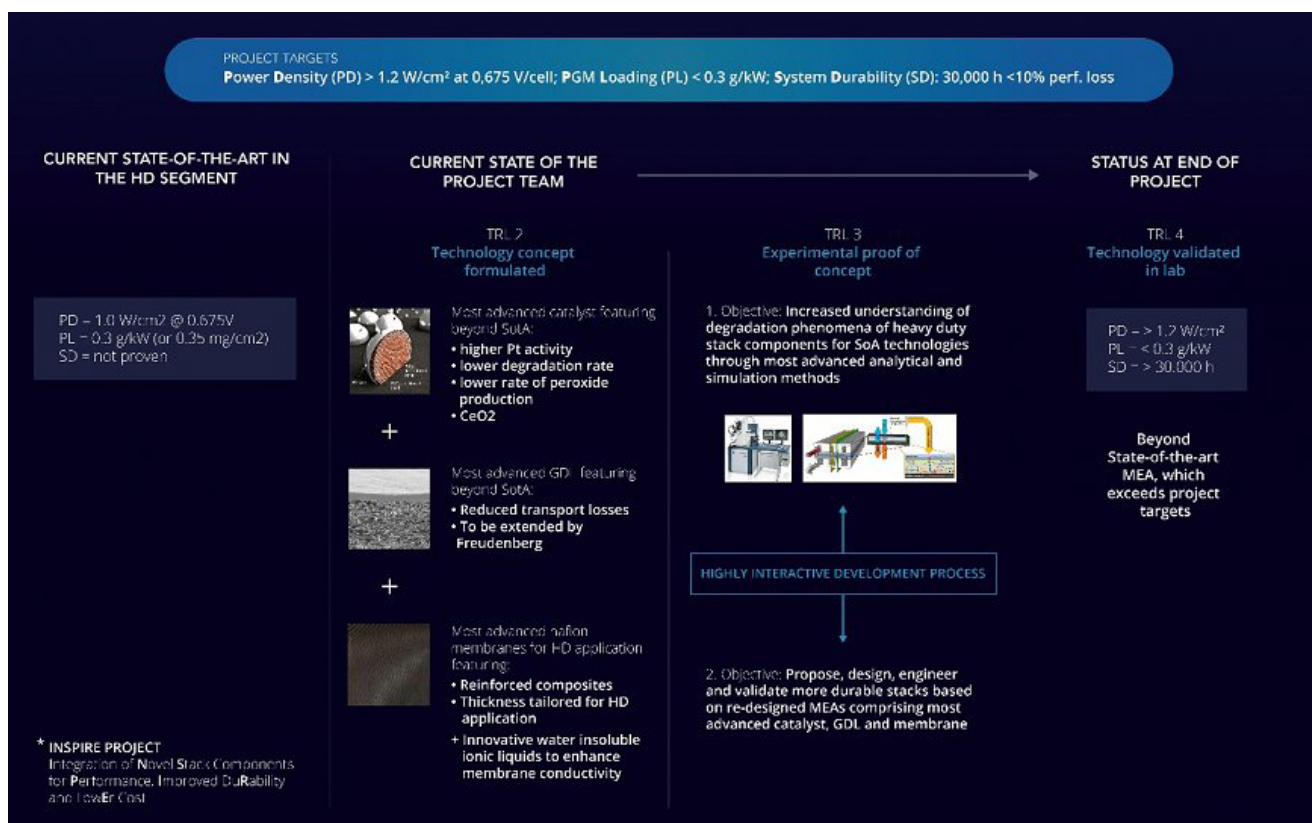


Igor Penko, vodja kakovosti v Poclair Hydraulics s priznanjem skupine Poclair za kakovost 2021 (Foto: arhiv PH)

Miša Hrovat, agencija Maga,
misa@maga.si

MORELIFE ODPIRA OBZORJA BREZEMISIJSKEGA TEŽKEGA CESTNEGA TRANSPORTA NA DOLGE RAZDALJE

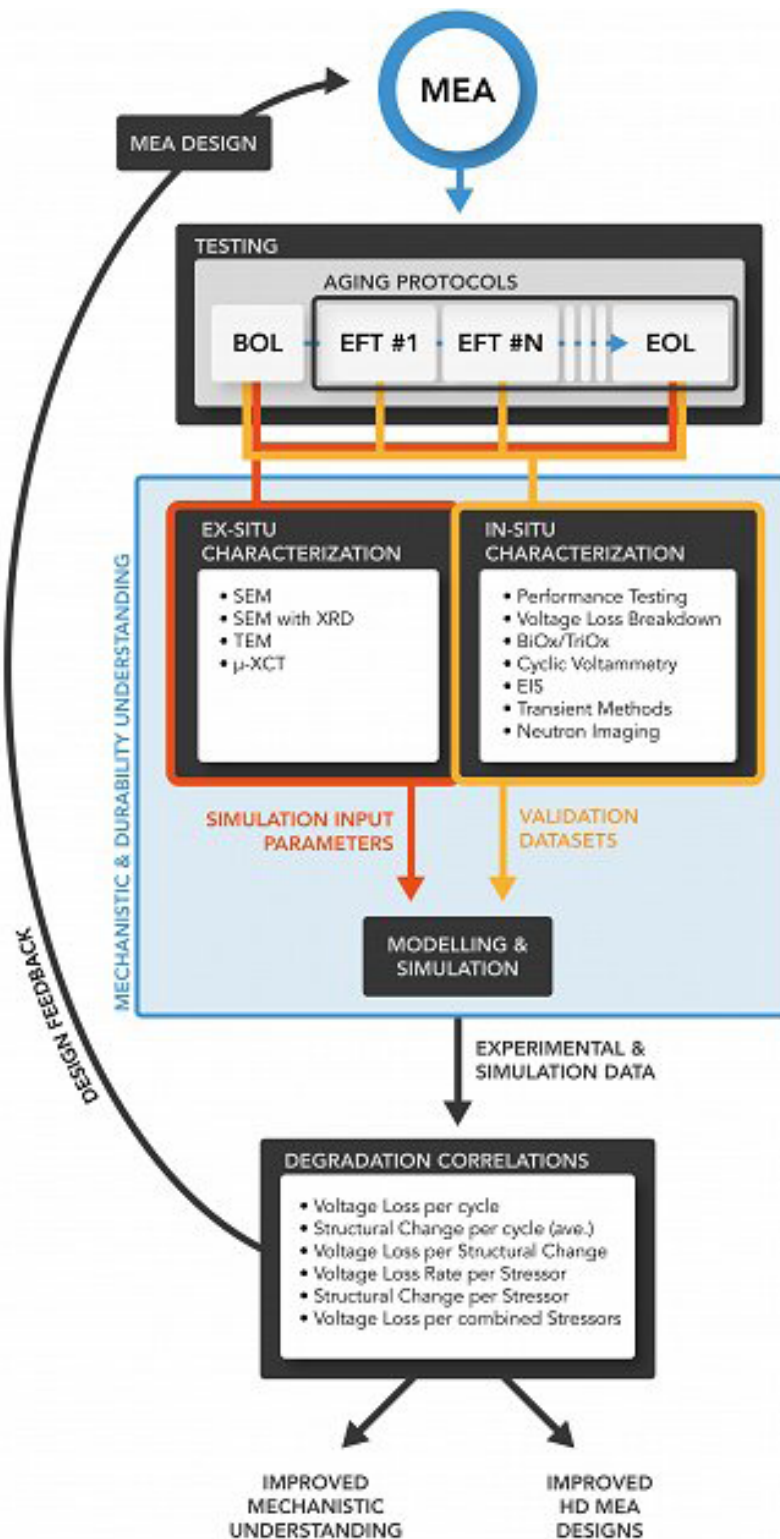
Laboratorij za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost (LICEM) s Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani je v sodelovanju s šestimi vrhunskimi akademskimi, raziskovalnimi in industrijskimi partnerji (Nedstack Fuel Cell Technology BV, Ekpo Fuel Cell Technologies GmbH, Tehniško univerzo v Münchnu, Tehniško univerzo Eidhoven in Mebius d. o. o.) pod koordinatorskim vodstvom podjetja AVL List GmbH v okviru razpisa H2020: FCH-01-2-2020 pridobil triletni projekt MORELife (Material, Operating strategy and RELiability optimisation for LIFETIME improvements in heavy duty trucks).



Slika 1 : Koncept MORELife

Projekt MORELife bo z razvojem inovativnih membransko-elektrodnih sklopov (MEA) in njihovih komponent demonstriral ključne izboljšave na področju materialov in strategij delovanja z namenom izboljšanja trajnosti in zanesljivosti skladov gorivnih celic za težka tovorna vozila. V sklopu projekta MORELife je predvideno, da se dosežejo ambiciozni cilji gostote moči > 1,2 W/cm² pri 0,675 V/celico in površinska gostota nanosa kovin platinske skupine (PGM) ≤ 0,3 g/kW ob življenjski dobi sistema 30.000 ur z manj kot 10-odstotnim padcem zmožljivosti gorivne celice.

Skupina Laboratorija za motorje z notranjim zgorevanjem in elektromobilnost pod vodstvom prof. dr. Tomaža Kutrašnika bo v projektu odgovorna za večskalo modeliranje degradacijskih pojavov in njihovo prepletenost s transportnimi, elektrokemijskimi in termičnimi pojavi. Aktivnosti na področju modeliranja so namreč ključne za razumevanje obstojnosti in degradacijskih mehanizmov komponent skladov gorivnih celic v težkih tovornih vozilih, zasnovanih na podlagi trenutnih tehnologij, za optimizacijo delovanja MEA ter za razvoj in testiranje trajnejših skladov z novo razvitimi MEA. Poleg tega



Slika 2 : Potek dela MORELife

je modeliranje ključno tudi za elaboracijo najustrenejših strategij za blažitev prepoznanih degradacijskih pojavov in posledično podaljšanje življenjske dobe skladov gorivnih celic.

Evropska komisija podpira projekte na področju jedrnih tehnologij gorivnih celic za težka tovorna vozila s ciljem doseganja ogljične nevtralnosti in

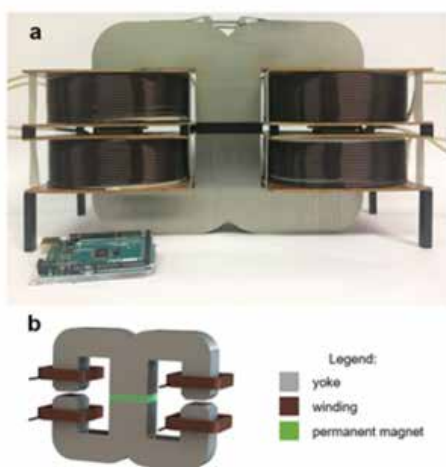
ničelnih toksičnih izpustov težkega cestnega transporta na dolge razdalje. Projekt MORELife tako prispeva k doseganju podnebne nevtralnosti in netoksičnega okolja, ki sta pomembna cilja Zelenega dogovora.

www.fs.uni-lj.si

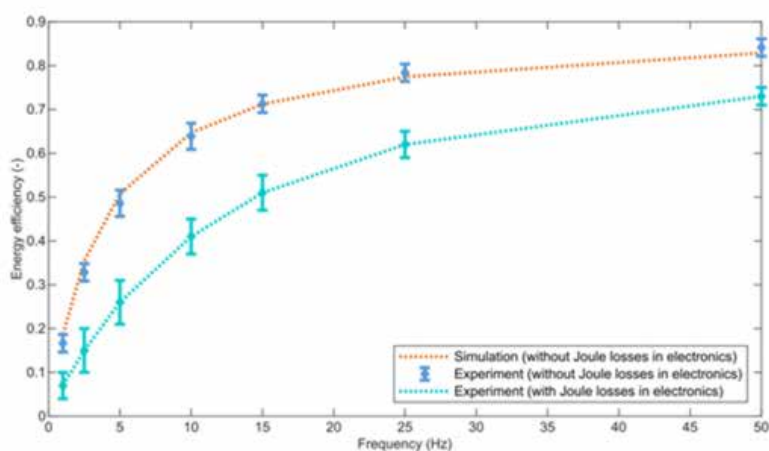
STATIČNI ELEKTROPERMANENTNI MAGNETI ZA MAGNETNO HLAJENJE

V članku *Towards powerful magnetocaloric devices with static electro-permanent magnets*, ki je bil objavljen v reviji *Journal of Advanced Research* (IF 10.479), raziskovalci iz Laboratorija za hlajenje in daljinsko energetiko Fakultete za strojništvo poročajo o novem pristopu - o konceptu energetsko učinkovitega elektropermanentnega izvora magnetnega polja brez gibljivih delov.

Electro-permanent magnet (EPM) design



EPM energy efficiency vs. operating frequency



Slika elektropermanentnega magneta s 3D modelom (levo) in graf energetske učinkovitosti v odvisnosti od obratovalne frekvence oscilacije magnetnega polja med 0 in 1 T (desno)

Magnetokalorična pretvorba energije predstavlja alternativo obstoječim tehnologijam hlajenja, toplotnim črpalkam in procesom pretvorbe presežne ali odpadne toplote v koristno delo. Ključni del magnetokalorične naprave je izvor magnetnega polja. V prototipnih napravah se najpogosteje uporabljajo strukture iz permanentnih magnetov iz redkih zemelj, ki jih je za doseganje spreminjajočega se magnetnega polja potrebno premikati. Gibljivi deli in pogonski sistem omejujejo energijsko učinkovitost ter hitro in časovno odvisno spreminjanje jakosti magnetnega polja.

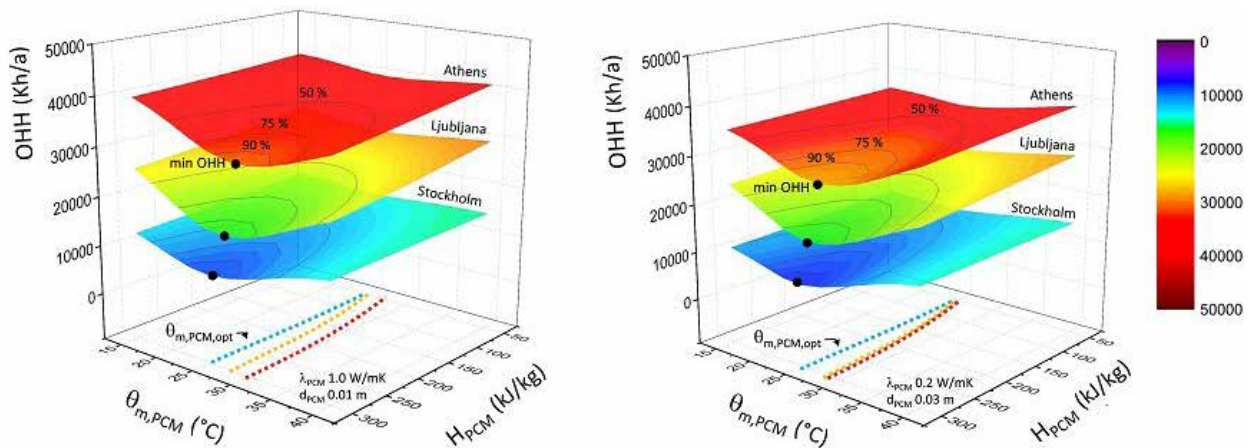
V znanstvenem članku je predstavljena študija, na podlagi katere je bil najprej numerično ovredno-

ten, potem pa tudi zasnovan, izdelan in eksperimentalno preizkušen elektropermanentni magnet za uporabo v magnetokalorični napravi. Dokazali so več kot 80-odstotno energetsko učinkovitost takega magneta in delovanje s frekvencami do 50 Hz, kar je ključnega pomena za prihodnje visokofrekvenčne magnetokalorične naprave večjih moči. Učinkovitost je možno še dodatno izboljšati, razviti koncept pa je uporaben tudi na področju linearnih motorjev.

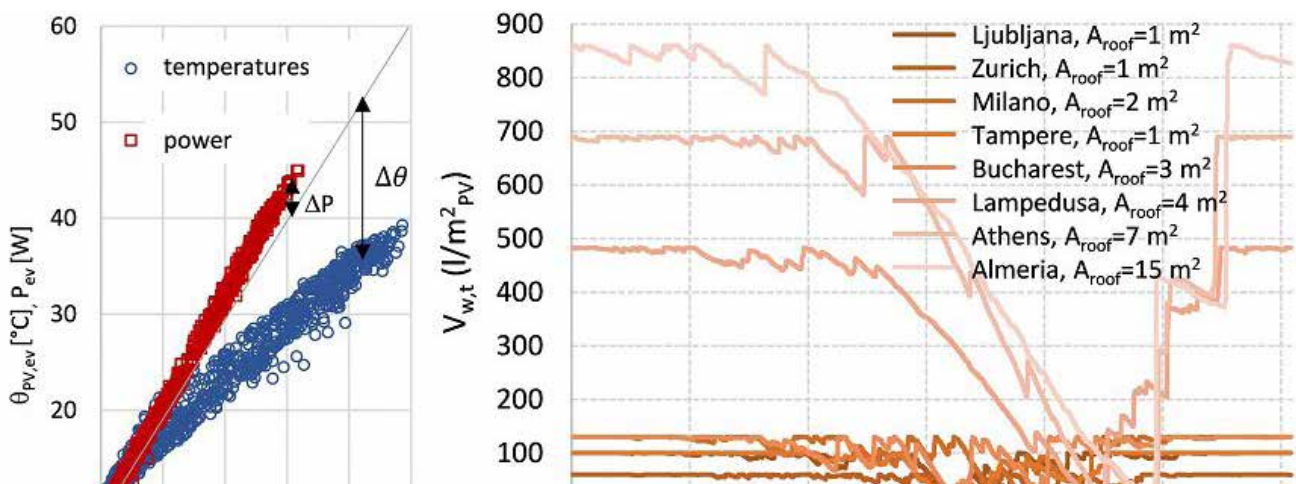
Članek je prosto dostopen na: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2022.05.001>
www.fs.uni-lj.si

TRAJNOSTNA ENERGIJSKA SAMOSKRBA MEST

Koncept pametnih mest temelji na med seboj informacijsko povezanih sodobnih tehnologijah, ki naj bi izboljšale čim več vidikov življenja v mestih. Med sodobne tehnologije gradnikov mest uvrščamo tako velike površinske sisteme za trajnostno oskrbo mest z energijo kot tudi gradnike za blaženje mikropodnebja v mestih, s katerimi vplivamo na rabo energije in ugodje bivanja.



Vpliv snovnih lastnosti fazno spremenljive snovi na hlajenje PV modulov in optimalna temperatura fazne spreembe glede na podnebne razmere



Učinek hlapilnega hlajenja PV modulov na temperaturo in električno moč PV modula (levo), letna hidrološka bilanca sistema hlapilnega hlajenja in optimalna velikost hranilnika meteornih padavin

Raziskovalci Laboratorija za okoljske tehnologije v zgradbah so objavili članka, ki naslavljata ta cilja. V članku Comparative analysis of free cooling of photovoltaics - phase change versus evaporative cooling, objavljenem v reviji Journal of Energy storage (IF 6,583; <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.104162>), so prikazane raziskave omejitve potenciala hlajenja fotonapetostnih modulov s fazno spremenljivimi snovmi z vidika zniževanja temperature gradnikov in s tem blaženja mestnega podnebja ob povečani samooskrbi mest z energijo. V članku Efficiency and sustainability assessment of evaporative cooling of photovol-

taics, objavljenem v reviji Energy (IF 7,147; <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124260>), pa so predstavljeni rezultati modeliranja hlapilnega hlajenja fotonapetostnih gradnikov. Ta način se je izkazal kot bistveno učinkovitejši od naravnega hlajenja, saj se temperature fotonapetostnih gradnikov pri ekstremnih meteoroloških spremenljivkah znižajo za nad 20 K. Sonaravnost tega načina naravnega hlajenja je bila raziskana z optimiranjem zalogovnikov in razmerjem zajemnih površin meteornih padavin v različnih podnebjih.

BIONIKA VSTOPA V INDUSTRIJO, AVTOMATIZIRANE IN ROBOTIZIRANE PROCESE

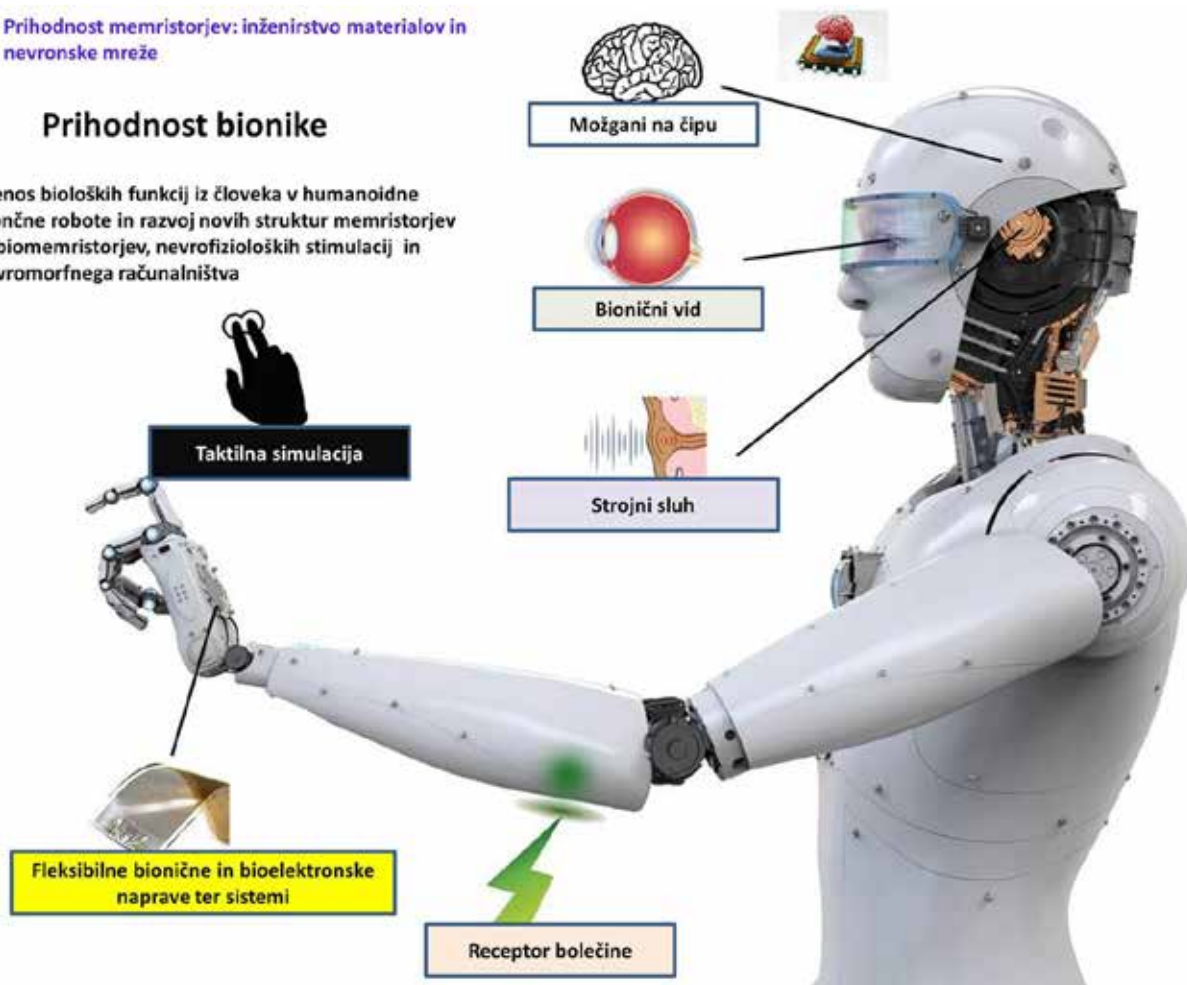
Janez Škrlec

Napredek na področju bioničnega inženiringa že danes zagotavlja potencial za povečanje zmogljivosti človeškega telesa, popravila poškodb okončin, vsaditev vrste različnih implantabilnih vsadkov in vmesnikov človek-stroj. Področje bioničnega inženiringa intenzivno preučuje in razvija tehnološke sisteme na podlagi posnemanja funkcij živih organizmov. Biološke strukture, metode in sistemi se vedno bolj uporabljajo pri načrtovanju inženirskih sistemov in sodobnih tehnologij ter ustvarjanja bioničnih algoritmov.

Prihodnost memristorjev: inženirstvo materialov in nevronske mreže

Prihodnost bionike

Prenos bioloških funkcij iz človeka v humanoidne biončne robote in razvoj novih struktur memristorjev in biomemristorjev, nevrofizioloških stimulacij in nevro-morfne računalništva



Infografika – bionika vstopa na različna področja: od medicine, zdravstva, industrije tudi v nastajanje biokonvergence

Janez Škrlec, inž. meh., Uredništvo revije Ventil,
UL FS

Navdih za bionično inženirstvo prihaja predvsem iz dobrega opazovanja, da evlucijski pritiski prisilijo biološke organizme, da se prilagodijo in razvijejo strukture in procese, ki imajo optimalno

učinkovitost za preživetje. Bionika kot interdisciplinarno področje združuje inženirstvo in znanost o življenju. Spreminjanje proizvodnega okolja, za katero so značilne agresivna konkurenca na svetovni ravni in hitre spremembe procesnih tehnologij, danes zahteva ustvarjanje novih proizvodnih sistemov, ki jih bo mogoče preprosto nadgraditi in v katere se lahko nove tehnologije in nove funkcije zlahka vključijo. Na te zahteve bi lahko odgovorili z novim razvojnim konceptom BAS – Bionic Assembly System. BAS temelji na konceptih avtonomije, sodelovanja in inteligence svojih enot. Danes obstaja globalno gibanje, ki temelji na ustvarjanju pametnih povezanih tovarn prihodnosti. Obstaja pa tudi nov trend v smeri vračanja človeka nazaj v proizvodne procese, vendar v precej drugačni vlogi kot nekoč. Prav to pa je največji razlog razvoja prihajajoče in nastajajoče industrije 5.0. S pametno tehnologijo bodo ljudje lahko sodelovali s stroji v istih delovnih okoljih in v skupnih proizvodnih procesih. To je lani v svojem poročilu zelo jasno izpostavila tudi Evropska komisija (EK).

Kaj bo prinesla postdigitalna doba, DARQ-tehnologije in vloga eksoskeletnih tehnologij v industriji

Čeprav se je digitalna preobrazba šele dobro začela, strategji mislijo že na postdigitalno dobo in opozarjajo, da bomo tudi na to morali biti dobro pripravljeni. Nove tehnologije so vedno delovale kot katalizator sprememb. Uporaba digitalnih tehnologij v industriji in podjetjih je danes realnost. Danes večina naprednih podjetij veliko vlaga v digitalizacijo, hkrati pa že sledijo razvojnim usmeritvam in trendom, ki bodo nastali v postdigitalni dobi. Vedno pogosteje se pojavljajo tako imenovane DARQ-tehnologije. Te je Accenture, svetovno znano podjetje za strateško svetovanje na področju industrije in inovacij, razdelilo v štiri sklope, in sicer: tehnologije blokovnih verig, umetne inteligence, razširjene resničnosti in kvantno računanje. Te tehnologije bodo namreč pomemben katalizator sprememb v svetu, v katerem vsaka industrija že ima velik arzenal digitalnih orodij. DARQ-tehnologije že danes močno vplivajo na različne panoge. Vedno večja in pomembnejša postaja tudi industrija bioničnih eksoskeletnih tehnologij tako za industrijski sektor kot medicinski in seveda vojaški. Na svetovnem trgu je kar nekaj pomembnih podjetij, ki se ukvarjajo z razvojem in proizvodnjo

eksoskeletnih tehnologij in tovrstnih sistemov. Svetovni trg eksoskeletov naj bi se že do leta 2027 povečal za 54,5 odstotka. Ta podatek je pomemben, saj se v obdobju hitrih tehnoloških, družbenih in poslovnih sprememb industrija hitro odziva na potrebe trga.

Biodigitalna konvergenca

Prihaja tudi biodigitalna konvergenca kot novo področje, ki raziskuje interakcijo med digitalnimi in biološkimi tehnologijami in sistemi. Danes se veliko pozornosti namenja predvsem digitalizaciji in digitalni transformaciji ter digitalni preobrazbi podjetij in industrije ter družbe. V svetu pa se že resno ukvarjajo z biodigitalno prihodnostjo: kako bi ta konvergenca lahko vplivala na vse sektorje industrije in kako bi se lahko razvijali naši odnosi s tehnologijo, naravo in celo življenjem samim. V prihodnjih letih bi se lahko biodigitalne tehnologije direktno ali indirektno vtikale v naša življenja tako, kot se danes digitalne tehnologije v industrijo in širšo družbo. Biološki in digitalni sistemi se zблиžujejo in bi lahko spremenili naš način dela, življenja in celo razvoj. V tem kontekstu bo potrebno upoštevati tudi razvoj bionike, biomimetike, biomimikrije in sorodnih področij. Biodigitalna konvergenca lahko močno vpliva na naše gospodarstvo, na ekosisteme in družbo. Biodigitalna konvergenca je na kratko povedano: interaktivna kombinacija digitalnih in bioloških tehnologij ter sistemov. Znanstveno ozadje: biodigitalna konvergenca je zapletena mešanica novih konceptualnih in praktičnih rekonfiguracij med biologijo, fiziko (nanotehnologijo) in informacijsko znanostjo. Ameriška nacionalna znanstvena fundacija že govori o »tehnologijah NBIC« (nano-bio-info-cogno). Danes živimo v dobi tehnouznanosti, v kateri je tehnološki razvoj prevzel vodilno vlogo pri znanstvenih raziskavah. Na podlagi povečanih tehnoloških zmogljivosti imajo obstoječe in nove znanstvene teorije zdaj več praktičnih uporab kot kdaj koli prej. Biodigitalna konvergenca bo več kot le tehnološka sprememba. Lahko bo spremenila ekonomske in industrijske modele, medicino in zdravstvo. O teh tehnologijah bo govor tudi v prvi knjigi o bioniki pri nas, ki jo pišem in bo predvidoma izšla že letos jeseni.

Janez Škrlec je bil dolgoletni član Sveta za znanost in tehnologijo RS in ustanovitelj Odbora za znanost in tehnologijo pri OZS. Ukvarja se z elektroniko, mehatroniko, bioniko in nanotehnologijo.

RAZVOJ, IZDELAVA IN TESTIRANJE PROPORCIONALNEGA POTNEGA VENTILA, IZDELANEGA S 3D-TISKANJEM KOVIN IN Z UPORABO TOPOLOŠKE OPTIMIZACIJE

Jan Bartolj, Ana Trajkovski, Franc Majdič, Anže Čelik

Izveček:

V zadnjih letih so se v proizvodnjah začele uporabljati dodajalne tehnologije tudi kot orodja za izdelavo večjih serij. Z uporabo različnih materialov lahko dosežemo najrazličnejše oblike končnih izdelkov, tudi take, ki jih z drugimi postopki ne bi mogli izdelati. S tem, ko se je začel vse bolj razvijati in uporabljati tisk kovinskih materialov, se lahko upravičeno sprašujemo, kako se taki izdelki primerjajo s tistimi, ki so izdelani s konvencionalnimi postopki, kot sta tlačno litje in rezkanje.

Že zelo zgodaj so se v kovinskih materialih začeli tiskati tudi izdelki za uporabo na najrazličnejših področjih hidravlike. Zaradi narave izdelovalnega postopka in zmožnosti izdelave kompleksnih notranjih oblik lahko hidravličnim komponentam vidno izboljšamo karakteristike. Ena izmed teh je tudi masa izdelka, pri kateri najhitreje opazimo prostor za izboljšavo, saj se ponudi veliko možnosti za optimizacijo geometrije.

V našem primeru smo pri izdelavi ventila odstranili kar dve tretjini začetne mase, ki jo ima ventil, izdelan z rezkanjem. Poleg tega smo mu lahko izboljšali tudi pretočne karakteristike zaradi kompleksne notranje geometrije. Vse to smo lahko dosegli z uporabo sodobnih orodij za numerične analize, simulacije in optimizacije.

Ključne besede:

3D-tisk kovin, hidravlika, dodajalne tehnologije, optimizacija, numerične analize, topološka optimizacija

1 Uvod

Trendi trajnostnega razvoja kažejo v smeri manjše porabe goriv in boljšega izkoristka strojev. Te cilje lahko dosegamo na različne načine. Eden izmed njih je tudi zmanjševanje mase komponent ter posledično strojev, ki te komponente vključujejo. Zmanjševanja mase komponente smo se lotili z uporabo moderne tehnologije izdelave – 3D-tiska. Ta omogoča izdelavo kompleksnih oblik, ki bi jih z drugimi postopki izdelovali več časa ali pa jih sploh ne bi mogli izdelati. Nemogoča je predvsem izdelava zahtevnih notranjih geometrij, ki jih s frezalom ne moremo doseči.

Za osnovo smo si izbrali 4/3 proporcionalni potni

ventil nazivne velikosti 6, ki je bil izdelan z rezkalnim strojem [1]. Ker smo želeli rezultate direktno primerjati, smo se držali standarda ISO 4401 [2], ki predpisuje priključne mere ventila. Z upoštevanjem zahtev standarda smo zagotovili tudi zamenljivost ventila: novi ventil lahko kadarkoli zamenja katerikoli ventil, izdelan po istem standardu.

Dodatne zahteve so, da mora ventil nemoteno delovati do tlaka 350 bar ter imeti optimirano notranjo geometrijo za pretok kapljevine do vključno 50 l/min. Pred izdelavo smo ta dva parametra upoštevali pri numeričnih analizah trdnosti ter pretoka skozi ohišje.

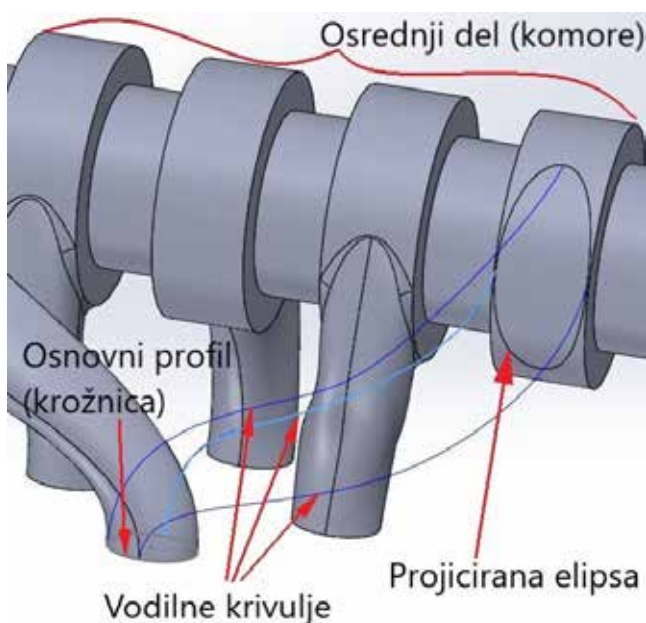
2 Razvoj oblike ohišja ventila

Zaradi predvidenega tridimenzionalnega kovinskega tiskanja ohišja ventila smo bili s stališča konstruiranja precej bolj svobodni, saj nas niso omejevale zahteve, ki jih pogojuje izdelava s tlačnim litjem ali z obdelavo na CNC-stroju. V programu SolidWorks

Jan Bartolj, dipl. inž., dr. Ana Trajkovski, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; mag. Anže Čelik, univ. dipl. inž., Poclain Hydraulics, d. o. o., Žiri; doc. dr. Franc Majdič, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

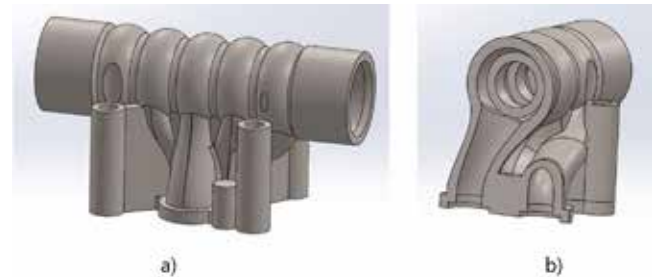
smo izdelali več različnih modelov, katerim smo želeli že v prvih korakih odstraniti čim več volumna, da bi dosegli čim manjšo maso. CAD-model ohišja smo izdelali tako, da so bile stene na najtanjših mestih debele vsaj 3 mm. To je bilo določeno na podlagi izkušenj, ki smo jih v LFT (Laboratorij za fluidno tehniko) pridobili med testiranjem na podobnih materialih pri tlakih do 350 bar. Ker smo nameravali ohišje ventila natisniti s 3D-tiskalnikom kovin, smo ga lahko zasnovali tako kompleksno, da ga z drugimi postopi ne bi mogli izdelati. Uporabljeni 3D-tiskalnik kovin EOS M290 deluje po metodi SLM (*ang. selective laser melting*) ali izbirnega laserskega pretaljevanja. Poleg tega, da se na določenih mestih material pretali, se zaradi visoke temperature laserskega žarka material sproti tudi lokalno kali in s tem utrjuje. Končni izdelek bo imel zaradi izdelave po plasteh anizotropne lastnosti, ki jih odpravljamo s postopkom naknadne toplotne obdelave [3] [4].

Kot osnovo za konstruiranje smo izbrali notranje drsne površine, kjer naseda bat, ter obliko spodnjega dela ohišja, kjer se ventil priključi na osnovno ploščo. Profile iz osnovne plošče smo nato z vodilnimi krivuljami povezali do zgornjih komor, kjer bo kasneje kapljevina zaokrožila okoli krmilnega bata. Ker so bile krivulje izdelane s postopkom projiciranja, se enostavno spreminjajo v vseh treh smereh koordinatnega sistema, s čimer se spreminja potek notranjih kanalov. Vodilne krivulje torej povezujejo osnovni profil na priključni plošči z elipsami, ki so bile projicirane na komore zgornjega dela. Elipse so se namreč izkazale za najbolj učinkovite po količini pretoka glede na obliko. Za lažjo predstavbo je na *sliki 1* prikazan potek izdelave enega izmed razbremenilnih vodov ohišja ventila.



Slika 1 : Poenostavljen prikaz postopka modeliranja ventila (86 mm x 40 mm x 35 mm)

Ker smo izdelali notranjost ventila kot nenično (negativ volumna) geometrijo, smo v naslednjem koraku izvedli inverzijo s preprostim ukazom v SolidWorksu. S tem smo geometrijo obrnili »navzven« s predpisano najmanjšo dovoljeno debelino stene. Ta je, kot že omenjeno, znašala 3 mm. Po izvršenem ukazu nam je ostala zunanja geometrija kot ste-na prejšnje geometrije. To je bil tudi prvi približek končnega ohišja ventila. Ta je prikazan na *sliki 2*. Na levi strani vidimo še geometrijo ventila, prerezano s poševno postavljeno ravnino.



Slika 2 : Geometrija ventila, pripravljena za numerične analize trdnosti in notranjega pretakanja (86 mm x 47 mm x 43 mm)

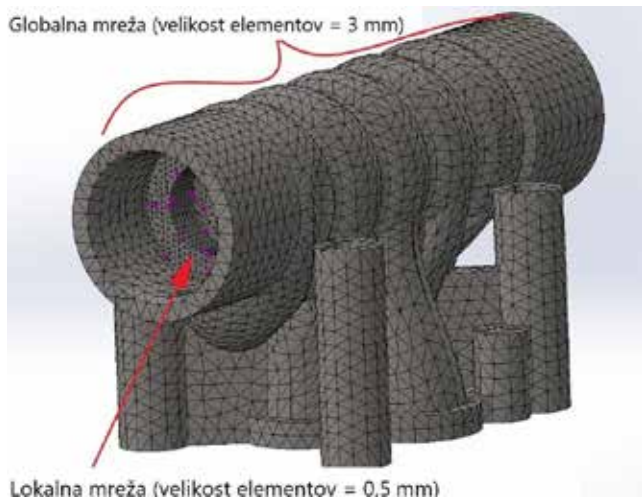
Ta geometrija ventila bo služila kot osnova vsem prihodnjim različicam ventila, najprej pa bomo na njej izvedli tudi numerične analize trdnosti (MKE) ter pretočnosti (CFD).

3 Numerične analize

Analize trdnosti

Hidravlični ventili so običajno izdelani s postopkom rezkanja ter struženja iz polnega kosa jekla ali drugih materialov. To pomeni, da je njihova končna oblika kvader, ki obremenjenim delom, na katere pritiska tlak hidravlične kapljevine, zagotavlja izredno veliko podporo s tem, da so stene ventila masivne. Kot prvo predpostavko pri izdelavi geometrije ventila za izdelavo s 3D-tiskom smo izbrali parameter debeline stene 3 mm, s čimer smo odstranili tudi togost celotne konstrukcije. Iz tega izhaja, da smo morali izdelati zelo podrobne trdnostne analize, da ugotovimo, ali bo končni izdelek res vzdržal tlak, ki se bo pojavil v ventilu. Predviden najvišji delovni tlak na notranje stene ventila je bil 350 bar, izbrani material, ki nam poda materialne lastnosti, pa nerjavno orodno jeklo X3NiCoMoTi [5]. S tem smo določili materialne lastnosti, mejo tečenja materiala pri 2010 GPa ter gostoto 8,1 g/cm³.

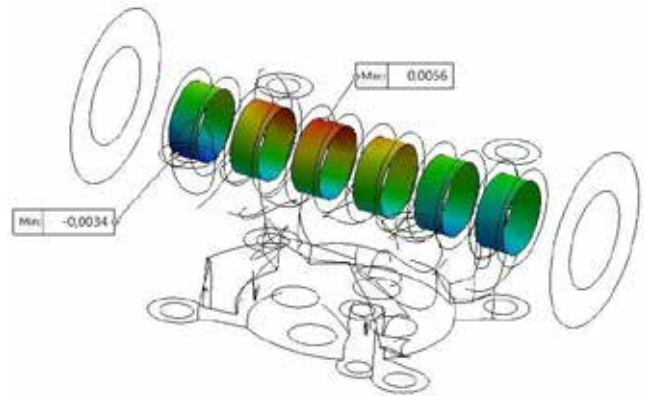
Model smo v sklopu trdnostnih analiz mrežili s tetraedričnimi končnimi elementi velikostnega razreda 1 mm ter na kritičnih mestih uporabili lokalne gostitve. Analize smo nato ponavljali pri nespreme-



Slika 3 : Mrežni model ventila s prikazano lokalno gostitvijo mreže na kritičnem mestu (86 mm x 47 mm x 43 mm)

njenih parametroh za različne velikosti mreže. S tem, ko mrežo gostimo in večamo število končnih elementov, namreč izboljšujemo rezultat in ga bližamo pravi vrednosti. Prav tako pa s tem podaljšujemo računski čas, zato uporaba izredno majhnih končnih elementov ni smiselna. Mrežo smo torej gostili, dokler se je rezultat znatno spreminjal. Ko pa smo opazili da se trend rezultatov približuje določeni vrednosti in se znatno ne spreminja več, smo gostitev ustavili in uporabili zadnje dobljene rezultate. Na *sliki 3* je viden mrežni model ventila z lokalno gostitvijo.

Kot rezultate numeričnih analiz smo spremljali globalne pomike glede na največjo inducirano napetost v materialu ter glede na pomike krmilnih robov. Največji globalni pomik se je pojavil na skrajnih robovih pritrdišč krmilnih magnetov in je bil velikostnega razreda 0,1 mm, kar pomeni, da za celotno konstrukcijo ni predstavljal večjih problemov. Pri merjenju največje globalne napetosti, ki se pojavi v materialu, smo ugotovili, da se inducira na prehodu med tlačnim kanalom ter notranjo komoro, kjer kapljevina oblije bat. Ta napetost je bila izmerjena pri 210 MPa, torej še daleč stran od dopustne meje. Kot najbolj kritična mesta pa so se pričakovano izkazale drsno-tesnilne površine krmilnega bata. Deformacija teh drsni površin se je izkazala celo za ključni kriterij, ali bo določen model ohišja prišel v naslednjo fazo razvoja ali pa bodo potrebne ojačitve ohišja na teh mestih. Ker se bo ventil uporabljal za vodno hidravliko, je bilo predpostavljeno, da največji pomiki drsni površin ne bi presegli 7 μm , s čimer se prepreči prevelika količina notranjega puščanja. Prve analize so pokazale nekoliko večje pomike, kot je bilo želeto, zato smo konstrukcijo ojačali s podporami s spodnje strani ter pri tem poskušali ohraniti maso ohišja. Po dodanih podporah smo ponovno izmerili največje pomike drsni ploskev ter ugotovili, da smo jih znižali na 5,6 μm . Rezultate analize smo



Slika 4 : Rezultati trdnostnih analiz ohišja ventila na drsni površini v lokalnem cilindričnem koordinatnem sistemu (86 mm x 47 mm x 43 mm)

prikazali v cilindričnem lokalnem koordinatnem sistemu, ki ima kot izhodišče izbrano os izvrtin, na katere naseda bat. Vsak pomik, ki je večji od 0, pomeni povečevanje izvrtine, negativni pa, da se cilindri zmanjšuje. Če imamo pozitivne pomike, pomeni, da bo med notranjimi vodi nekoliko večje puščanje zaradi povečane nadmere izvrtine glede na bat, negativni pomiki pa so precej bolj nevarni, saj lahko povzročijo blokado bata v ohišju – tako je ventil neuporaben. Rezultat numeričnega preračuna deformacij ohišja je prikazan na *sliki 4*, pomiki so v mm.

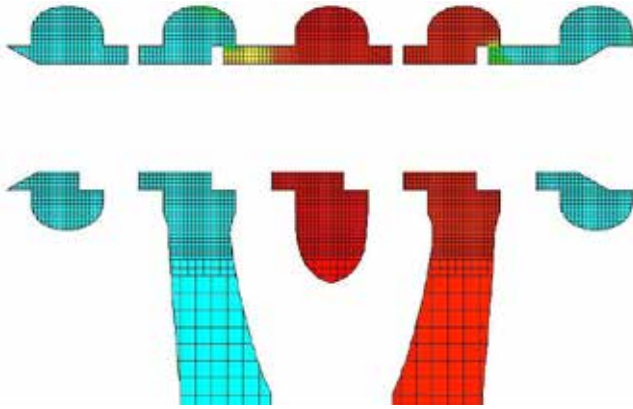
Tokovne analize

Da smo zagotovili sprejemljivo pretočnost skozi ventil, smo izvedli tudi tokovne analize pretočnosti (CFD). Z njimi smo želeli dokazati, da ventil zaradi kompleksne notranje geometrije predstavlja manjši upor in izgubo kot konvencionalno izdelani ventili. Rezultate padca tlaka glede na pretok ($\Delta p-Q$) smo zato primerjali z rezultati serijsko izdelanega konvencionalnega potnega ventila.

Notranji volumen ohišja ventila smo podobno kot pri trdnostnih analizah mrežili z lokalno gostitvijo ter mu določili potrebne parametre. Ti so: pomik krmilnega bata, volumski pretok na vhodu v ventil, atmosferski tlak na razbremenilni strani (povratni – T-priključek) ter temperatura vode. Za volumski pretok skozi ventil smo pri preračunu izbrali vrednosti 10, 30, 50 ter 80 l/min, ventilu pa smo na koncu optimirali notranjost za pretok 50 l/min. Na strani razbremenitve (povratni – T-priključek) smo izbrali tlak okolice 1,013 bar ter temperaturo kapljevine 50 °C.

Pri analizah smo ponovno upoštevali, da večje število izračunov pomeni daljši računski čas, ter analogno temu določali velikost končnih volumnov.

Rezultat izračunanega tlačnega padca pri znanem pretoku in mreža končnih volumnov na vzdolžnem preseku ventila sta prikazana na *sliki 5*.



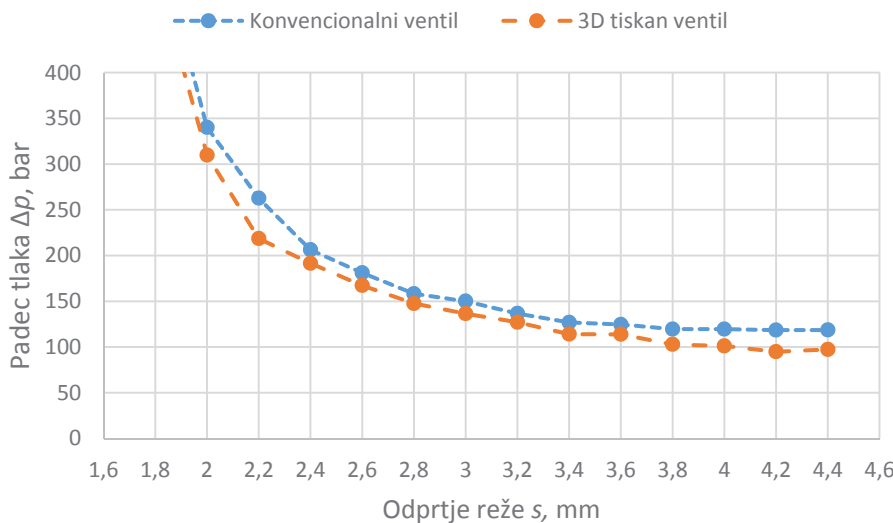
Slika 5 : Mreža končnih volumnov pri tokovni analizi z izračunanimi tlačnimi razmerami pri zahtevanem pretoku 50 l/min (86 mm x 43 mm)

Na *sliki 5* lahko opazimo, da se največje spremembe tlaka in posledično hitrosti kapljevine pričakovano pojavijo v režah krmilnega bata in ohišja [6]. Tam je presek najmanjši, zato je to največji upor na poti kapljevine skozi ventil.

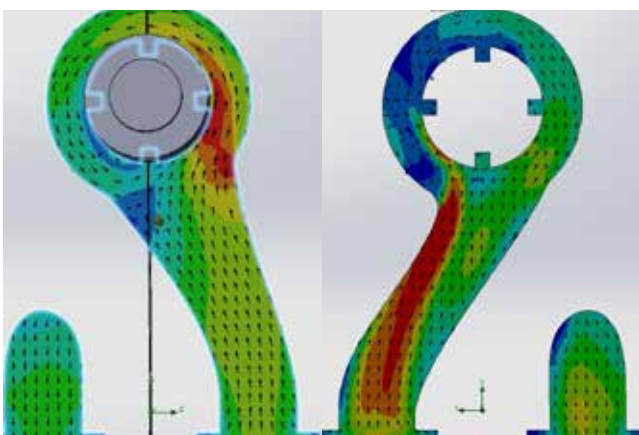
Skozi ventil smo računali tlačni padec med vhomom in izhodom, pri kombinacijah med tlačnim in prvim delovnim vodom (P-A) ter drugim delovnim vodom ter razbremenilnim vodom (B-T), ki je povezan na hidravlični rezervoar. Tako smo simulirali dejanske razmere, ki se pojavljajo med delovanjem ventila.

Pri analizi tlačnega padca glede na pretok skozi ventil ($\Delta p-Q$) smo dobili rezultat, prikazan na *sliki 6*. Prikazana je primerjava med padcem tlaka pri pretakanju skozi novo 3D-tiskano ohišje in skozi ohišje konvencionalnega ventila. Opazimo, da je tlačni padec pri pretoku 50 l/min v vseh preračunanih odmikih krmilnega bata nižji pri 3D-tiskanem ventilu. To je posledica naše izboljšane notranje geometrije.

Z analizami pretoka smo ugotovili tudi reakcijske sile na obtočne elemente, ki se pojavijo kot posledica tokovne sile. Najbolj kritično v tem primeru se je izkazal reakcijski moment, ki se na krmilni bat inducira zaradi kroženja kapljevine okoli njega. Na krmilnem batu smo izmerili moment, ki bi lahko pomenil rotacijo krmilnega bata v ohišju okoli svoje osi in s tem hitrejšo obrabo elementov v kontaktu.



Slika 6 : Primerjava izračunanih rezultatov $\Delta p-Q$ tokovnih analiz 3D-tiskanega ter konvencionalnega potnega ventila



Slika 7 : Izračunane spremembe geometrije kot posledica induciranege navora zaradi tokovne sile na krmilni bat

S poznavanjem reakcijskega momenta na krmilni bat smo lahko spreminjali notranjo geometrijo, dokler nismo izničili efekta tokovne sile. Sprememba geometrije tlačnega voda je prikazana v prečnem prerezu na *sliki 7*.

Hitrostni vektorji na *sliki 7* prikazujejo smer toka kapljevine v tlačnem vodu ventila.

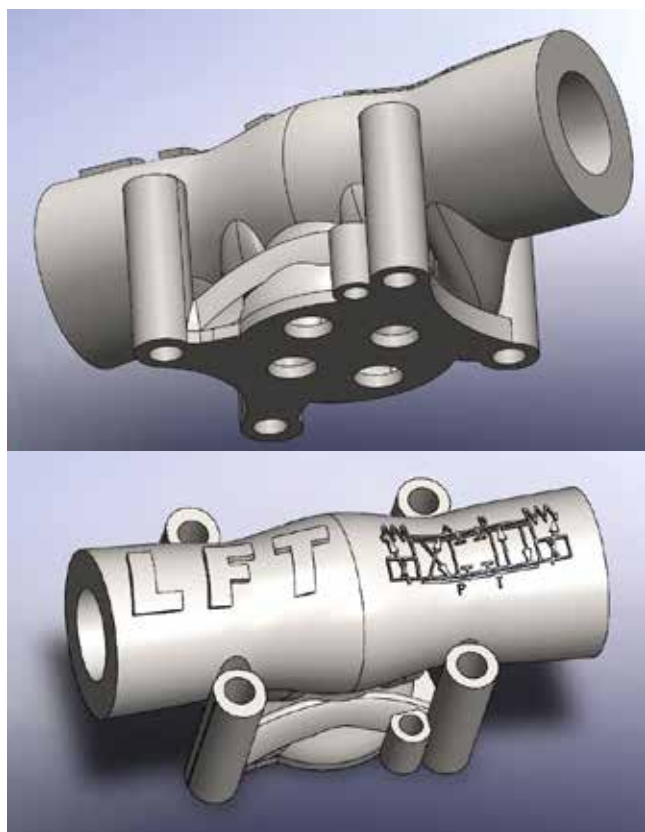
4 Topološka optimizacija

Topološka optimizacija je vrsta numerične optimizacije, ki omogoča izdelavo geometrije glede na robne pogoje, obremenitve in mrežo. Glede na pogoje, ki jih navede uporabnik, program za vsak



Slika 8 : Volumski model kot rezultat topološke optimizacije novega ohišja ventila

končni element glede na materialne parametre preveri, če je volumen tam potreben ali ne. Računalnik torej sam določa potrebnost materiala v posameznem končnem elementu in s tem oblikuje končno geometrijo. V našem primeru smo uporabili notranjo geometrijo ventila, ki smo ga izdelali, jo numerično analizirali in uporabili kot osnovo za topološko optimizacijo. Določena obremenitev na vse notranje vode je bila 350 bar, obremenitev v navojih pa zaradi sile privitja magneta 11 kN. Poleg tega smo kot parameter omejitve izbrali največji pomik



Slika 9 : Končan model topološko optimiranega ohišja ventila (86 mm x 44 mm x 41,5 mm)

drsnih površin na 5 μm . Podobno kot pri trdnostnih analizah smo tudi tu model mrežili s končnimi elementi ter uporabili lokalne gostitve. Predpisana največja dovoljena geometrija je bila izbrana glede na gabaritne mere konvencionalnega potnega ventila. Volumski model kot rezultat topološke optimizacije je prikazan na *sliki 8*.

Po numerični optimizaciji smo dobili volumski model, ki pa zaradi izredno kompleksne oblike ni bil primeren za nadaljnji razvoj. Modeli, dobljeni po metodi topološke optimizacije, so zgolj osnova za končni model, ki ga izdelava uporabnik, ko parametrizira dobljeni volumski model. Parametrizacija je izdelava modela s telesi, ki bazirajo na osnovnih geometrijskih telesih, kot so kvader, kroglja, valj ... Po parametrizaciji je bil model tak, kot je prikazano v dveh različnih pogledih na *sliki 9*. Kot je razvidno, smo modelu dodali še simbol 4/3 proporcionalnega potnega ventila ter logotip laboratorija.

5 Kovinski tisk ventila

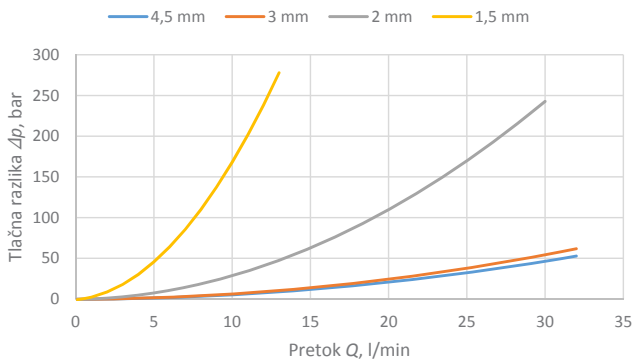
Ventil smo po numeričnih analizah in optimizaciji natisnili na 3D-tiskalniku kovinskih materialov EOS M290. Kot je bilo že omenjeno, je bilo uporabljeno orodno jeklo X3NiCoMoTi, ki ima zaradi visoke vsebnosti niklja lastnosti nerjavnega jekla. Tisk ventila s končnim volumnom 49 cm^3 je trajal 5 ur. Po tisku je potrebno s posebno sesalno napravo odstraniti preostali kovinski prah, ki se ni pretalil. Ta prah je primeren za ponovno uporabo. Končano ohišje smo nato odstranili od spodnje plošče na tiskalniku in ga peskali. S peskanjem smo odstranili ostre robove, ki nastanejo zaradi pretaljevanja prahu, nato smo končno obdelali površino s postopkom mikrokaljenja. Ohišje ventila smo nato obdelali še na CNC-stroju, da smo poravnali površine ter vrezali navoje. Zaradi ozkega tolerančnega polja drsnih površin krmilnega bata (-0; +3 μm) smo ohišje ventila po obdelavi še fino brusili. Kovinsko natisnjen ventil po končni obdelavi je prikazan na *sliki 10*.



Slika 10 : Kovinsko natisnjeno, topološko optimirano ohišje ventila (86 mm x 44 mm x 41,5 mm)

6 Meritve ventila

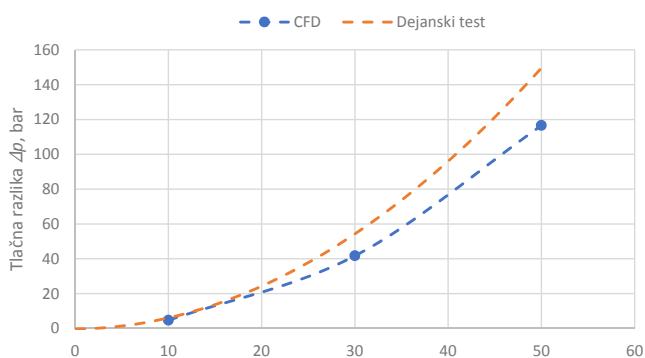
Po tisku in obdelavi smo ventil še testirali. S tem smo dobili dejanske podatke o karakteristiki ventila. Da smo lahko direktno primerjali rezultate tokovne numerične analize in dejanskih meritev, smo izvedli meritve tlačnega padca pri znanem pretoku in pomiku krmilnega bata. Meritev karakteristike $\Delta p-Q$ nam je podala naslednje rezultate, prikazane na *sliki 11*.



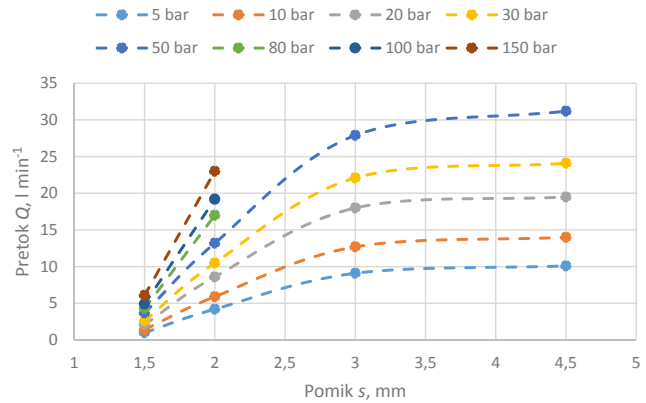
Slika 11 : Izmerjena karakteristika $\Delta p-Q$ kovinsko natisnjenega ohišja ventila v odvisnosti od odmika krmilnega bata

Če primerjamo rezultate tlačnega padca za različne pretoke pri odprtju 3 mm in na istem grafu prikažemo rezultate numerične analize in dejanskih testov, opazimo, da je pri dejanski meritvi tlačni padec skozi ventil do 28 % višji (*slika 12*). Razlog za to je, da pri numeričnih analizah nismo upoštevali, da bomo pri dejanskih testih med merilnikom tlaka in ventilom dobili še vpliv upora hidravličnih komponent, kot so priključna plošča, kolena ter hidravlične gibke cevi. Vse te komponente so prispevale dodatni hidravlični upor in s tem višji tlačni padec. Ker tlačni padec narašča s kvadratom po Bernoullijevi enačbi, se tudi razlika s povečevanjem pretoka povečuje. Primerjava med karakteristikama pri odprtju krmilnega bata 3 mm je prikazana na *sliki 12*.

Izvedli smo tudi merjenje karakteristike $Q-s$ pri



Slika 12 : Primerjava karakteristike $\Delta p-Q$ dejanskih meritev ter CFD-analize



Slika 13 : Izmerjena karakteristika $Q-s$ kovinsko natisnjenega ohišja ventila pri različnih tlačnih razlikah med vstopom in izstopom

konstantnem tlaku. To karakteristiko dobimo tako, da krmilni bat postavimo v določeno pozicijo ter s spreminjanjem pretoka vzdržujemo konstantni tlačni padec. Meritve smo prekinili pri pretoku 30 l/min, saj je bil to najvišji pretok, ki ga je črpalka še lahko dovajala. Izmerjena karakteristika $Q-s$ je prikazana na *sliki 13*.

7 Zaključki

Zasnovali, preračunali in izdelali smo novo ohišje hidravličnega potnega ventila z dvema relativno novima postopkoma: s topološko optimizacijo in s 3D-tiskom kovin. Dokazali smo, da so 3D-tiskani izdelki dovolj kvalitetni, da vzdržijo visoke obremenitve in izboljšajo obstoječe tokovne in masne karakteristike. Konvencionalno izdelani proporcionalni ventili istega velikostnega razreda tehtajo 1,3 kg, 3D-tiskan ventil iz orodnega nerjavnega jekla pa le 0,38 kg. Masa topološko optimiranega ohišja je za 67 % nižja kot masa konvencionalnega ventila. Prišli smo do rešitve, ki ima poleg karakterističnih izboljšav tudi trajnostno naravnano prihodnost, saj pri izdelavi izdelkov s 3D-tiskom porabimo manjše količine energije kot pri klasičnem tlačnem litju ohišja ter nadaljnji obdelavi na CNC-stroju. Prav tako se ves neporabljen material lahko enostavno uporablja pri naslednjih izdelavah, medtem ko je pri odrezovalnih postopkih potrebno odrezke pretaliti pred



Slika 14 : Sestav topološko optimiranega kovinsko natisnjenega ohišja ventila z elektromagnetoma (246 mm x 62 mm x 45 mm)

ponovno uporabo, kar pa je izredno drag postopek.

Literatura

- [1] D. Šenica: Proporcionalni potni ventil za vodno hidravliko: diplomsko delo. Ljubljana, 2015.
- [2] ISO 4401:2005(E). Hydraulic fluid power – Four-port directional control valves – Mounting surfaces.
- [3] B. Vayre, F. Vignat, F. Villeneuve: Metallic additive manufacturing: State-of-the-art review and prospects. *Mech. Ind.* 13 (2012), str. 89–96.
- [4] Aidro Hydraulics: Aidro products catalogue 2018. Aidro Hydraulics, Taino, 2018.
- [5] EOS: Material data sheet EOS MaragingSteel MS1. EOS, München, 2017.
- [6] D. Findeisen: Ölhydraulik: Handbuch für die hydrostatische Leistungsübertragung in der Fluidtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, 2006.

Designing, manufacturing and testing of proportional 3D-printed hydraulic directional control valve with topology optimization

Abstract:

When designing new products for production using additive manufacturing processes, developers have fewer constraints than when using traditional manufacturing processes such as CNC machining or die casting. SLM, or selective laser melting, is a method of metal 3D printing in which the laser beam is guided by mirrors to melt the metal powder and create a solid body of the final product. By using the laser beam as main energy source for manufacturing, we are talking about significant savings in energy consumption during the manufacturing process. However, one of the reasons why 3D printing has not been serious competitor to traditional manufacturing methods is the time it takes to produce the final products. But if metal 3D printing were to be used for larger batches of 1000 parts or more, the cost would decrease due to the mass savings, and with many positive aspects that this process offers, these parts would be more comparable to other products on the market.

We were faced with the challenge of developing a new 3D-printed hydraulic valve that would have better characteristics than conventionally manufactured valves, yet be cost effective to produce and sell on the market with ever increasing demands. The decision was made to use topology optimization based on a known internal geometry that was numerically tested.

First, we created the inner geometry of new valve as solid body. This geometry was to be inverted to create a hollow structure at the end. Then, we numerically tested the strength of a model using FEA analyses and flow characteristic with CFD analyses. We mainly wanted to test how the structure would handle the pressure and forces applied, since much less material is used compared to conventionally manufactured valves. We focused on the displacement of the leading edge (*fig. 4*) of the valve, which proved to be a critical point of numerical results. These displacements had negative values at some locations which should be avoided at all costs, as this could mean blocking of the spool in the housing, making the valve unusable. We reduced these negative values by increasing the wall thickness.

Numerically testing fluid flow through the housing (*fig. 5*), we simulated different scenarios based on varying inlet flow, spool displacement and temperature characteristics. We also compared numerical results of 3D-printed housing with conventionally manufactured one to ensure that pressure drop and other fluid-based properties were improved (*fig. 6*).

Using internal geometry and numerically applied loads as starting point for topology optimization, we created different types of meshes and decided on the best one based on the results. The optimal result had to give us the best stiffness-to-weight ratio. The result of topology-based optimization is a body consisting of small volumes derived from finite elements (*fig. 8*). Resulting geometry had to be parametrically shaped, giving us a model ready for printing (*fig. 9*). Printing was done on the EOS M290 metal 3D printer and was completed in 5 hours (*fig. 10*). The material chosen was stainless steel, which offers the best corrosion-resistant properties for use in water hydraulics. After printing, the housing was micro-pinned as primary way of surface. It was then CNC machined and fine grinded on leading edges to ensure tight fit between housing and spool.

Finally, we tested the valve using water as hydraulic fluid. We tested pressure drop (*fig. 11*) at different flow rates and spool displacements. We also measured Q-s characteristic (*fig. 13*) at different pressure drops with the load applied to the valve outlet port. When comparing the pressure characteristics of numerical and physical tests, we found a deviating difference (*fig. 12*). This is because in the numerical tests of the housing, we measured the parameters at the inlet and outlet of the valve, while in the real tests, we added the mounting plate, knee, and T-hydraulic connectors between valve and pressure transducers all adding up as resistance components. In future, we will need to either develop a mounting plate that has pressure sensors integrated close to the valve or to create a numerical model of all the interference factors.

All in all, the entire design process of this 3D-printed valve was a success, as we were able to reduce the mass of the final product by 63% compared to conventionally manufactured valves. In addition, all flow-based characteristics were also improved, such as pressure drop, which is 25 bar lower at a flow rate of 50 l/min, a reduction of 20%.

Keywords:

metal 3D printing, hydraulics, additive technologies, optimization, numerical analysis, topology optimization

Cevni vpenjalni spoji iz termoplasta

Visoka mehanska obremenljivost, lahkost in zasnova, ki zagotavlja absolutno čistočo.



Obsežna ponudba standardiziranih delov omogoča konstrukcijo fleksibilnih in modularnih struktur, ki se uporabljajo v številnih industrijskih panogah (npr. prehranska, embalažna in lakirna industrija, laboratorijska oprema in držala zaslonov).

- termoplast in nerjavno jeklo (1.4301) za boljšo odpornost proti koroziji, primerno tudi za uporabo na prostem;
- enostavno čiščenje – zasnova brez robov in vogalov z gladko površino;
- na voljo v črni in sivi barvi, primerno za aluminijaste konstrukcije;
- vpenjalni spoji z zunanjim in notranjim ozobljenjem za nastavljanje nagiba;
- z zategovanjem z dopustnim zateznim momentom se prepreči vrtenje ali izvlek cevi;
- na voljo v dveh merah z reducirnimi pušami za uporabo z običajnimi cevmi (toleranca premera $\pm 0,2$ mm) s premerom med 12 in 30 mm;
- montažni komplet za pogoste prilagoditve.



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

elesa-ganter.si   



DESIGNED
FOR ENGINEERING

RAZVOJ KONCEPTA PAMETNE CELICE ZA PESKANJE

Miha Pipan, Niko Herakovič, Marjan Kelvišar, Simon Strnad

Laboratorij LASIM je skupaj s podjetjem IMP Armature, d. o. o., razvil koncept distribuirane pametne tovarne na primeru celice za peskanje, ki bo služil podjetju kot ključno vodilo za digitalizacijo ostalih procesov v proizvodnji. Razvoj koncepta je temeljil na tesnem sodelovanju obeh partnerjev, kjer je bila ključna izvedba delavnic s strokovnjaki za pametne tovarne laboratorija LASIM in celotnim spektrom strokovnjakov podjetja IMP Armature, d. o. o. (delavcev v peskalnici, vodja oddelka, IT-strokovnjakov in strokovnjakov na področju vitke proizvodnje). Rezultat je definiran način digitalizacije peskalnice z IIoT-tehnologijo in vodenje procesov z lokalnim digitalnim dvojčkom.

Opis podjetja in stanje digitalizacije

Na evropskem tržišču je podjetje IMP Armature, d. o. o., poznano kot kvaliteten proizvajalec industrijskih armatur. Proizvodni program obsega industrijske armature za sisteme s pitno in industrijsko vodo, za potrebe podjetij s področja živilskopredelovalne industrije, ladjedelništva, ogrevalne tehnike in protipožarnih sistemov ter za vrsto drugih namenov. Kvaliteta armatur izhaja iz več kot štiridesetletne tradicije in bogatih izkušenj lastnega razvoja. Glavni cilj podjetja IMP Armature je še nadaljnje izboljšanje kakovosti izdelkov ter storitev. Stalno investirajo v nove tehnologije tako na področju inovacij in razvoja kot v proizvodnji in organizaciji delovnih procesov.

Podjetje IMP Armature je že pred leti začelo uvajati koncept vitke proizvodnje (LEAN), ki je osnova za uspešno digitalizacijo, kajti digitalizacija lahko povzroči več nevšečnosti kot koristi, če digitaliziramo tudi izgube podjetja zaradi slabo organiziranih procesov. Podjetje je implementiralo tudi pametne tehnologije (sistem ERP - Enterprise Resource Planning, povezan z delovnimi mesti in procesi za spremljanje DN-jev in kakovosti, ki ga nadzira globalni digitalni dvojček). Sedaj načrtuje izboljšavo procesov in implementacijo načel industrije 4.0 s poudarkom na postavitvi dodatnih IT-komunikacijskih povezav za izmenjavo podatkov med stroji, procesi, montažo in logistiko za lokalno vodenje

Dr. Miha Pipan, univ. dipl. inž., **prof. dr. Niko Herakovič**, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo; **Marjan Kelvišar**, univ. dipl. inž., **Simon Strnad**, univ. dipl. inž., oba IMP Armature, d. o. o., Ivančna Gorica

procesov z uporabo lokalnih digitalnih dvojčkov. Razviti koncept celice za peskanje bo deloval kot primer vpeljave koncepta pametne tovarne za vse ostale proizvodne procese, sinhronizacijo podatkov in vodenje procesov z digitalnimi dvojčki.

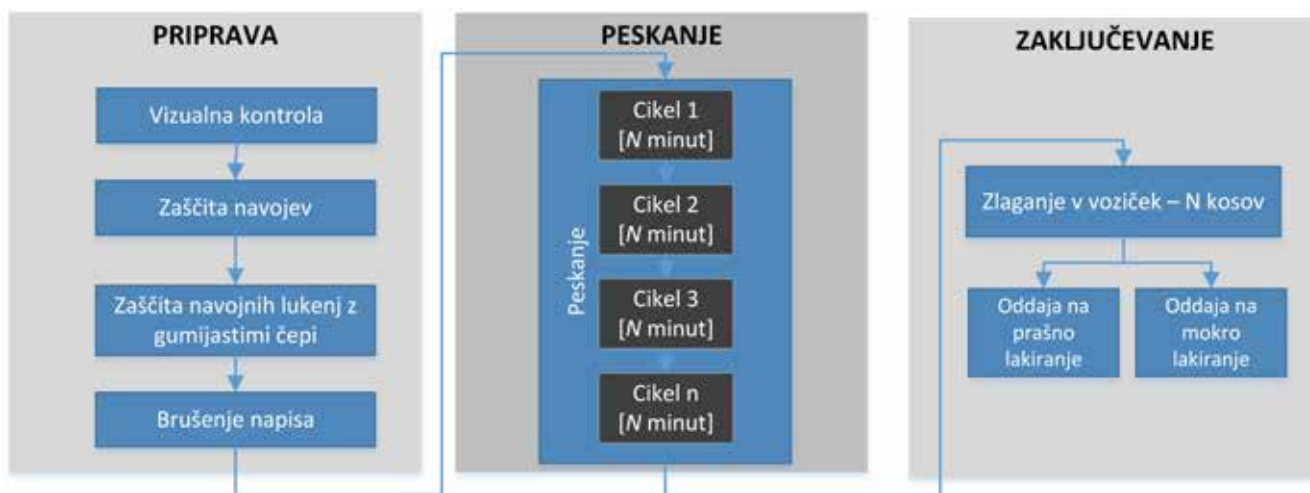
Razvoj koncepta

Peskalna celica je bila kot pilotni projekt izbrana zato, ker predstavlja ozko grlo v celotnem proizvodnem procesu. Razvoj koncepta smo izvedli v treh delih (popis trenutnega stanja, izdelava načrta digitalizacije in razvoj lokalnega digitalnega dvojčka), kjer je bilo ključno sodelovanje zunanjih strokovnjakov za pametne tovarne skupaj z vsemi deležniki iz podjetja, ki so vključeni v ta proces. S tem namenom je bilo v podjetju izvedenih veliko delavnic, na katerih so sodelovali različni strokovnjaki iz podjetja, ki so direktno ali indirektno povezani s procesom peskanja). Na delavnicah smo izvajali popise in snemanje procesa peskanja, analizo ERP-sistema itd.

Analiza trenutnega stanja

Eden glavnih korakov je analiza trenutnega stanja, saj samo v primeru natančno izvedene analize stanja lahko točno določiš postopek vpeljave novih tehnologij in se s tem izogneš kasnejšim težavam, kjer lahko pride do točke, kjer zaradi nepoznavanja trenutnega stanja postane vpeljava koncepta otežena ali celo nemogoča (primer: slabo poznavanje podatkov ERP-sistema in načina komunikacije z njim) [1].

Prve delavnice so bile usmerjene v grobo analizo procesa peskanja, analizo povezav z ostalimi deli proizvodnje in nato detajlno analizo procesa pe-



Slika 1 : Proces peskanja, opisan glede na strukturo podatkov v ERP-sistemu

skanja. Proces peskanja se v podjetju IMP Armature izvaja za procesom strojne obdelave in pred procesom barvanja in je kritičen za doseganje zahtevane kvalitete izdelka (barve in funkcionalnosti). Za popis stanja smo izvedli analizo naslednjih podatkov [2]:

- ▶ Analiza tolorisa proizvodnje, pri kateri smo popisali lokacijo peskalne celice, vse vhode in izhode iz nje (podatki (naročila), materiali, orodja, človeški viri, ...) in povezavo teh vhodov in izhodov z ostalimi procesi v podjetju.
- ▶ Analiza podatkov ERP-sistema, ki so vezani na proces peskanja, pri kateri smo glede na rezultate izdelali blokovni diagram procesa (slika 1). Sam proces je bil v ERP-sistemu vse do procesa popravil dobro popisani in časovno ovrednoten, medtem ko so bili podatki o popravilih (frekvenca in čas trajanja) netočni in je zaradi njih prihajalo do odstopanja med normiranim časom posameznih delovnih nalogov in dejanskim časom.
- ▶ Analiza in izdelava natančnega popisa vseh elementarnih operacij in odločitvenih dreves (popis z blokovnimi diagrami), ki se izvedejo v peskalni celici. Ugotovili smo, da je proces peskanja veliko bolj kompleksen, kot je definiran v ERP-sistemu. Kot je razvidno na *sliki 1*, se proces peskanja deli na naslednje tri glavne dele: priprava, peskanje in zaključevanje. Po končanem natančnem popisu procesa na delavnicah in fizičnem ogledu procesa peskanja smo dobili strukturo, ki je sestavljena iz sedmih glavnih delov: predpriprava, priprava stroja 1, priprava stroja 2, peskanje stroj 1, peskanje stroj 2, kontrola, zaključevanje. Vsak posamezen del smo v blokovnih diagramih popisali do nivoja elementarnih operacij.

- ▶ Analiza stanja digitalizacije peskalnice, s katero smo analizirali delovno mesto za pripravo, vse 3 stroje za peskanje in dve delovni mesti za izvajanje popravil. Vsak sistem smo fizično pregledali in ugotovili, da so vsi krmilniki analogni (stroji za peskanje), medtem ko se MES-sistem uporablja za potrjevanje delovnih nalogov in vpis izmeta.

Izdelava načrta digitalizacije

Glede na podatke trenutnega stanja peskalnice in strukturo podjetja smo najprej razvili grobi koncept povezljivosti med peskalnico (vsemi stroji in



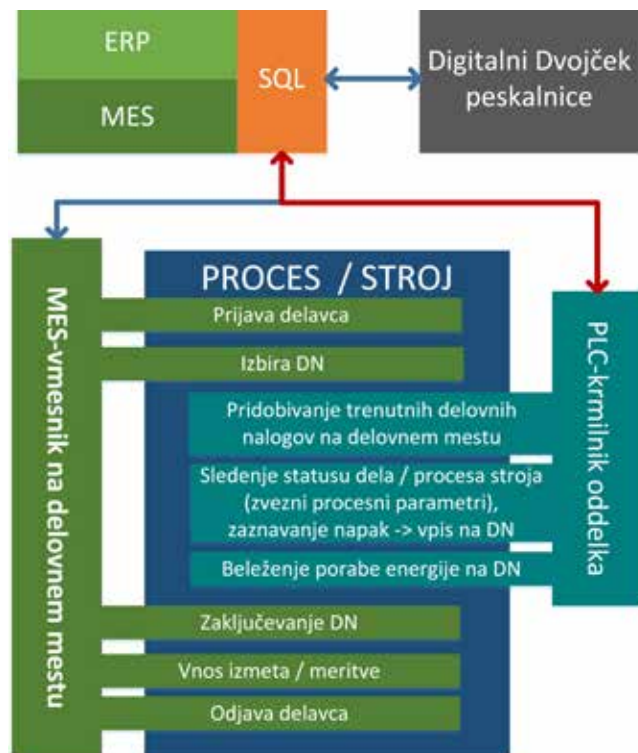
Slika 2 : Razviti koncept globalne povezljivosti peskalne celice z ERP-sistemom in digitalnim dvojčkom

delovnimi mesti), digitalnim dvojčkom peskalnice in obstoječim ERP-sistemom [3]. Koncept bazira na integraciji IIoT-naprav za spremljanje procesov (zajem procesnih parametrov) in podatkov, potrebnih za vodenje in spremljanje delavca na delovnih mestih (priprava, obešala in popravilo) preko grafičnega vmesnika. Koncept globalne povezljivosti je prikazan na *sliki 2*. V sklopu koncepta smo tako določili glavne gradnike in komunikacijske protokole, ki bodo skrbeli za izmenjavo podatkov med temi gradniki.

Sledil je razvoj natančnega načrta digitalizacije peskalne celice. V tem delu smo določili, katere podatke se bo v peskalnici pridobilo iz ERP-sistema in digitalnega dvojčka (plan proizvodnje), kako bomo izvedli prijavo delavca na delovno mesto in vodenje delavca po dnevnem planu, spremljanje procesov med izvajanjem in beleženje časov operacij ter količine izmeta. S tem namenom smo razvili več konceptov skupaj strokovnjaki podjetja in skrbnik ERP-sistema ter izbrali najbolj primerne glede na IT-strukturo podjetja.

Prav tako smo definirali potrebno tehnično opremo (moduli), povezave med moduli (IIoT, sistemom ERP in digitalnim dvojčkom) ter način, kako na delovnem mestu prikazati stanje procesov in parametrov (*slika 3*)[4]:

- ▶ PLC za zbiranje podatkov o procesih peskanja in popravih procesov preko analognih krmilni-



Slika 3 : Shema dosega povezljivosti med posameznimi deli peskalnice, ERP-sistemom in digitalnim dvojčkom

kov;

- ▶ vodenje in sledenje delavcem in pregled procesov preko grafičnega vmesnika;
- ▶ definicija povezav med sistemi – komunikacijski protokoli glede na izbrane komponente;
- ▶ natančna definicija vseh podatkov (format, dolžina, frekvenca osveževanja, lokacija shranjevanja, ...).

Razvoj digitalnega dvojčka

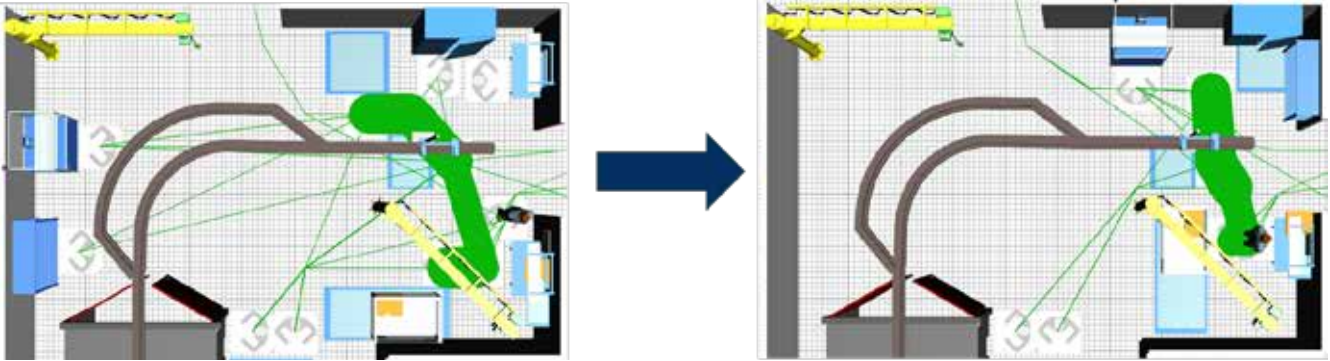
Po končanem razvoju koncepta digitalizacije smo za potrebe izdelave digitalnega dvojčka izvedli dodatne analize peskalnice:

- ▶ izbira reprezentativnih izdelkov, s pomočjo katerih se je digitalni dvojček zgradil in validiral;
- ▶ analiza izdelane shematske prezentacije procesa peskanja in časovno vrednotenje posameznih elementarnih operacij (časovno vrednotenje operacij se je izvedlo glede na zgodovinske podatke iz sistema EOP in merjenje časa posameznih operacij, ki še niso časovno ovrednotene);
- ▶ dodaten popis načina dela priprave, nameščanja na obešala, popravila in embalaranja, saj so vsi procesi specifični glede na dimenzijo, težo in vrsto izdelka;
- ▶ definicija vhodnih in izhodnih podatkov za digitalnega dvojčka, ki bodo omogočile izvajanje »kaj, če« scenarijev za optimizacijo proizvodnega procesa in kasnejše vodenje procesov.



Slika 4 : Definirani vhodni in izhodni podatki in digitalni dvojček peskalnice

Glede na določene vhodne in izhodne podatke, natančno popisane procese in definirane reprezentativne izdelke smo izdelali lokalnega digitalnega dvojčka peskalnice v programskem orodju Siemens Plant Simulation. Velik del razvoja digitalnega dvojčka je predstavljalo programiranje dodatne logike podprocesov (obešala, statistika popravil, lokacija virov, ...). Glede na zgodovinske podatke delovnih nalogov o trajanju izbranih reprezentativnih izdelkov smo digitalnega dvojčka tudi validirali.



Slika 5 : Zmanjševanje portreta z optimizacijo lokacij delovnih mest v digitalnem dvojčku peskalnice

Uporaba digitalnega dvojčka za optimizacijo in vodenje procesa

Razviti digitalni dvojček smo uporabili pri izvajanju »kaj, če« scenarijev za optimizacijo procesov peskanja in organizacijo dela s ciljem povečanja pretočnosti in zmanjšanja porabe energije. Prav tako smo ga uporabili tudi za izračun vpliva reorganizacije tlorisa, združevanje izdelkov za peskanje in digitalizacijo vodenja delavcev na pretočnost peskalnice. Rezultate »kaj, če« scenarijev in optimizirane produktivnosti celic za peskanje smo izračunali glede na izbrane reprezentativne izdelke.

Glede na izvedene »kaj, če« scenarije smo izračunali, da z implementacijo digitalizacije in digitalnega dvojčka za vodenje proizvodnje lahko dosežemo naslednje izboljšave:

- ▶ 17,5-odstotna povečana kapaciteta/skrajšan čas izdelave z digitaliziranim vodenjem delavcev, napredno planiranje z DD ter optimizacijo tlorisa;
- ▶ 25,7-odstotna zmanjšana poraba energije z optimizacijo obešal (združevanje delovnih nalogov), digitalni agenti za združevanje delovnih nalogov.

Optimizacija in balansiranje procesov celice za peskanje (popravila in embaliranje predstavljata ozko grlo):

- ▶ povečava kapacitete z balansiranjem dela za 36 %, če delo izvajata 2 delavca (delavec 1, obremenjen 98-odstotno, in delavec 2, obremenjen 48,5-odstotno);
- ▶ povečava kapacitete za 54,6 % s prestavitvijo delovnih mest za popravila in embaliranje.

Zaključek

V sklopu razvoja koncepta pametne celice za peskanje smo z uspešnim sodelovanjem zaposlenih iz posameznih oddelkov podjetja IMP Armature in strokovnjakov za digitalizacijo laboratorija LA-SIM postavili pravila, kako po posameznih oddelkih podjetja uvesti digitalizacijo in lokalne digitalne dvojčke:

- ▶ spremljanje in vodenje vseh procesov delovnih mest z IIoT-tehnologijo in sinhronizacija podatkov med IIoT-enotami, ERP-sistemom ter digitalnim dvojčkom in
- ▶ način razvoja digitalnega dvojčka za optimizacijo in vodenje proizvodnje.

Viri

- [1] I. Krakovskaya and J. Korokoshko, "Assessment of the readiness of industrial enterprises for automation and digitalization of business processes," *Electron.*, vol. 10, no. 21, 2021.
- [2] K. Demeter, D. Losonci, and B.-G. Racz, "Assessing Industry 4.0 readiness: a multi-country industry level analysis -DESI," vol. 0, no. May 2020, pp. 0-10, 2018.
- [3] A. Amaral and P. Peças, "SMEs and Industry 4.0: Two case studies of digitalization for a smoother integration," *Comput. Ind.*, vol. 125, 2021.
- [4] F. Zedulka, P. Marcon, Z. Bradac, J. Arm, T. Benesl, and I. Vesely, "Communication Systems for Industry 4.0 and the IIoT," *IFAC-Papers onLine*, vol. 51, no. 6, pp. 150-155, 2018.

PARALELNO PRIJEMALO HPPF – UČINKOVITOST PO NIZKI CENI

Kompaktna, nizke višine, stroškovno dostopna in učinkovita vzporedna prijemala HPPF so zasnovana za zmogljivo delovanje. Dolga življenjska doba in visoka natančnost ponavljanja sta rezultat integriranega krogelnega vodila, ki ne potrebuje vzdrževanja, in čvrste zasnove. Zmanjšana vsebnost bakra, cinka in niklja je le ena od lastnosti, zaradi katerih so idealna za uporabo v elektronski industriji, v specialni strojogradnji in proizvodnji baterij. Ali preprosto: povsod, kjer je potrebna izjemno nizka višina.

Prijemalna tehnologija za dolgo življenjsko dobo!

Zaradi giba do 80 mm, skupne sile prijemanja do 377 N in togosti, ki je rezultat naprednega dizajna, lahko vzporedno prijemalo prenaša tudi velike obdelovance. Prijemanje se lahko izvede znotraj in zunaj obdelovanca. In nenazadnje: visoka natančnost ponovitve prijemanja se ohranja skozi celotno življenjsko dobo prijemala.

Cenovno učinkovite kombinacije

Modul HPPF je vsestranski. Vzporedno prijemalo je na voljo v štirih velikostih, ki jih je mogoče zaradi elastičnega dušenja optimalno prilagoditi velikostim gibov, specifičnim za uporabo. Najmanjši modul HPPF, optimiziran na velikost – tehta le 68 g – je idealen na primer za sestavljanje majhnih delov v elektronski industriji. Induktivni senzorji bližine zagotavljajo stroškovno dostopno, učinkovito in preprosto napravo za zaznavanje položaja. Ker je vsebnost bakra, cinka in niklja nizka, manj kot 1 %, je prijemalo zelo primerno za uporabo v proizvodnji baterij.

Poudarki:

- ▶ idealno: izvedba nizke višine s kompaktno



Moduli HPPF – kompaktni in ravni

- zgradbo,
- ▶ vzdržljivo: integrirano vodilo in robustna oblika,
- ▶ ekonomično: najboljše razmerje med ceno in kakovostjo,
- ▶ kombinacije: številne velikosti in gibi,
- ▶ trajnostno: zmanjšana poraba materialov,
- ▶ brez vzdrževanja.

Vir:

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

Poskrbite da nadebudnemu programerju ne bo dolgčas med poletjem!

Najpopolnejši Arduino KIT



AX elektronika d.o.o.



MODULARNI VALJČNI TRANSPORTERJI

Modularnost, enostavna montaža komponent, dobre tekalne lastnosti, nizka raven hrupa in brez vzdrževanja – to je le nekaj prednosti modularnih valjčnih transporterjev ELEROLL podjetja Eles+Ganter.



Valjčne transporterje ELEROLL® je mogoče enostavno in hitro sestaviti, izdelani pa so v najvišji kakovosti ter primerni za vrsto načinov uporabe, predvsem za dovajanje materialov v sektorjih, kot so strojogradnja, skladiščenje, pakirne linije itd.

Glavne komponente valjčnih transporterjev podjetja Eles+Ganter so valjčni in krogelni elementi, ki omogočajo širok spekter načinov uporabe. Aluminijski profili so primerni tudi za težka bremena. Obliko ohranijo pod visokimi obremenitvami. Mogoče jih je montirati tudi v primerih, ko je na voljo samo točkovna podpora.

Ponudbo izdelkov zaključuje številna dodatna oprema, zavore, omejevalne bočne letve, montažni kotniki itd., ki zagotavljajo funkcionalnost in varnost pri uporabi.

Valjčni transporterji podjetja Eles+Ganter so izdelani iz umetne mase termoplast (poliamid, PA). Ta zagotavlja visoko nosilnost in premikanje težkega materiala. Valjčni transporter-

ji iz umetne mase termoplast (poliuretan TPU) preprečujejo poškodbe občutljivih materialov, npr. stekla ali lesa.

Modularni valjčni transporterji so na voljo tudi z valji z manjšim premerom (\varnothing 14,5 mm namesto 25 mm). So kot nalašč za uporabo pri materialih z majhno maso in velikostjo. Manjši premer valjev pripomore k zmanjšanju vibracij in s tem skrbi tudi za manj hrupa.

Krogelni elementi so izdelani iz umetne mase termoplast (POM) in omogočajo enostavno premikanje v vseh smereh.

Uporabljeni materiali omogočajo tiho delovanje z nizkim trenjem brez podmazovanja.

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

 Armature

WWW.IMP-TA.SI

**VISOKO
KVALITETNE
INDUSTRIJSKE**

armature za pitno
in odpadno vodo



**USMERJAMO
TOKOVE**

KONEC SEPTEMBRA DNEVI STROJNIŠTVA V TMS

Dnevi strojništva v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri pri Vrhniki bodo letos potekali **od 27. do 30. septembra**, ko bo program namenjen predvsem šolskim skupinam, ter 2. oktobra, ko bodo vrata odprta za zainteresirano javnost.

Na že tradicionalnih Dnevih strojništva bodo sodelavci Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani obiskovalcem približali možnosti in priložnosti za udejstvovanje pri ustvarjalnem in inovativnem premagovanju izzivov prihodnosti ter jim ponudili vpogled v neomejen svet inženirskega ustvarjanja.

Predstavljeni bodo izjemni projekti, ki so nastali kot plod dela študentov in raziskovalcev na Fakulteti

dnevi STROJNIŠTVA

za strojništvo Univerze v Ljubljani. Obiskovalci pa bodo lahko tudi sodelovali pri različnih eksperimentih, ki predstavljajo zgolj drobec poglobljenega raziskovanja, s katerim se ukvarjajo na fakulteti.

www.fs.uni-lj.si

Ponujamo vam vrhunsko tehniko in prave strokovnjake,
za vse vaše zahteve na področju hidravlike, pnevmatike in linearne tehnike.



LA&CO

Certified Excellence
rexroth
A Bosch Company

LA&CO, d.o.o.,
Limbuška cesta 2,
2341 Limbuš
www.la-co.si,
info@la-co.si,
02 42 92 660

Sinergija premikanja. Hidravlika. Pnevmatika. Linearna tehnika.



SESALNE GUME BGX PROIZVAJALCA PIAB

Sesalne gume BGX dopolnjujejo portfolij naših sesalnih gum, primernih za rokovanje z vrečami, še posebej za tanke in velike vreče.



Sesalne gume BGX



Sesalne gume BGX v aplikacijah

Sesalne gume BGX zagotavljajo odličen oprijem na zahtevnih površinah vreč. Izdelane so iz modrega silikona, ki sta ga za direkten kontakt s hrano in za nizko- in visokotemperaturne aplikacije odobrila ameriški vladni urad za prehrano in zdravila (FDA) in EU.

Izvedba ustnic daje neverjetno sposobnost tesnjenja že pri nizkem nivoju vakuuma. Izdelane so v enem kosu z dvema mehoma, zato sesalne gume enostavno, zanesljivo in varno prijemajo vreče različnih velikosti pri hitrih in srednje hitrih robotskih aplikacijah.

Sesalne gume BGX so dobavljive v treh premerih, in sicer 34, 41 in 48 mm. Izbirati je mogoče tudi med šestimi različnimi priključki iz aluminija, ki se togo pritrjujejo na robusten vrat sesalnih gum.

Edinstvene lastnosti sesalnih gum BGX:

- ▶ izdelane so iz modrega silikona, ki sta ga odobrila ameriški vladni urad za prehrano in zdravila (FDA) in EU;
- ▶ primerne za nizko- in visokotemperaturne aplikacije;
- ▶ primerne za srednje hitre in hitre robotske aplikacije;
- ▶ tanke ustnice zelo dobro tesnijo pri nizkem nivoju vakuuma;
- ▶ enostavna vgradnja robustnih priključkov, mogoča izbira med šestimi različnimi priključki;
- ▶ izvedba z več mehi za kompenzacijo višinskih razlik;
- ▶ robustna izvedba sesalne gume v enem kosu.

Vir:

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

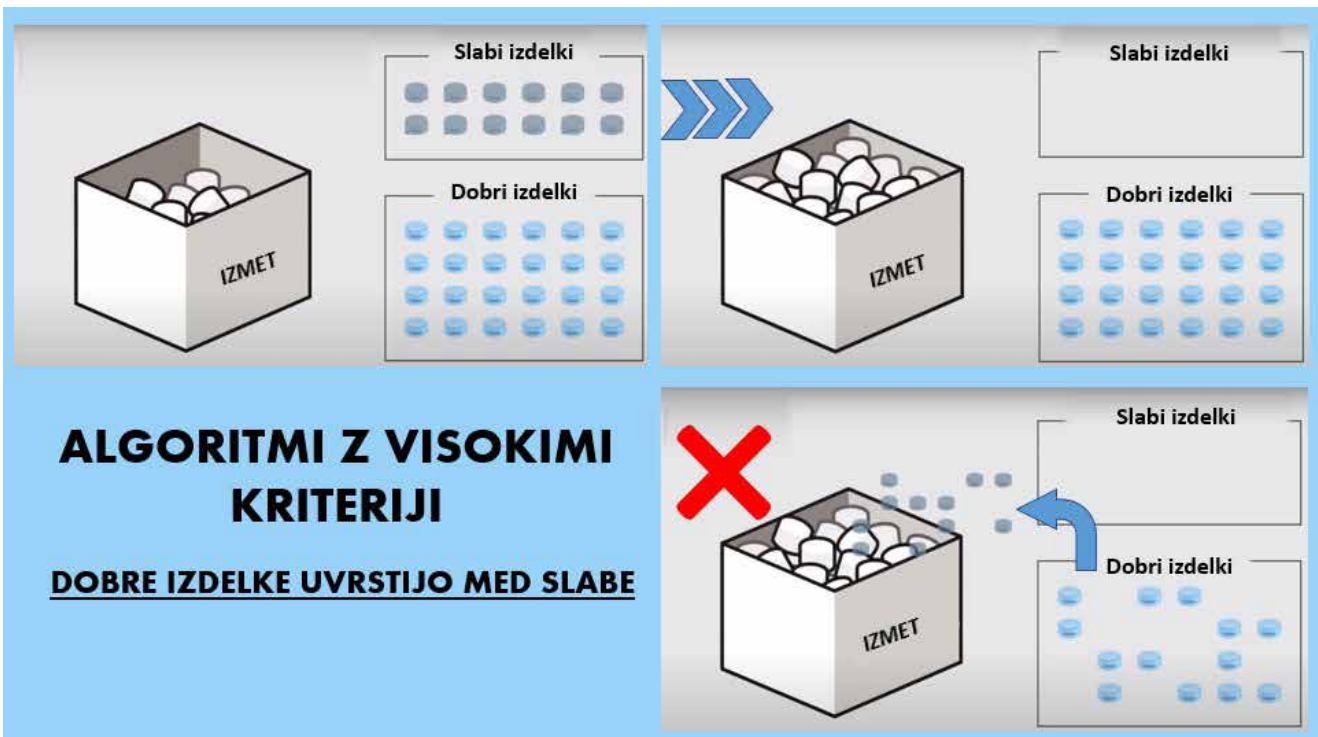
14.-16.2.2023

ICM **INTRONIKA** **Robotics**

GR, Ljubljana, Slovenija
www.icm.si

KONČNA KONTROLA IZDELKOV S SISTEMOM STROJNEGA VIDA OMRON SERIJE FH Z VGRAJENIMI ALGORITMI UMETNE INTELIGENCE

V proizvodnih procesih nenehno stremimo k avtomatizaciji končne kontrole izdelkov, ki pa zaradi potrebne zanesljivosti delovanja predstavlja velik izziv predvsem za odgovorne v kakovosti.



Prikaz problematike t. i. »Over detection«

Sodobni sistemi strojnega vida uporabljajo algoritme s strogimi merili, ki preprečijo prehod slabih izdelkov v proizvodnem procesu. Ti algoritmi v veliki meri povzročajo t. i. problem »Over detection«, ki tudi dobre izdelke prepoznajo kot slabe. Za stabilno delovanje takšnega sistema so potrebne prilagoditve algoritmov s strani programerjev, kar pa v veliki meri vpliva na povišanje stroškov razvoja tovrstne aplikacije.

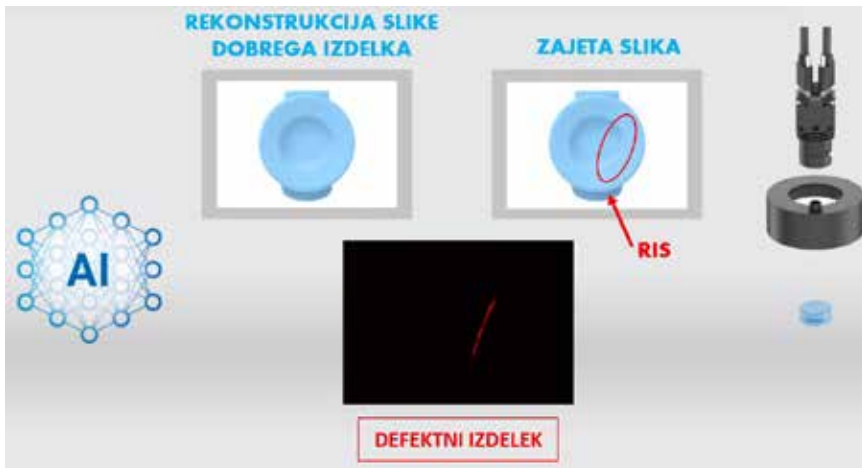


AI-algorem s finim ujemanjem

Pri OMRON-u rešujemo tovrstno problematiko z uporabo zmogljivih kamernih sistemov in z vgrajenimi algoritmi umetne inteligence, ki skupaj tvorijo naj-

boljšo kombinacijo natančnosti, hitrosti obdelave slike in ceno takšnega sistema. FH-sistem strojnega vida z uporabo umetne inteligence (AI) reproducira

človeško natančnost in izkušnje, hkrati pa drastično zmanjša celoten proces potrebnega programiranja.



Delovanje AI-algoritma

Struktura običajnega programa končne kontrole s sistemom strojnega vida je sestavljena iz več algoritmov, ki zahtevajo

ustrezno znanje in izkušnje programerjev. Z uporabo t. i. algoritma AI Fine Matching je možno zanesljivo zaznavati majhne madeže, neravnine, odrgnine, praske, majhne defekte idr. z enim samim algoritmom. Uporaba tega algoritma bistveno zmanjša čas za razvoj aplikativnega programa za končno kontrolo izdelkov.

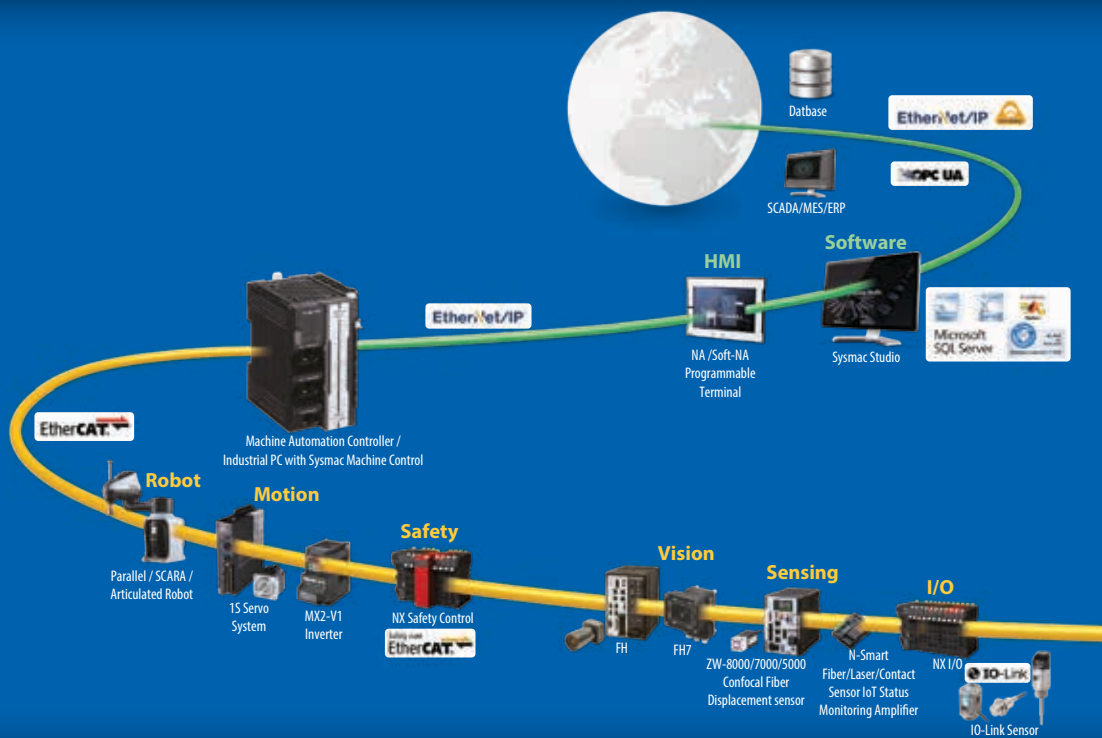
Vir:

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

MIEL[®]

Za višjo produktivnost.

OMRON



VISOKO NATANČNA VODILA

Za natančno, tiho in dinamično linearno premikanje so vodila s tekalnimi kolesci nepogrešljiva. Za posebne primere uporabe je podjetje Elesa+Ganter svoj modularni sistem zdaj preneslo na izvedbo iz nerjavečega jekla.

Na novo se jim pridružuje izvedba iz nerjavečega jekla v obeh najpomembnejših višinah tirnic: 30 in 45 milimetrov. Te tirnice so sestavljene iz posameznih komponent, ki so natančno prilagojene druga drugi: iz tirnic GN 2492, ujemajočih se valjčnih drsnikov GN 2494 ter posebej dobavljivih čistilnih strgalnikov iz TPU in posameznih kolesc s tremi različnimi vrstami izvrtin. Tirnica, izdelana po postopku valjanja, je izjemno stabilna, vgraditi pa jo je mogoče v skladu z običajno predlogo za vrtanje – in to do dolžine tirnice 2480 milimetrov. Kompaktni valjčni drsniki varno drsijo v tirnici v obliki črke C, preko srednjega kolesca pa je mogoče nastaviti navpično zračnost, kot je običajno pri izdelkih Elesa+Ganter. Kroglični ležaji kolesc so zatesnjeni, trajno podmazani in skladni z zahtevami FDA (kar lahko prepoznate po modrih tesnilih). Zato je ta vodila s tekalnimi kolesci mogoče uporabljati tudi v korozivnih okoljih in tudi tam, kjer se je treba držati strogih higienskih zahtev.

Prav tako lahko individualno vgradite vodila s tekalnimi kolesci serije GN 2422. Tirnice GN 2422 v obliki črke C so na voljo v štirih višinah. Izdelane pa so iz neupogljivega pocinkanega, kaljenega in brušenega jekla. Ujemajoči se valjčni drsniki GN 2424 so na voljo v treh izvedbah z nastavljivim srednjim kolescem, pri čemer so vsa kolesca in strgalniki na voljo posamezno. Strgalniki, ki so nameščeni na valjčnih drsnikih, pri vsakem premiku odstranjujejo umaznino iz tirnic in tako ohranjajo gibljivost.

Poleg teh vodil s tekalnimi kolesci, ki so zelo odporna, ima Elesa+Ganter seveda v ponudbi tudi preprostejše različice, ki zadostujejo za standardno uporabo. GN 1490 je na voljo v dveh višinah kot celoten komplet iz tirnice in vodila – iz pocinkanega ali nerjavečega jekla. Zaradi rahlo večje dimenzi-



Vodila s tekalnimi kolesci

je kolesc tečejo vozički v C-profilih brez prostega hoda, gladko in natančno. K temu pripomorejo tudi trajno podmazani in protiprašno zatesnjeni ležaji.

S temi tremi serijami nudi Elesa+Ganter rešitve, prilagojene za vse zahteve glede kakovosti in stroškov.

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

OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana202, 219
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....219
- ▶ ELESAGANTER GmbH, Brunn am Gebirge, Austria.....197
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin.....157, 224
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj.....216
- ▶ HIWIN GmbH, Offenburg, Nemčija213
- ▶ ICM, d. o. o., Vojnik205, 223
- ▶ IMP Armature, d. o. o., Ivančna Gorica..... 203
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi.....211
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana212
- ▶ La & Co., d. o. o., Limbuš 204
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje..... 157, 207
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....169
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana.....157, 222
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o., Trzin 157
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.), Novo mesto..... 157
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o., Žiri.....157, 158
- ▶ PODJETJE TRG, d. o. o., Ljubljana..... 163
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana 157, 160
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....174
- ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana157
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana177
- ▶ UL, Fakulteta za strojništvo 210

NOV SISTEM ZA MERJENJE DOLŽINE

MPI-R10-RF Z MAGNETNIM SENZORJEM IN RADIJSKIM PRENOSOM PODATKOV

Že leta je prednostni cilj podjetja Eles+Ganter zagotoviti konkretne rešitve za izzive v različnih panogah.

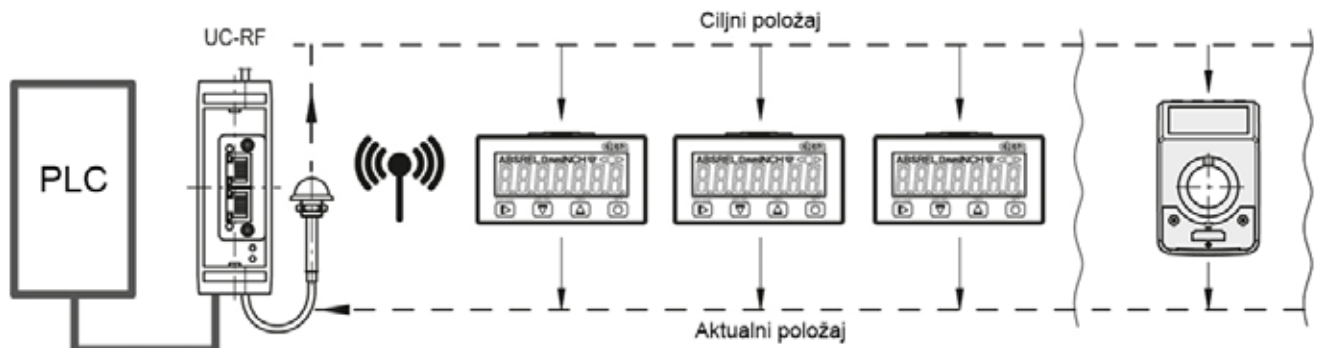
Ponudbo sistemov za merjenje dolžine z magnetnim senzorjem za merjenje dolžin in kotov smo pred kratkim dopolnili z novo standardno izvedbo z radijskim prenosom podatkov.



MPI-R10-RF

Merilni sistemi MPI-R10-RF komunicirajo po radijski frekvenci (RF) s krmilno enoto UC-RF in tako tvorijo brezžični sistem za hitro postavljanje delov stroja ali večosne meritve. Med posameznimi prikazovalniki položaja in krmilno enoto tako niso več potrebni dragi kabli.

Krmilna enota UC-RF je opremljena s standardnim vmesnikom za standardne sisteme industrijskih povezovalnih protokolov za krmiljenje PLC.



Namestitev sistema je hitra in enostavna, saj niso potrebni kabli med krmilno enoto in prikazovalniki položaja

Po zaslugi posebnega spenjalnega sistema (patent ELESA) se novi merilni sistem (povezan s posebnim senzorjem FC-MPI in magnetnim trakom M-BAND-10) odlikuje po izjemno enostavni montaži in demontaži. Vijaki tako niso potrebni. Številne nastavitvene možnosti na zaslonu omogočajo enostavno in vsestransko prilagoditev za najrazličnejše merilne in rezalne stroje.

Magnetni senzor FC-MPI je na voljo v različnih dolžinah. Montaža s sponko olajša namestitev na prikazovalni zaslon. Senzor se pomika vzdolž magnetnega traku M-BAND. To omogoča natančno usmeritev in postavitve ter zmanjša število nastavitvenih procesov na minimum.

Le ta omogoča izmenjavo podatkov med največ 36 merilnimi sistemi MPI-R10-RF. Različne ciljne položaje je tako mogoče prikazati na enem samem zaslonu, pa tudi preko krmiljenja PLC. S tem je zagotovljen popoln nadzor vseh položajev stroja.

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

NOVO TRIČELJUSTNO PRIJEMALO SERIJE HRC-07 ZA SODELOVALNE ROBOTE

Proizvajalec ZIMMER GROUP je nadgradil in razširil svojo serijo prijemal HRC za sodelovalne robote.



Prijemalo HRC-07

HRC-07 je tričeljustno koncentrično prijemalo, ki je bilo posebej razvito za sodelovanje človek-robot.

Prsti prijemala so poljubno nastavljivi, kar omogoča fleksibilno nastavitve hoda glede na obdelovanec. Prijemalo zazna, da ni prijema obdelovanca oziroma da je ta slab. Sila prijemanja je nastavljiva v štirih fazah in obdelovanec kljub izpadu energije ostane v varnem prijemu prijemala.

Prednosti prijemala HRC-07:

- ▶ razvito v skladu s priporočili BG/DGUV,
- ▶ certificirano s strani BG/DGUV,
- ▶ zaznava prisotnost obdelovanca čez celotni hod,
- ▶ brezkrtačna tehnologija,
- ▶ samozapiralni mehanizem za varno rokovanje tudi ob izpadu energije,
- ▶ IO-link,
- ▶ nastavljiva sila prijemanja.

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

SCtrain | SUPERCOMPUTING
KNOWLEDGE
PARTNERSHIP

SCtrain training week

HPC IN ENGINEERING: Focus on Computational Fluid Dynamics

Bologna, ITALY
September 12 - 16, 2022

All travel and accommodation costs will be fully covered for the selected participants.

Gained skills:

- Working with a HPC cluster,
- Theoretical background of the Computational Fluid-Mechanics,
- Discretization techniques of the Navier-Stokes equations (Finite Volume, Finite Element),

Apply
here ↘



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



VSB TECHNICAL
UNIVERSITY
OF OSTRAVA

CINECA



PIAB: NOVO PRIJEMALO CPT (COBOT PALLETIZING TOOL) OMOGOČA IZDAJO VEČ PALET NA DAN

E-trgovine zahtevajo vedno hitrejše izdaje produktov. Novo variabilno prijemalo CPT proizvajalca PIAB omogoča istočasno rokovanje sodelovalnih robotov z večjim številom kartonov v enem ciklu pri zelo visoki hitrosti. S tem bo na dnevni bazi pripravljenih za odpošiljanje več palet.



Slika 1: Prijemalo CPT (Cobot Palletizing Tool)

Prijemalo CPT je pametno in kompaktno sodelovalno prijemalo, ki omogoča uporabniku izdajo večjega števila produktov v istem času. Ima večjo consko prijemalno površino za dvig več škatel različnih oblik v istem ciklu. Majhna teža ohišja in ventili piSMART® omogočajo maksimalno potrebno hitrost delovanja. Obraba robota je močno zmanjšanja, kar vodi do daljše življenjske dobe.

Prijemalo CPT je sestavljeno iz črpalne enote in sesalne plošče, ki prijema kartone. V primeru potrebe po drugačni konfiguraciji se mora zamenjati samo

sesalna plošča. To zmanjša stroške in zagotavlja visoko fleksibilnost.

Ventil piSMART®, ki je s svojim IO-Linkom v skladu z industrijo 4.0, omogoča preventivno vzdrževanje za zagotavljanje nemotenega delovanja brez nezaželenih prekinitev. Prijemalo je opremljeno z najnovejšo COAX® tehnologijo ustvarjanja vakuuma, poraba zraka je minimalna in zagotovljeno je varno dvigovanje pri maksimalni obremenitvi.

Edinstvene prednosti za uporabnika:

- ▶ večje število izdanih palet na dan zaradi variabilnih con prijemanja večjega števila kartonov,
- ▶ daljša življenjska doba sodelovalnega robota zaradi manjšega števila potrebnih gibov in majhne teže prijemala,
- ▶ s samo enim prijemalom se lahko rokuje s škatlami različnih velikosti.

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@inoteh.si, internet: www.inoteh.si



Vitka proizvodnja.

item. Your ideas are worth it.®

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

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

PIAB JE LANSIRAL SERIJO EJEKTORJEV VACUPLUS ZA APLIKACIJE NIZKEGA DO SREDNJEGA DOSEGA

Izdelki v našem portfelju Vacuplus dopolnjujejo naše ejektorje s ponudbo, ki je razvita na podlagi 70 let dela in izkušenj v vakuumski avtomatizaciji. V tej seriji obstajajo različne konfiguracije ejektorjev:

- ▶ Vacuplus MINI,
- ▶ Vacuplus MINI Slim,
- ▶ Vacuplus MIDI,
- ▶ Vacuplus MIDI x2.

Prednosti ejektorjev Vacuplus:

- ▶ majhna in kompaktna velikost,
- ▶ simetrični vakuumski vmesniki zgoraj in spodaj zagotavljajo prilagodljivo namestitvev,
- ▶ patentirana COAX-tehnologija.

Linija ejektorjev Vacuplus je namenjena predvsem logističnim in pakirnim aplikacijam, kot so:

- ▶ pobiranje zabojnikov / naključno pobiranje zabojnikov,
- ▶ postavitve kartonske škatle,
- ▶ prenašanje škatel in zabojnikov,
- ▶ odpiranje in prenašanje različnih vreč,



Serija izdelkov Vacuplus

- ▶ dovajanje in razvrščanje različnih vrst pokrovčkov,
- ▶ označevanje proizvodov in zabojnikov.

Več informacij o vakuumskih prijemalih PIAB dobi-
te pri podjetju INOTEH.

Vir:

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

 **JAKŠA**
MAGNETNI VENTILI

od 1965



www.jaksa.si



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

SAMOZAPORNI VIJAKI – LOCKBOLTS

Samozaporni vijaki – lockbolts – se uporabljajo za trajno in varno pritrnitev dveh delov skupaj tako, da se nikoli ne ločita, tudi ko sta izpostavljena preobremenitvi, dinamični obremenitvi ali vibracijam.



Samozaporni vijaki – lockbolts (levo) in pnevmatsko orodje za montažo samozapornih vijakov (desno)

Prvi samozaporni vijaki so bili razviti po naročilu ameriške mornarice davnega leta 1944, s patentom tudi zaščiteni leta 1950.

Samozaporni vijaki so dvodelni vijaki, sestavljeni iz kovinskega zatiča in obroča. Za montažo samozapornih vijakov je potrebno posebno orodje. Orodje je lahko baterijsko, pnevmatsko ali hidravlično (primerno za večje premere). Samozaporni vijaki imajo lahko navadno ali ugreznjeno glavo, večinoma so iz jekla, aluminija ali nerjavnega jekla.

Samozaporni vijaki nadomeščajo varjenje konstrukcij, saj je hitrost montaže veliko večja kot pri varjenju, prav tako pa je pri montaži samozapornih vijakov dovolj samo vizualen pregled trdnosti, medtem ko se pri zahtevnih varjenih konstrukcijah zahteva pregled z rentgenom. Montaža samozapornih vijakov omogoča tudi spajanje različnih materialov, kar je pri varjenju pogosto ovira.

Glavne prednosti uporabe:

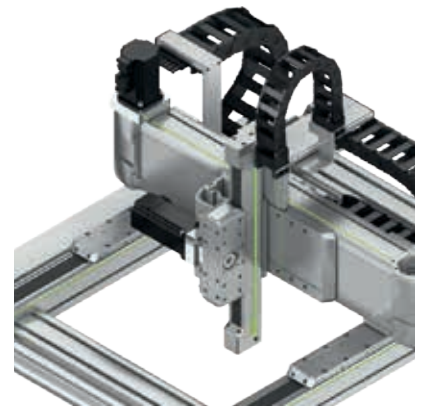
- ▶ zelo visoka natezna in strižna sila,
- ▶ visoka odpornost na vibracije,
- ▶ hitra in enostavna montaža (prihranek časa v primerjavi z vijachenjem in varjenjem),
- ▶ brez poškodb površine,
- ▶ širok razpon oprijema,
- ▶ montaža za vedno.

Samozaporni vijaki se najpogosteje uporabljajo pri:

- ▶ izdelavi kovinskih konstrukcij (mostovi, ograje, nadstreški),
- ▶ izdelavi zabojnikov/kontejnerjev,
- ▶ izdelavi tovornih vozil, avtobusov, priklopnikov,
- ▶ izdelavi tirnih vozil,
- ▶ strojogradnji
- ▶ in drugod.

Vir:

TU-VAL, d. o. o., Breznikova ulica 26, 1230 Domžale, Slovenija, tel: +386 1 729 37 80, mobi: +386 31 679 965, internet; www.tu-val.si, g. Marko Levstek, sales@tu-val.si



Gibanje je naša strast.

Najti pravi in najučinkovitejši način gibanja je naše delo. Izdelujemo in dostavljamo izdelke za pogonsko tehnologijo; od posameznih komponent do mehatriških sistemov. Po vsem svetu.

SISTEMSKI MERILNI KABLI ZA VELIKE OBDELOVALNE CENTRE

Maric Butja

Sodobni proizvajalci strojev in velikih obdelovalnih komponent se v svojih kompleksnih obdelovalnih centrih danes zanašajo na najnovejšo generacijo krmilnih sistemov.



Readychain

Celovita obdelava velikih komponent, kot so dizelski motorji, turbine, generatorji ali ladijski propelerji, zahteva vedno večje ustrezne obdelovalne centre. Pri gradnji velikih obdelovalnih centrov vodilno vlogo predstavlja krmiljenje obdelovalnih strojev. Strojniki se pri izdelavi teh zelo zapletenih naprav vedno zanašajo na najnovejšo generacijo krmiljenja. Podjetje igus je zanje razvilo posebno celostno rešitev s kablom za merilni sistem, ki zanesljivo prenaša signale tudi na zelo velike razdalje in zagotavlja visoko razpoložljivost strojev.

Sistem readychain

Sistem readychain je sestavljen iz energijske verige in visoko fleksibilnih kablov, kot je npr. kabel za merilni sistem CF113.028.D z okroglim konektorjem M23. Gre za vnaprej sestavljen in pripravljen sistem za preskrbo z energijo in signali, ki v proizvodnji strojev in komponent prinaša več prednosti, na primer čas montaže se skrajša do 95 %, kar pomeni krajši čas izpada proizvo-

dnje in s tem zmanjšanje proizvodnih stroškov. Veliko prednost predstavljajo tudi po meri prilagojeni in narejeni izdelki in komponente, ki jih po potrebi lahko razvijejo igusovi inženirji. Obenem pa je nabava takih izdelkov zelo preprosta, saj gre za en sistem in eno številko artikla. Zaradi izvedenih testiranj v igusovem laboratoriju pa pri igusu lahko zagotovijo visoko vzdržljivost sistema in kakovost signala.

Za igusove energijske verige za prenos energije in podatkov na splošno velja, da so zaradi gladkih kontur kablom izredno prijazne verige, ki omogočajo različne vrste gibov. Poleg tega, da so enostavne za montažo in vzdrževanje, jih odlikujejo še majhna teža, modularna zasnova in stabilnost. V primerjavi z drugimi podobnimi verigami so tihe in enostavne za odpiranje, po njih pa so v enem sistemu poleg optičnih vlaken lahko speljane tudi cevi za olje in zrak. Igusove e-verige je enostavno izbrati z brezplačnimi spletnimi konfiguratorji in izračunati njihovo življenjsko dobo, ki temelji na podatkih dolgoletnih testiranj. Igus za e-verige in kable chainflex daje do 36-mesečno garancijo.

Paleta igusovih kablov za e-verige sega od krmilnih kablov, servokablov, motornih in robotskih kablov preko vodilnih kablov, podatkovnih kablov, kablov za kodiranje do kablov iz optičnih vlaken. Pri uporabi v energijskih verigah so kabli izpostavljeni velikim obremenitvam zaradi premikanja in torzije. Obremenitev kabla je močno odvisna od potovalne razdalje in polmera upogiba. Igusovo znanje na tem področju temelji na izkušnjah neštetihih testov v več kot 30 letih. Kabli za merilne sisteme CF113.028.D so primerni za visoko zahtevna okolja. Odlikuje jih skoraj neomejena odpornost na olje, poleg tega pa so primerni za notranjo in zunanjo uporabo brez neposredne sončne svetlobe. Uporabiti jih je mogoče v nepodprtih hodih in za dolžine do 100 m v drsnih aplikacijah.

Pri konektorjih se podjetje igus® zanaša na podjetja, ki so se izkazala s kakovostjo in zanesljivostjo svojih izdelkov. Iz ponudbe Intercontec, Harting, FCT, Binder, Hummel ter Yamaichi so na voljo industrijski konektorji igus®, ki so kos tudi najzahtevnejšim nalogam.

Napajalni konektorji, signalni konektorji in več tisoč ostalih komponent konektorjev – na tak način igus s svojo zalogo industrijskih konektorjev ustvarja vi-

Matic Butja, Hennlich, d. o. o., Kranj



Kabel z okroglim konektorjem

soko razpoložljivost materiala s kratkimi dobavnimi roki. Prednosti igusovih konektorjev so: hitra dostava, visoka razpoložljivost materiala, 100-odstotno preizkušena in uporabna orodja, kot so klešče za stiskanje.

Podjetje igus lahko z gotovostjo izpolnjuje zahteve proizvajalcev strojev pri obdelavi velikih komponent po dolgi življenjski dobi energijskih verig in fleksibilnih kablov pod stalno obremenitvijo v težkih okoljskih pogojih pri obdelavi kovin ter visokih mehanskih, električnih in kemičnih obremenitvah.

Različni testi vnaprej

Da bi lahko ponudili ustrežno rešitev, je pomembno, da kablji in konektorski sklopi nemoteno opravljajo svojo funkcijo. »Prvič, to ne more biti standardni sklop iz kataloga,« je jasen produktni vodja podjetja igus Andreas Muckes. »Šli smo v najmanjše podrobnosti, preden smo kvalificirali ustrežno rešitev.« V našem testnem laboratoriju v Kölnu smo vzpostavili

testne serije, da bi našli optimalno rešitev za povezavo. Kabli so nato šli do uporabnika, ki jih je povezal z originalnim krmilnikom. Tukaj so bile simulirane realne obremenitve stroja, da bi preizkusili primernost najdenega koncepta linije za vsakodnevno uporabo.

Velik trud je na koncu pripeljal do zelenega rezultata: danes merilni kabli chainflex kot tudi ostali kabli v vseh obdelovalnih centrih z novo generacijo krmiljenja kažejo svojo učinkovitost – tudi pri naknadni obnovi starejših strojev. Od vgradnje delujejo brezhibno. Velika prednost pri montaži je, da se kot standardne komponente lahko uporabljajo dobro znani okrogli konektorji M23.

»Rezultati so prepričljivi. Trajnost in kakovost signala sta prava. Skupna dolžina hodov od 90 do 100 m je trenutno mogoča brez težav, vendar se lahko realizirajo tudi 120 m dolgi hodi,« pravi Thomas Bätz. Poleg tega obstaja največ pet priključnih točk. »S to kombinacijo konektor-kabel lahko dosežemo izjemno nizko izgubo signala, velikokrat nižjo od originala proizvajalca krmilja,« dodaja Thomas Bischoff.

Iz zaloge

Sistemske merilne kabli so vedno usklajeni z ustreznim merilnim sistemom različnih ponudnikov. Delati morajo dosledno čim daljše časovno obdobje. »Naše zahteve po robustnosti, vzdržnosti in stabilnosti proti zunanjim vplivom so bile izpolnjene že od samega začetka,« pojasnjuje Thomas Bischoff. »Predpogoj za to je tesno in dobro sodelovanje v razvojnem procesu.«

Na primer Waldrich Coburg v svojih obdelovalnih centrih uporablja samo široko paleto visoko fleksibilnih kablov chainflex, ki zagotavljajo dolgo in nemoteno delovanje stroja. Biti morajo na zalogi. »Tudi



Spletna aplikacija za izbiro verig in kablov ter izračun življenjske dobe

tukaj nismo imeli težav,« zaključuje Thomas Bätz. »Ozka grla se ne pojavljajo, tako da so po potrebi možni hitri odzivni časi.«

Problem

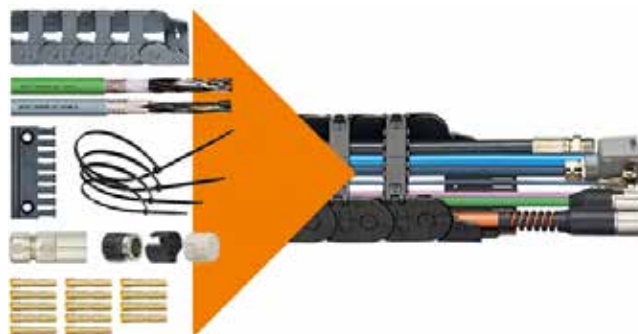
Podjetje Waldrich Coburg GmbH je eno vodilnih svetovnih ponudnikov velikih obdelovalnih strojev. Najvišji standardi kakovosti in dosledna usmerjenost h kupcu so vodilo tega proizvajalca. Na lokaciji Coburg izdelujejo horizontalne in vertikalne rezkalne stroje, navpične stružnice in brusilne stroje.

Stranke podjetja Waldrich Coburg pogosto uporabljajo stroje od 20 do 30 let ali dlje, pri čemer je pogosto potrebna vsaj 95-odstotna razpoložljivost. Zaradi tega morajo vse komponente v vseh okoliščinah delovati brezhibno. Te okoliščine pomenijo tudi posebno visok profil zahtev za napeljavo in vodenje kablov v njihovih aplikacijah.

Poleg tega morajo kabli brez poškodb vzdržati nenehno gibanje v energijskih verigah in včasih težke okolijske pogoje obdelave kovin. Thomas Bischoff: »Kabli in konektorji morajo biti robustni in izpolnjevati mehanske, električne in kemične zahteve. Poleg tega morajo biti pripravljene za hitro vgradnjo v naših proizvodnih prostorih brez kakršnega koli dodatnega orodja. Prav tako smo želeli v največji možni meri uporabiti običajen material kablov in konektorjev, da ne bi imeli poznejših težav pri morebitni menjavi.«

Rešitev

Energijske verige in kabli chainflex iz igusa se že vrsto let uporabljajo v velikih obdelovalnih centrih. V manjših serijah portalnih obdelovalnih centrov so se podjetja že do sedaj zanašala na vnaprej sestavljene komplete verig in kablov, ki se prodajajo pod imenom readychain. Eden od razlogov za to odločitev: stranke proizvajalca uporabljajo stroje več let dlje, kot je bilo pričakovano, in zahtevajo dosledno visoko raven kakovosti in s tem povezane življenjske dobe. »Zaradi tega morajo vse komponente v vseh okoliščinah delovati brezhibno,« pravi vodja skupine,



Deli za readychain: e-verige, kabli, konektorji igus

»najboljše izkušnje pa smo v preteklih letih imeli s kabli chainflex iz igusa.«

Leta 2010 so se pri Waldrich Coburg GmbH odločili za uporabo nove krmilne tehnologije v svojih strojih, sprememba je zahtevala tudi nove kable merilnega sistema. Zaradi dobrih izkušenj v preteklosti je bil izbran verižni kabel CF113.028.D.

Kabli CF113.D imajo ovoj PUR, izboljšano strukturo notranjega jedra in opleta za še daljšo življenjsko dobo. Poleg tega, da je brez halogena in je odporen proti ognju, izpolnjuje druga pomembna merila proizvajalcev obdelovalnih strojev, vključno z odobritvami UL in NFPA79.2012.

»Naše stranke pogosto uporabljajo stroje od 20 do 30 let ali več, pri čemer je pogosto potrebna vsaj 95-odstotna razpoložljivost. Zaradi tega morajo vse komponente v vseh okoliščinah delovati brezhibno. In tu smo imeli v preteklih letih najboljše izkušnje z igusovimi kabli chainflex,« je dodal dipl. inž. Thomas Bätz, vodja skupine za električno načrtovanje pri Waldrich Coburg GmbH.

V podjetju HENNLICH vam kot uradni zastopniki podjetja igus v Sloveniji svetujemo in nudimo pomoč pri izbiri ustreznega sistema. Opravimo tudi ogled vašega sistema in priporočimo izboljšave. Če so odločite za komponente in sisteme igus, izvedemo montažo sistemov v vašem obratu. Za več informacij mi pišite na butja@hennlich.si ali me pokličite na 041 386 035.



Potopne črpalke HOMA MXS

za odplake in odpadne vode

- višina prečrpavanja 4,8 - 68,8 m
- pretok 20 - 1100 l/s
- za velikost delcev 80 - 200 mm
- priklopi DN80 - DN500

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



HENNLICH

Pokličite nas:
041 386 003



www.hennlich.si

© Ventil 28(2022)3. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 28(2022)3. Printed in Slovenia. All rights reserved.

Internet: <http://www.revija-ventil.si>
E-mail: 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 28
Year Letnica 2022
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, 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
- ▶ izr. prof. dr. Jože RITONJA, FERI Maribor
- ▶ prof. dr. Katarina SCHMITZ, RWTH Aachen, ZR Nemčija
- ▶ prof. dr. Riko ŠAFARIČ, FERI Maribor
- ▶ Janez ŠKRLEC, inž., Razvojno raziskovalna dejavnost, Zg. Poljskava
- ▶ 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: 1.000 izvodov
Cena: 5,00 EUR – letna naročnina 30,00 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.

OMRON A2W-SISTEM BREŽIČNIH TIPK ZA INDUSTRIJO IN LOGISTIKO

Prihodnost je v povezovanju

A2W-sistem brezžičnih tipk predstavlja naslednji logičen korak pri integraciji stikalnih naprav v mrežo industrijskih podatkov. Prilagojene brezžične rešitve nudijo nove možnosti na področju izmenjave podatkov, povezujejo operaterje s stroji in procesi ter tako omogočajo enostavno, fleksibilno in učinkovito upravljanje.

Vzdrževanje in zanesljivost

Tehnična zasnova omogoča zanesljivo delovanje tudi v najbolj zahtevnih okoljih. Brezžična komunikacija med tipkami in sprejemnikom poteka na sub-GHz frekvenčnem področju (868,30 MHz), ki je zaradi odpornosti na interferenco in radijske motnje primerno za uporabo v najbolj zahtevnih industrijskih okoljih. Ker tipke nimajo vgrajene baterije, vzdrževanje sistema ni potrebno.

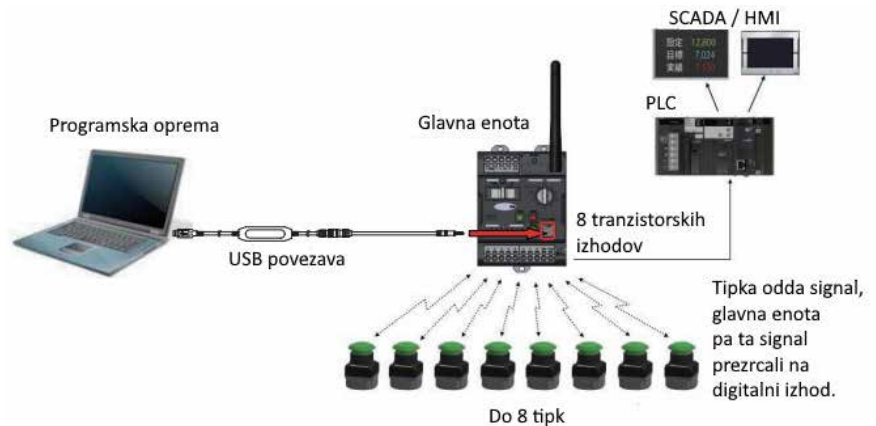
Od senzorja do omrežja

A2W-sistem brezžičnih tipk je sestavljen iz dveh enot, in sicer iz tipk Ø 22 mm A2W-T_-WC1 in sprejemnika A2W-R_-WC1. Na vsako sprejemno enoto lahko brezžično priključimo do 8 tipk, ki so od sprejemnika lahko oddaljene tudi do 100 m. Sprejemnik je nato z žično povezavo povezan, npr. s signalno enoto, strojem ali procesom, in tako sporoča, katera tipka je aktivirana.

Vsaka oddaljena tipka ima vgrajen svetlobni indikator, ki omogoča, da operater vizualno preveri uspešnost prenosa informacije na sprejemnik. Zelena označuje močen, rumena šibek signal in rdeča napako pri sprejemu. Brezžične tipke so na voljo v različnih barvah, kar omogoča enostavno prilagoditev vašim specifičnim potrebam.

Lastnosti

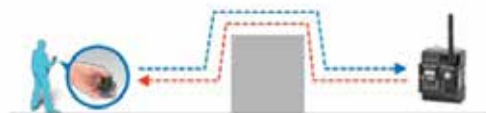
- ▶ Na vsako sprejemno enoto



Domest: približno 100m brez ovir
*brez uplivanja motenj



Domest: od 30 do 50m z ovirami



lahko priključimo tudi do 8 tipk.

- ▶ Tipke nimajo vgrajene baterije, zato posebno vzdrževanje ni potrebno. S pritiskom na tipko zaženemo vgrajeni generator, ki proizvede dovolj energije za prenos informacije po radijski zvezi.
- ▶ Brezžična komunikacija med tipkami in sprejemnikom na interferenco in motnje občutljivem sub-GHz frekvenčnem področju (868,30 MHz).
- ▶ Na tipko vgrajena svetlobna indikacija signalizira uspešnost komunikacije med tipko in sprejemnikom.
- ▶ Razdalja med tipkami in sprejemnikom je lahko tudi do 100 m.
- ▶ Možnost priključitve zunanje antene na sprejemnik, če

sprejemnik vgradimo v kovinsko elektroamaro.

Koristi

- ▶ Sistem deluje brez potrebne vzdrževanja.
- ▶ Velika fleksibilnost zaradi proste izbire lokacije brezžičnih tipk v prostoru.
- ▶ Zaradi prenosnih tipk je omogočeno prosto gibanje operaterja v prostoru.

Uporaba

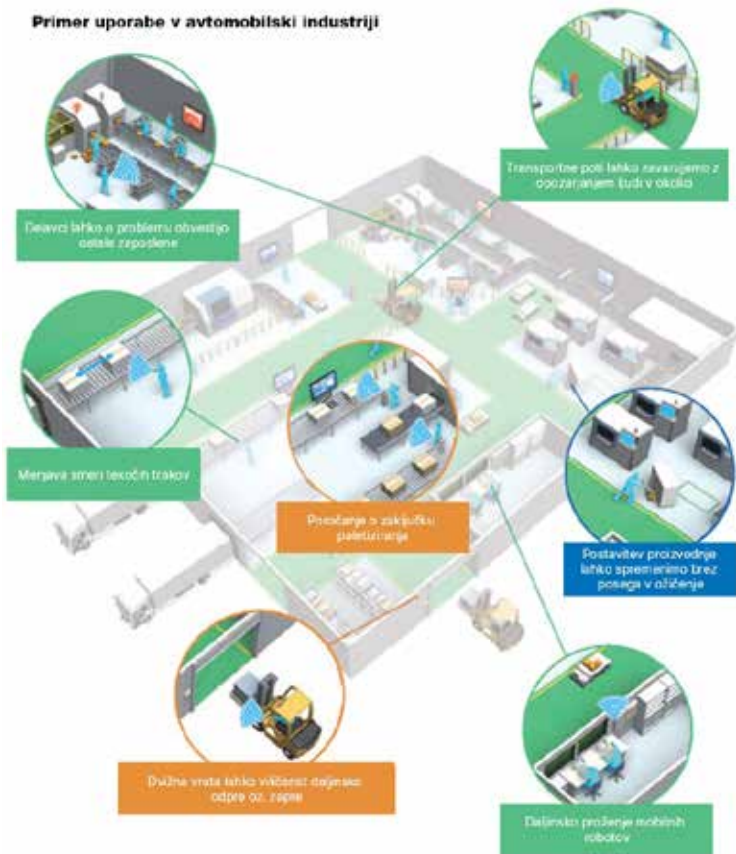
Obveščanje:

- ▶ klicanje operaterja,
- ▶ javljanje o manjkajočih podatkih o artiklu,
- ▶ obvestilo o zaključku dela ...

Avtomatizirana vodena vozila:

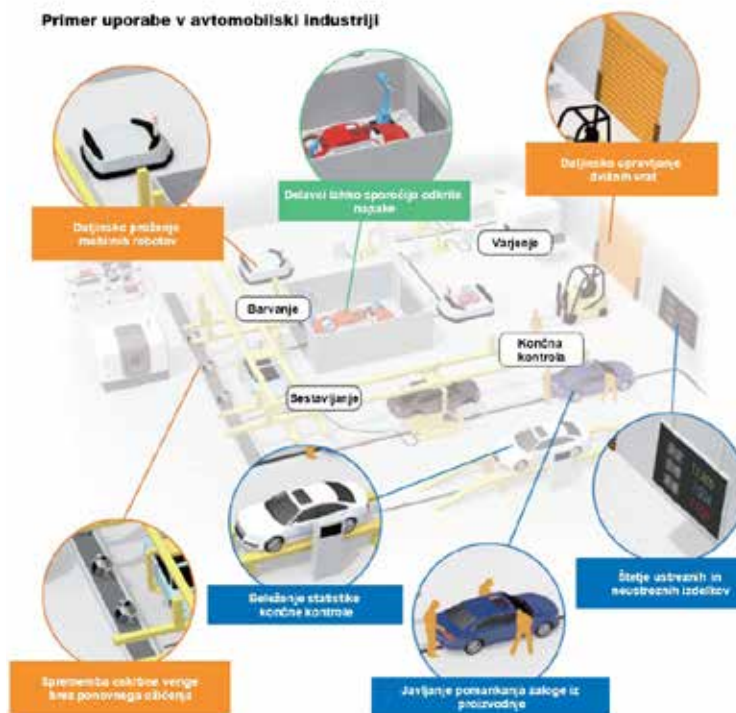
- ▶ prihod, ustavitev ali odhod ...

Primer uporabe v avtomobilski industriji



- Prilagoditve 1 Zmanjšanje vzdrževanja**
Zmanjšanje sprememb logistike v proizvodnji brez ponovnega načrtovanja
- Prilagoditve 2 Izboljšanje učinkovitosti**
Povečanje števila odstavov in kakovosti snovi v delovnih stajih
- Prilagoditve 3 Izboljšanje učinkovitosti transporta**
Povečanje števila avtomobilov, interakcija z okolico brez zapušljanja vozila

Primer uporabe v avtomobilski industriji



Vozila z voznikom:
 ▶ klicanje viličarja ...

▶ razsvetljava ...

Upravljanje s stroji, linijami, procesi:
 ▶ začetek delovanja, ustavitev, konec delovanja,
 ▶ tekoči trakovi,
 ▶ zapiranje, odpiranje vrat,

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

54. MOS
 14.-18. september 2022
CELJSKI SEJEM

Največja poslovno-sejemska prireditev v regiji s 54-letno tradicijo

NAJPOMEMBNEJŠI DOGODEK V SLOVENIJI ZA VSTOP NA SLOVENSKO TRŽIŠČE

MOS DOM MOS TURIZEM MOS TEHNIKA ENERGETIKA MOS B-DIGIT MOS PLUS

Poletna akcija
 Dokler traja zaloga!

Izkoristite Poletno akcijo in nadebudnim programerjem priskrbite komplet Greekreit in Arduino 2 knjigo po akcijski ceni!

AX elektronika doo

= 59,98€

ZAMENJAVA HLADILNIKA TEHNOLOŠKE VODE – ŽIVLJENJSKI CIKEL

Zbiranje in analiza podatkov gradita temelje, potrebne za sprejemanje stroškovno učinkovite odločitve.

Podjetje OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana se na terenu pri pregledu obstoječega stanja, vzdrževanju in svetovanju na področju hlajenja tehnološke vode v različnih proizvodnih procesih srečuje z različnimi stanji hladilnikov vode.

Če združimo dejavnike investicije in razmeroma dolgo življenjsko dobo (10–15 let), so investitorji, energetiki in vzdrževalci previdni, ko gre za sprejemanje odločitev o zamenjavi hladilnika vode. Nekateri gredo tudi preko racionalnih odločitev, saj menijo, da dokler hladilnik deluje, ni vredno opraviti zamenjave in imeti s tem stroškov.

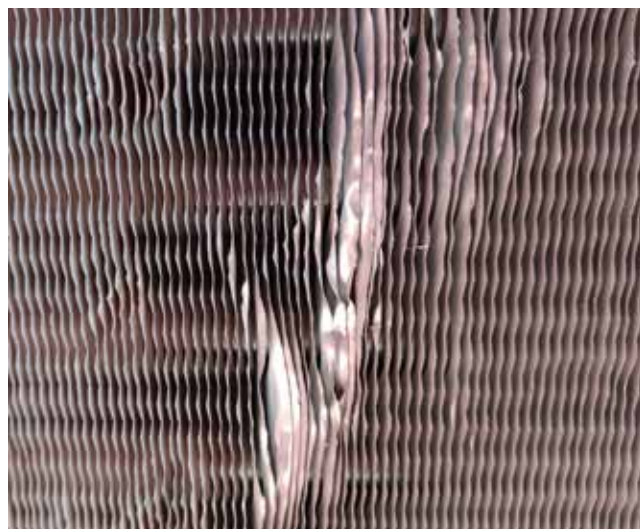
Toda ti potencialni kupci ne razumejo, da električna energija predstavlja velik del obratovalnega stroška. Zato mora hladilnik delovati čim bolj optimalno, s čimer tudi podaljšujemo življenjsko dobo samega hladilnika. Stroški vzdrževanja in obratovalni stroški lahko v življenjski dobi hladilnika močno presegajo začetne investicijske stroške.

Medtem ko so zmanjšani obratovalni stroški močen argument za zamenjavo starejših hladilnih naprav, morajo upravljavci pretehtati tudi druge dejavnike, vključno s stanjem hladilnika, starostjo in zanesljivostjo ter kako so se spremenile obremenitve in zahteve za vzdrževanje hladilnika. Vse omenjene parametre je smiselno upoštevati pri zamenjavi hladilnika.

Učinkovitost delovanja

Številni starejši hladilniki vode imajo delovne učinkovitosti (EER) pri polni obremenitvi med 0,80–0,90 kW (električne energije) ali za 1,60–1,80 kW (hladilne kapacitete), če so v dobrem delovnem stanju in so ustrezno vzdrževani. Slabo vzdrževani hladilniki bodo imeli veliko nižjo učinkovitost delovanja.

Nasprotno pa ima večina današnjih novih visoko učinkovitih hladilnikov izkoristek pri polni obremenitvi približno 0,50 kW (električne energije) ali za 3,60 kW (hladilne kapacitete). Še pomembnejše je, da imajo novi hladilniki višjo učinkovitost pri delni obremenitvi (večje število kompresorjev) kot starejši hladilniki. In ker večina hladilnih naprav deluje 95 % časa ali več v pogojih delne obremenitve, izboljšana učinkovitost delovanja pri polni in delni



Slika 1: Poškodbe na rebrih kondenzatorja

obremenitvi pomeni znatne prihranke pri stroških energije.

Za čim bolj natančno oceno prihrankov energije, ki bi jih ustvarila zamenjava obstoječega hladilnika, je potrebno čim večje število podatkov pri delni in polni obremenitvi.

Osnovni podatki za obratovalne parametre:

- ▶ poraba električne energije,
- ▶ temperaturni režim,
- ▶ postavitev hladilnika,
- ▶ tip hladilnega plina,
- ▶ energetske učinkovite komponente,
- ▶ število obratovalnih ur glavnih komponent.

S pridobljenimi informacijami lahko v podjetju OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana izdelamo izračun prihrankov električne energije pri določenih obratovalnih pogojih.

Najpogostejši kazalniki za potencialno zamenjavo izrabljenega hladilnika vode

1 Nezanesljivost

Izpadi proizvodnje zaradi pogostih okvar hladilnika vplivajo na produktivnost vaše proizvodnje. Ko je hladilnik saniran, je zaradi starosti in izrabljenosti komponent pogosta nevarnost okvare drugih komponent, kar vodi v ponoven izpad. V nekaterih primerih je stopnjevanje okvar izjemno, kar rezultira v visokih stroških odpravljanja okvar.

2 Neekonomičnost popravila

Ko se življenjski cikel hladilnika izteka in se pojavijo okvare na vitalnih komponentah, popravilo v primeru okvare pogosto ni več smotno. Za stare hladilnike so lahko rezervni deli in s tem povezani servisi dražji, da predstavljajo velik del ali celo presegajo vrednost naprave.

Velikokrat so lahko rezervni deli težko dobavljivi, imajo dolge dobavne roke, ali pa celo niso več dobavljivi. Kadar pa je v uporabi hladilnik, polnjen s plinom, ki je zakonsko prepovedan (R-22), je tega prepovedano servisirati. V takšnem primeru vam podjetje OMEGA AIR ponuja celovito rešitev odvoza, razgradnjo in dobavo novega hladilnika.

3 Slabša zmogljivost

Zaradi težav, ki se pojavijo s starostjo in rabo, kot so na primer obrabe, poškodbe in umazanija na hladilnih rebrih kondenzatorja, hladilnik ne more več delovati s svojimi polnimi zmogljivostmi.



Slika 2 : Hladilnik vode OWT 065

Posledice so zmanjšana hladilna kapaciteta, poškodbe kondenzatorja in zahtevnejši postopek sanacije kondenzatorja.

4 Prednosti nove generacije hladilnikov vode

Novi modeli industrijskih hladilnikov vode imajo večji obseg opreme in naprednejše funkcije, kot so:

- ▶ hlajenje z zunanjim zrakom (free-cooling),
- ▶ ventilatorji z regulacijo hitrosti,
- ▶ mikrokanalski kondenzatorji,

- ▶ večstopenjski kompresorji,
- ▶ električno varčnejše komponente.

5 Hitra primerjava energetske učinkovitosti

Kot primer lahko vzamemo starejši hladilnik vode RAM 1502 iz leta 1997 in nov OWA1-A 04305, oba velikosti 300 kW. Če predpostavimo, da hladilnik deluje 16 ur na dan vse delovne dni (252 dni v letu 2022), in za ceno električne energije vzamemo 0,12 €/kWh, to pomeni prihranek pri stroških porabe električne energije 6.677 € v enem letu.

Hladilnik	RAM 1502	OWA1-A 04305
Hladilna kapaciteta	302,0 kW	304,8 kW
Absorbirana energija	112,1 kW	98,3 kW
Stroški porabe električne energije v enem letu	54.238,46 €	47.561,47 €
Prihranek pri stroških porabe električne energije v enem letu	/	6.676,99 €

Naredimo še primerjavo za hladilnika velikosti 60 kW. Pri enakih pogojih kot prej to pomeni na letni ravni prihranek 1.984 €.

Hladilnik	RAE 0302	OWT 065
Hladilna kapaciteta	63,3 kW	64,0 kW
Absorbirana energija	21,3 kW	17,2 kW
Stroški porabe električne energije v enem letu	10.305,79 €	8.322,05 €
Prihranek pri stroških porabe električne energije v enem letu	/	1.983,74 €

Upoštevati moramo predpostavko, da starejši hladilniki ne dosegajo več svojih primarnih kapacitet. Prihranek pri porabi električne energije je zato lahko še večji, kot sprva pokažeta zgornji primerjavi. Če predpostavimo, da star hladilnik zaradi obrabe in poškodb porabi 5 % električne energije več za enake zmogljivosti hlajenja (117,7 kW in 22,4 kW za zgornja primerja), to pomeni prihranek **9.387 €** za prvi primer in **2.516 €** za drugi primer.

Strokovnjaki na področju industrijskega hlajenja v podjetju OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana na terenu izvajajo svetovanje s posnetki obstoječega stanja za določitev oziroma izbiro optimalne opreme za hlajenje tehnološke vode.

Poleg prodaje in svetovanja podjetje OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana omogoča tudi najem industrijskih hladilnikov vode.

www.omega-air.si



OMEGA

OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00
info@omega-air.si

AIR

Cesta Dolomitskega odreda 10
SI-1000 Ljubljana, Slovenija
www.omega-air.si



TLAČNA OBMOČJA
1000 mbar
16 bar, 50 bar
100 bar, 250 bar
420 bar



MEDIJI
stisnjen zrak
vakuum
N₂, O₂, CNG,
dihalni zrak
CO₂, H₂, He



1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110
10001100110101010 100011001101010 1100011001101010
0101010101010111001010110011 1100110100110

14.-16.2.2023

GR, Ljubljana , Slovenija

IFAM

INTRONIKA

Robotics



100011001101010 1100011001101010 1100011001101010
1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110
10101011100101011001100001001100110100110
1000110011010101010101011100101011001100001001100110100110



FESTO

Preprosto: del rešitve

Festo ★ osnovni program

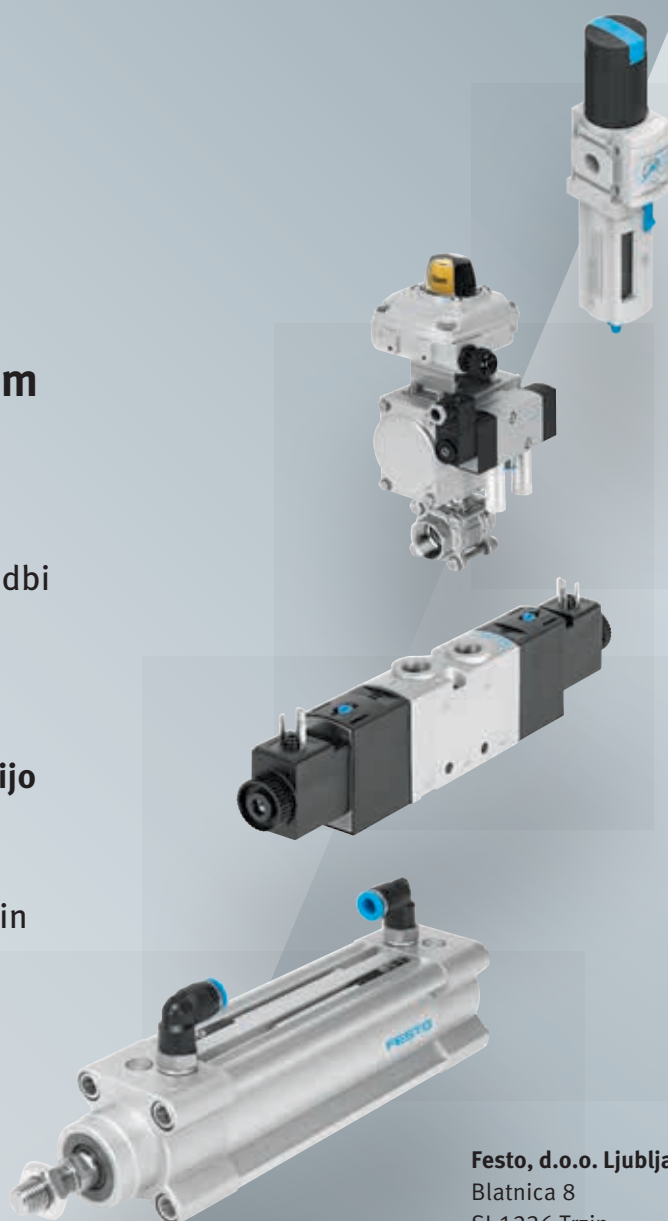
Prednosti na prvi pogled:

- Več kot 35.000 izdelkov v ponudbi
- Hitra dostava
- Privlačne cene

Osnovni program za avtomatizacijo

Festo osnovni program je naš izbor najpomembnejših izdelkov in funkcij, ki rešujejo večino vaših nalog v avtomatizaciji.

Poenostavite svojo nabavo -
Samo poiščite modro zvezdo!



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