

VENTIL

ISSN 1318 - 7279

Letnik 27 / 2021 / 6 / December

Akademija strojništva

Sistem za superkritično ekstrakcijo

Nadzor stanja hidravličnega filtra

Modeliranje šaržnih bioreaktorjev



Dantorque



Shafer



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

ppt commerce

HIDRAVLIKA IN PROCESNA TEHNIKA
 PRODAJA • PROJEKTIRANJE • SERVIS

Univerza v Ljubljani
 Fakulteta za strojništvo



ŠIROK IZBOR VENTILOV

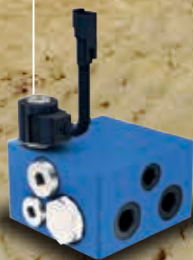
ZA HIDRAVLIČNE POGONE VOZIL
IN NJIHOVA HIDRAVLIČNA ORODJA



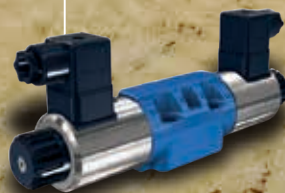
Izmenjevalni ventil



Ventil za hidravlično zaporo koles



4/3 Potni ventil



6/2 Potni ventil



ZASNOVANI IN PROIZVEDENI V SLOVENIJI



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

www.poclain-hydraulics.com



ZAKAJ JE V SLOVENIJI V ČASU PANDEMIJE GOSPODARSTVO TAKO USPEŠNO?



Odgovor na zastavljeno vprašanje je težko najti. Še posebno, če poslušamo politike. Nekoliko boljše pojasnilo in predstavo dobimo, če poslušamo ekonomiste in gospodarstvenike.

Gospodarska rast je vsekakor osnovni pokazatelj zdravja gospodarstva, družbe ali države. Brez tega dolgoročno ne more obstajati niti podjetje niti država. Merilo je rast bruto domačega proizvoda na prebivalca.

Vemo, da gospodarski razvoj in gospodarsko rast najbolj spodbujajo potrošnja prebivalstva in investicije v infrastrukturo. Toda samo to je premalo, vsaj na dolgi rok.

Ekonomski strokovnjaki navajajo več različnih dejavnikov, ki so pomembni za gospodarsko rast.

Med njimi so najpomembnejši ljudje, njihovo znanje, motiviranost, disciplina, inovativnost in drugo. Prav gotovo se je na področju človeških virov pri nas v zadnjih desetletjih naredilo veliko. Imamo izjemno veliko izobraženih ljudi. Imamo zelo veliko podjetij, ki dodatno izobražujejo zaposlene, jih na različne načine stimulatивно nagrajujejo, motivirajo in spodbujajo ter seveda tudi vzgajajo k disciplini in pripadnosti podjetju.

Zelo pomemben dejavnik za gospodarsko rast so naravni viri. Teh v Sloveniji ni prav veliko. Nekateri govorijo, da sta naša največja naravna vira gozd in pitna voda. Noben od teh virov pri nas ni dobro uporabljen, noben dobro izkoriščen in zato noben ne prispeva prav veliko h gospodarski rasti. Tu so rezerve velike.

Tudi kapital je pomemben dejavnik za razvoj gospodarstva. V Sloveniji se je višina kapitala na prebivalca v zadnjih letih zelo povečala. Po eni strani smo varčni, kar je dobro, po drugi pa varčujemo v bankah, kar je slabo. Pametni in nekoliko bolj v tveganost usmerjeni ljudje bi vlagali v delnice uspešnih podjetij, v sklade in podobno. Če pa imamo Slovenci skoraj 30 milijard evrov privarčevanega denarja,

ki leži kot mrtev kapital, bi tudi država morala kaj narediti in ljudi spodbuditi k vlaganju. Na primer: zakaj ne bi država odprla sklada za vlaganje, na primer za nove investicije, v katerega bi ljudje lahko polagali svoj denar, ki bi se s časom oplemenitil. Država bi morala jamčiti samo za osnovni kapital, da bi ljudje dobili zaupanje. Donosnost na vloženi kapital pa bi bila odvisna od tržnih razmer.

Še en dejavnik bomo omenili, ki je za nas tehnike zelo pomemben in je v Sloveniji v zadnjih letih precej napredoval. To je tehnološki dejavnik, ki govori o inovacijah, patentih in izboljšavah v sami proizvodnji in o dvigu produktivnosti. To je po naši oceni najpomembnejši dejavnik, ki dolgoročno zagotavlja stabilno rast gospodarstva. Prav ta dejavnik nam omogoča, da ogromno izdelkov izvozimo na zahtevna tržišča. Ti trgi nam po eni strani omogočajo nadaljnji razvoj in nas po drugi silijo k izboljšavam in napredku.

Pri tem pa ne smemo zanemariti davčne politike, ki v Sloveniji ni najbolj prijazna, in pandemije, ki je ravno tako zaradi slovenske trme, to je necepljenosti, lahko velika ovira za gospodarsko rast.

Posebna težava v Sloveniji so davki na zasluženi denar. Kaj so pravični davki? Tudi ta odgovor je težko dati. Verjetno so bolj pošteni davki na kapital in dediščino kot pa na osebni dohodek. Če danes nekdo v slovenskem podjetju v bruto znesku zasluži 10.000 evrov na mesec, mora skoraj polovico dati državi. Če pa nekdo od pokojnih sorodnikov podeduje 10.000 evrov, mu ta vrednost skoraj v celoti ostane. To pomeni, da mora nekdo, ki je priden in veliko dela, plačevati državi, drugi, ki se je rodil pod srečno zvezdo, da deduje, pa mu ni potrebno.

Kateri zgoraj naštetih dejavniki so trenutno v Sloveniji najpomembnejši za gospodarski razvoj? To so prav gotovo investicije v infrastrukturo, človeški viri in tehnološki razvoj. Dolgoročno pa sta najkvalitetnejša slednja dva. In prav tega bi se morala politika zavedati. Samo tehniki, naravoslovci in podjetniki lahko zagotavljajo stalno gospodarsko rast, dvig standarda in večjo blaginjo. Mnogi se s tem ne strinjajo, pa naj to nestrinjanje argumentirajo, če imajo argumente?

Kako pa bo v bodoče? Organizacije, kot so UMAR, OECD, GZS in druge, imajo za Slovenijo optimistične napovedi. Upam, da se bodo uresničile.

Tisti, ki poznamo slovensko gospodarstvo, drobno obrt, mala podjetja, podjetnike, tehniški razvojni kader v podjetjih, smo prepričani, da bomo uspešni tudi v bodoče. Edini pogoj je, da država to omogoči, da naredi vitko državno upravo in zniža davke na osebne dohodke.

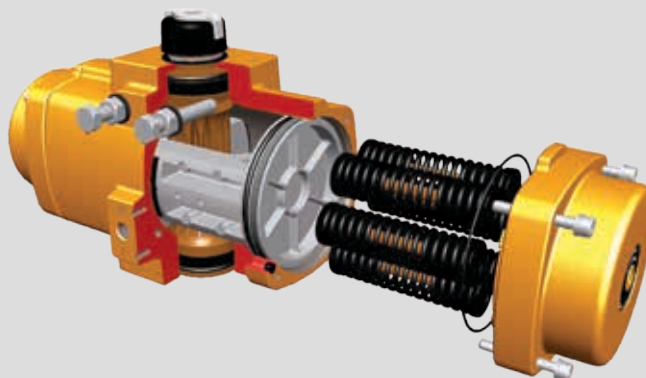
Janez Tušek




EMERSON[™]
 Process Management



EL Matic[™]



Field



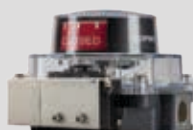
BETTIS[™]



 **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

Marjeta Trobec

Priznanje tehnologijama in ekipama z največjim komercialnim potencialom 362

PREDSTAVITEV

Nuša Jezeršek

Sistem za superkritično ekstrakcijo, proizveden v Sloveniji 368

NOVICE • ZANIMIVOSTI 372

HIDRAVLIČNI FILTRI

Darko Lovrec, Vito Tič

Neprekinjen nadzor stanja hidravličnega filtra in obratovalnega stanja stroja 384

BIOPROCESNO INŽENIRSTVO

Jožef Ritonja, Jernej Černelič, Andreja Goršek, Darja Pečar

Modeliranje šaržnih bioreaktorjev 390

AKTUALNO IZ INDUSTRIJE

Standardna oprema iz serije NPQE – optimizirana cena za standardne aplikacije PGVA (FESTO) 400

Cevni vpenjalni spoji iz termoplasta (ELESA+GANTER) 401

Popolnoma zaskočeno (ELESA+GANTER) 402

Digitalne storitve – digitalZ (INOTEH) 403

Paralelni roboti OMRON – serija iX3 in iX4 (MIEL Elektronika) 404

NOVOSTI NA TRGU

Tester senzorjev PS101 (FBS) 406

Pritrdilni elementi LKP za tirna vodila (INOTEH) 407

Zaščita proti trku serije CRR (INOTEH) 408

PODJETJA PREDSTAVLJAJO

Testirani in UL-certificirani kabli za plastične energijske verige (HENNLICH) 410

Sistem za upravljanje s stisnjenim zrakom – CALMS (HPE) 412

Nova generacija OMRON SCARA robotov serij i4L in i4H (MIEL Elektronika) 414

Nova serija vijačnih kompresorjev OMEGA AIR VDM 15E–VDM 160E (OMEGA AIR) 418

LITERATURA • STANDARDI • PRIPOROČILA

Kibernetske operacije in mednarodno pravo 420

Po sledih odkrivanja zapuščine bratov Rusjan, pionirjev letalstva 421

Najvišja dolžnost - Chesley »Sully« Sullenberger 422

PRIZNANJE TEHNOLOGIJAMA IN EKIPAMA Z NAJVEČJIM KOMERCIALNIM POTENCIALOM

7. in 8. oktobra je v sklopu multikonference Informacijska družba 2021 potekala 14. Mednarodna konferenca za prenos tehnologij. Konferenca se s svojimi vsebinami osredotoča na povezovanje raziskovalne sfere z gospodarstvom in šolstvom ter na procese in specifikke prenosa tehnologij.

Pozdravne nagovore so imeli državni sekretar na Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport dr. Mitja Slavinec, državni sekretar na Ministrstvu za gospodarski razvoj in tehnologijo Simon Zajc ter direktor Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Boštjan Zalar.

Slavnostne okrogle mize o prihodnosti področja prenosa tehnologij v Sloveniji in EU so se udeležili rektor Univerze v Ljubljani prof. dr. Gregor Majdič, direktor Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Boštjan Zalar, direktorica NIB prof. dr. Maja Ravnikar, rektorica Univerze na Primorskem prof. dr. Klavdija Kutnar, dekan Fakultete za informacijske študije prof. dr. Matej Makarovič, prorektor za prenos znanja Univerze v Mariboru prof. dr. Urban Bren, direktor ARRS prof. dr. Robert Repnik, Gregor Umek, vodja Sektorja za industrijo, spodbujanje inovativnosti in tehnologije v Direktoratu za internacionalizacijo, podjetništvo in tehnologijo MGRT, mag. Damjana Karlo, vodja Sektorja za strukturne sklade na področju raziskovalnorazvojnne dejavnosti MIZŠ ter Gregor Klemenčič iz Deep Innovations (NL).

Osrednja tema letošnje konference so bila sredstva Proof-of-Concept, ki pripomorejo, da tehnologije preidejo t. i. dolino smrti na stopnjah tehnološke razvitosti 37. O sredstvih Proof-of-Concept je govoril Matthias Keckl iz Fraunhofer Technologie-Transfer Fonds z vidika odcepljenih podjetij, Natalija Stošički iz SID banke pa je predstavila nedavno vzpostavljeno platformo CEETT (Central Eastern European Technology Transfer Platform).

Vzporedno z glavnim delom so potekali sestanki med podjetniki in raziskovalci o možnem sodelovanju ter šolska sekcija, kjer so bile učiteljem predstavljene najnovejše raziskovalne aktivnosti in možnosti za sodelovanje v določenih odsekih Instituta »Jožef Stefan«.

Na letošnji 14. Mednarodni konferenci o prenosu tehnologij (ITTC) je 4-članska mednarodna ocenjevalna komisija podelila nagrado »Najboljša invencija oz. inovacija s komercialnim potencialom iz javne raziskovalne organizacije«. Ocenjevalno komisijo so sestavljali dr. Jon Wulff Petersen (Plougmann Vingtoft, Danska), Matthias Keckl (Managing Partner,



Udeleženci okrogle mize o prihodnosti prenosa tehnologij v Sloveniji in EU (Foto: Marjan Verč)

Fraunhofer Technologie-Transfer Fonds (FTTF) GmbH), Nina Urbanič (Slovenski podjetniški sklad) ter Gregor Klemenčič, glavni raziskovalec v podjetju Phillips ter ustanovitelj in direktor podjetja Deep Innovations BV, Nizozemska.

Nagrada »Najboljša invencija oz. inovacija s komercialnim potencialom iz javne raziskovalne organizacije« se v okviru Mednarodne konference za prenos tehnologij podeljuje že 13 let, začenši leta 2009. V tem obdobju je Center za prenos tehnologij in inovacij na IJS zagotovil izplačilo preko 55.000 EUR nagrad zmagovalnim ekipam iz javnoraziskovalnih organizacij.

Doslej so za nagrado kandidirali raziskovalci iz naslednjih javnih raziskovalnih organizacij: Univerza v Ljubljani, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo, Univerza v Mariboru, Univerza v Beogradu, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Kmetijski inštitut Slovenije ter Institut »Jožef Stefan«.

Lani je zmagovalna ekipa združevala raziskovalce treh organizacij: Instituta »Jožef Stefan«, Nacionalnega inštituta za biologijo in Univerze v Ljubljani. Komisija je kot inovacijo z največjim tržnim potencialom prepoznala novo tehnološko rešitev za sterilizacijo vode VirOut, ki lahko v velikem obsegu na okolju prijazen način uničuje škodljive mikroorganizme v vodi.



Del članov zmagovalnih dveh ekip, ki sta prejeli nagrado za najboljšo inovacijo iz javno-raziskovalnih organizacij: Matic Resnik, Rok Zaplotnik in Ita Junkar ter Rok Dolenc, Matija Milanič in Andrej Seljak (Foto: Marjan Verč)

Letos pa sta nagrado za najboljšo inovacijo iz javno-raziskovalnih organizacij prejeli dve zmagoviti ekipi raziskovalcev Instituta »Jožef Stefan«. Raziskovalci Andrej Seljak, Rok Dolenc, Rok Pestotnik, Matija Milanič, Peter Križan in Samo Korpar so komisijo prepričali s predstavitvijo sistema za merjenje življenjskega časa fluorescence. Enakovredno nagrado je prejela ekipa v sestavi Ita Junkar, Metka Benčina, Rok Zaplotnik in Matic Resnik za nov postopek obdelave površin za medicinske pripomočke, zlasti žilne opornice.

Predstavljeni in nagrajeni tehnologiji imata potencialno visoko vrednost za industrijo, kar je podprto z usposobljeno ekipo, ki ima ključne veščine in znanja ter vzpostavljene partnerske vezi za uspešno izpeljavo tržnih aktivnosti.

Poleg denarne ima nagrada »Najboljša invencija oz. inovacija s komercialnim potencialom iz javne raziskovalne organizacije« tudi simbolično vrednost, saj spodbuja interes investitorjev, poslovnih partnerjev in novih sodelavcev pri prodoru na trg.

Na konferenci sta bili podeljeni tudi dve nagradi Svetovne organizacije za intelektualno lastnino WIPO

Nagrade Svetovne organizacije za intelektualno lastnino (World Intellectual Property Organisation - WIPO) s priznanjem dosežkov izumiteljev, ustvarjalcev in inovativnih podjetij pomagajo oblikovati kulturo, v kateri se spodbujata in cenita inovativnost in ustvarjalnost. WIPO deluje v okviru OZN kot krovna agencija za zagotavljanje in širitev varstva intelektualne lastnine v svetu. Njihovi nagradi sta bili prvič podeljeni v Sloveniji lani v okviru 13. mednarodne konference za prenos tehnologij. V okviru letošnje 14. Mednarodne konference za prenos tehnologij, katere glavni organizator je Center za prenos tehnologij in inovacij na Institutu »Jožef Stefan«, pa sta bili podeljeni letošnji nagradi WIPO, ki ju je izročila mag. Karin Žvokelj, v. d. direktorja Urada RS za intelektualno lastnino.

WIPO Medal for Inventors je prejela izr. prof. dr. Marta Klanjšek Gunde, raziskovalka na Kemijskem



Izr. prof. dr. Marta Klanjšek Gunde, dr. Simon Mandelj, GEM motors d. o. o., mag. Karin Žvokelj, v. d. direktorja Urada RS za intelektualno lastnino (Foto: Marjan Verč)

inštitutu, inovatorica in soustanoviteljica odcepljenega podjetja MyCol d. o. o. V podjetju na podlagi licencirane tehnologije razvijajo pametne nalepke s temperaturno občutljivo tiskarsko barvo, ki se ob segrevanju preko vnaprej določene temperature trajno obarvajo. Delo v podjetju je dobilo pet mladih sodelavcev.

WIPO IP Enterprise Trophy so prejeli v podjetju GEM motors d. o. o. V podjetju aktivno sodelujejo s številnimi javnoraziskovalnimi organizacijami. Imajo jasno strategijo upravljanja z intelektualno lastnino in patente v EU, ZDA, Rusiji, Indiji, na Japonskem, Kitajskem ter v Južni Koreji, kar je ključno za poslovanje B2B. Njihova patentirana tehnologija elektromotorja in krmilnika, vgrajenega v kolo električnega vozila, je bila predstavljena na številnih mednarodnih sejmih in konferencah. Kreativnost in inovativnost načrtno spodbujajo med zaposlenimi, hkrati pa sodelujejo

tudi v kampanjah za promocijo urbane e-mobilnosti. Dodatne informacije: tehnologije@ijs.si / www.ittc.ijs.si / <http://tehnologije.ijs.si/>

Konferenca predstavlja letni nacionalni dogodek Konzorcija za prenos tehnologij iz JRO v gospodarstvo (Konzorcij KTT), ki ga sofinancirata Republika Slovenija (Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport) in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj.

Konferenco sofinancirata tudi Slovenski podjetniški sklad in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj in se izvaja na podlagi programa Vsebinska podpora prejemnikov sredstev v obdobju 2018–2023 v okviru Operativnega programa za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014–2020.

Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT) Instituta »Jožef Stefan«, glavni organizator konference, povezuje inovativnost raziskovalcev Instituta »Jožef Stefan« z zaščito in uveljavljanjem njihovega novega znanja na slovenskem in mednarodnem trgu. CTT je koordinator Konzorcija za prenos tehnologij iz javnih raziskovalnih organizacij v gospodarstvo in tudi nacionalni koordinator mreže Enterprise Europe Network, ki malim in srednjim podjetjem pomaga pri mednarodnem poslovnem sodelovanju, inovacijah, prenosu znanja in tehnologij ter pri sodelovanju v programih EU. (<http://tehnologije.ijs.si/>)

Konzorcij za prenos tehnologij iz JRO v gospodarstvo (KTT) je konzorcij osmih pisarn za prenos tehnologij, ki delujejo v njegovem okviru s pomočjo financiranja Republike Slovenije (Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport) in Evropske unije iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. (<http://jro-ktt.si/>)

Mag. Marjeta Trobec
Center za prenos tehnologij in inovacij



NOVA KNJIGA

ARDUINO 2

Začetni koraki
in praktični
Arduino
projekti
za vsakogar!



<https://svet-el.si>



MotoMINI
majhen samo po velikosti

red dot award 2019
winner

YASKAWA

YASKAWA Slovenija • www.yaskawa.si

PRESTAVITEV TERMINA IZVEDBE POSVETA AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2021 – ASM '21



ASM '21
POSVET
AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2021
8. decembra 2021
Prestavljeno na 26. januar 2022

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

LASIM
LABORATORIJ ZA STREGO, MONTAŽO
IN PNEVMATIKO

Gospodarska
zbornica
Slovenije

kcstv

EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA
REGIONALNI RAZVOJ

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO

SRIPTOP

Zaradi COVID razmer, ki so se v zadnjem času zelo poslabšale, bi bila izvedba Posveta ASM'21, ki je načrtovan za 8. 12. 2021 v ŽIVO, zelo omejena.

Na GZS je trenutno omejeno število obiskovalcev, poleg tega pa je omejena tudi postrežba (kosilo, kava). Kot kaže, se do 8. 12., ko bi morali izvesti dogodek v ŽIVO, razmere verjetno ne bodo izboljšale, omejitve pa bodo najbrž še vedno ostale.

Ker je Posvet ASM edinstven dogodek, kjer so zelo pomembne komponente fizično srečanje udeležencev, mreženje in izmenjava izkušenj, ŽELIMO izvesti dogodek v ŽIVO. Zato smo se z vodilnimi na GZS

odločili, da izvedbo Posveta ASM'21 prestavimo na 26. januar 2022. Program dogodka in vse ostalo ostane enako!

Program Posveta ASM'21 je dostopen na naslednji povezavi: <https://www.posvet-asm.si/index.php?page=program-asm-19>

PROSIMO VAS ZA RAZUMEVANJE!

Če pride do sprememb, vas bomo o tem obvestili. Več o posvetu na povezavi: <https://www.posvet-asm.si/>

Organizacijski odbor ASM'21

TRADICIONALNA AKADEMIJA STROJNIŠTVA

Inženirstvo – s povezovanjem do trajnostnih rešitev

28. 10. je bila v Cankarjevem domu že tradicionalna Akademija strojništva, ki se vsako leto s podelitvijo nagrad pokloni izstopajočim posameznikom na področju inženirstva. Letos sta nagrado za globalno prodornost slovenskega inženirstva prejela Igor Stanonik iz podjetja Polycom, ki se prilagaja hitrim spremembam in uvaja sodobne trende poslovanja, in Marino Furlan, predsednik podjetja Intra Lighting, ki s svetili ustvarja svetlobo v pisarnah kupcev, kot sta Facebook in Microsoft.



Prof. dr. Iztok Golobič (v sredini) s prejemniki nagrad

Upokojenemu profesorju Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani dr. Alojzu Poredošu je bila za požrtvovalno delo podeljena nagrada za življenjsko delo. Prof. dr. Alojz Poredoš je na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani leta 1992 ustanovil Laboratorij za hladilno tehniko, od leta 2002 in vse do upokojitve pa je bil na čelu Katedre za toplotno in okoljsko tehniko. Svoje raziskovalne dosežke je vztrajno širil v industrijo in tako gradil temelje uspešnega inženirskega sodelovanja med akademsko in gospodarsko sfero.

V drugem delu dogodka je potekala okrogla miza – S povezovanjem do trajnostnih rešitev, na kate-

ri so uspešni inženirji predstavili svoje dragocene izkušnje. Beseda okrogla mize je tekla v smeri trenutnih razmer. V preteklem letu in pol se je še posebej gospodarstvo moralo prilagoditi novi realnosti – manevrski prostor se je preusmeril iz globalnega v lokalno. Svetovne oskrbovalne verige so se v hipu okrnile, kar opominja na pomembnost zanesljivega povezovanja in trajnostnih rešitev. Novi časi zahtevajo trajnostno poslovno strategijo, ki bo koristna za družbo, okolje in ekonomijo. O izkušnjah in prevetrenih zamislih so razpravljali mag. Marko Gorjup, direktor skupine TPV, dr. Boštjan Pečnik, izvršni podpredsednik v podjetju Gorjenje, dr. Hubert Kosler, direktor podjetja Yaskawa



Udeleženci Akademije strojništva

Europe Robotics, dr. Miha Bobič iz podjetja Danfoss, prof. dr. Mihael Sekavčnik, dekan Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani, dr. Jure Knez, tehnični direktor podjetja Dewesoft, in dr. Marjan Pogačnik, direktor podjetja Iskra Mehanizmi. Vsi so se strinjali, da je uvajanje novih oblik dela, kot sta spletno komuniciranje in delo od doma, preoblikovalo procese dela, medosebne odnose in tudi razvoj samega inženirstva.

Akademija strojništva v organizaciji Zveze strojnih inženirjev Slovenije ohranja svojo tradicijo že več kot desetletje in tako spodbuja povezovanje inženirjev in opozarja na pomembnost inženirskega poklica.

Vsem prejemnikom nagrad iskreno čestitamo!

www.fs.uni-lj.si

ZNANSTVENE IN STROKOVNE PRIREDITVE

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

21. do 23. 03. 2022 | Aachen 50 ZRN (Eurogress)

Organizator:

▶ Institut für Fluidtechnische Antriebe und

Systeme (IFAS) der RWTH Aachen

Vodilna tematika:

▶ Fluidna tehnika: digitalna, zanesljiva, trajnostna

Informacije:

▶ www.ifk2022.com

SISTEM ZA SUPERKRITIČNO EKSTRAKCIJO, PROIZVEDEN V SLOVENIJI

Nuša Jezeršek

Eno vodilnih podjetij na svetu na področju raziskav, razvoja, predelave in laboratorijskega preizkušanja surovin in izdelkov iz industrijske konoplje je bogatejše za trenutno najučinkovitejši sistem, ki s pomočjo CO₂ iz rastlin pridobiva ekstrakte za prehrabno, kozmetično ter farmacevtsko industrijo. Visokokakovostni materiali, celovita obravnava stranke, tehnična podpora in predvsem bližina so le nekateri izmed razlogov, da je med svetovno konkurenco iz Azije, Amerike in Evrope zmagalo slovensko podjetje SK Škrj iz Vipavske doline.

Od Panonske nižine do slovenskega izdelka

Na prostranih poljih v Panonski nižini imajo podjetja najeta prostrana, več sto hektarjev velika polja, na katerih raste konoplja. Po sušenju in separaciji, torej ločitvi stebel, semen in listov, ter mletju posameznih delov rastline je še do nedavnega sledila dolga pot v Nemčijo, v tovarno, kjer sicer nastajajo izvlečki hmelja za celotno Evropo. Za tehnološko sicer zelo razvito podjetje je bila polmilijonska investicija v sistem, ki iz rastlin pridobiva izvlečke, velik zalogaj, zato je ta del opravljalo nemško podjetje, ki ima superkritične ekstrakcijske sisteme z velikimi kapacitetami.

Svetovno priznane naprave

Ko sta uradna medicinska in farmacevtska stroka potrdili, da so lahko izvlečki oziroma ekstrakti iz konoplje tudi zdravilna učinkovina, je povpraševanje po tovrstnih izdelkih močno naraslo, zato so se v *PharmaHemp*, enem vodilnih podjetij na svetu na področju raziskav, razvoja, predelave in laboratorijskega preizkušanja surovin in izdelkov iz industrijske konoplje, odločili za investicijo v sistem, ki iz rastlin pridobiva ekstrakte za prehrabno, kozmetično in farmacevtsko industrijo. V tem času je na drugem koncu Slovenije podjetje *SK Škrj* razvijalo tovrsten ekstrakcijski sistem. Kot je povedal dr. Boštjan Jančar, tehnološki direktor v podjetju *PharmaHemp* in pionir v predelavi ter proizvodnji izdelkov iz industrijske konoplje v Sloveniji, so hitro opustili misel, da bi tako obsežno investicijo realizirali z na-



Del sistema za ekstrakcijo s CO₂, ki ga je proizvedlo slovensko podjetje Škrj d. o. o. iz Vipavske doline. Foto: arhiv SK Škrj.

kupom ekstrakcijskega sistema iz Kanade – raje so se povezali s slovenskimi proizvajalci. Po letu dogovarjanj in usklajevanj je posebej prilagojen sistem iz vipavskih Batuj končno pripotoval v Ljubljano. Bližina, podpora, visokokakovostni vgrajeni materiali in komponente ter celovita obravnava kupca so le nekateri izmed razlogov, da se je podjetje odločilo za nakup ekstrakcijskega sistema slovenskega podjetja SK Škrj.

Vzpostavitev novega sistema – od ideje do prvega zagona

Sistem je bil zasnovan za prodajo na globalnem trgu, zato je bil poleg vrhunske kvalitete zelo pomemben argument tudi upoštevanje želja in pričakovanj kupca. Po pregledu uporabniških zahtev in predložene specifikacije je sledila izdelava natanč-

Nuša Jezeršek, Agencija Gig, Ljubljana



Sistem za ekstrakcijo s CO₂, ki ga je v Sloveniji kot prvo kupilo podjetje PharmaHemp. Gre za postopek pridobivanja ekstraktov in učinkovin s pomočjo plinov v super- oziroma subkritičnih pogojih. Foto: arhiv SK Škrli.

nega tridimenzionalnega modela. Ta že na začetku ponuja natančen vpogled v izdelek in ustreznost predlagane rešitve. Ko je bil sistem v Batujah izdelan, so najprej opravili tako imenovani *Factory Acceptance Test* oziroma testni zagon v proizvodni hali, s katerim se preveri, če sistem deluje v skladu z nastavljenimi parametri. Sledila sta prevoz na novo lokacijo in ponovni test. Da je lokacijska bližina podjetja velika prednost, se pokaže tudi pri naslednji fazi nakupnega procesa – ta obsega zagon sistema vključno z izobraževanjem kadra, kar razreši vsa morebitna vprašanja in potencialne dvome pri upravljanju. »Od tu naprej je v naših rokah, kako želimo mi naprej eksperimentirati glede na naše predznanje,« pove dr. Jančar.

Črpalka, ki ne potrebuje servisiranja

PharmaHemp je prvo in zaenkrat edino podjetje v Sloveniji, ki se je odločilo za investicijo v sistem za superkritično ekstrakcijo z ogljikovim dioksidom. Gre za postopek pridobivanja ekstraktov in učinkovin s pomočjo plinov v super- oziroma subkritičnih pogojih. Plini v superkritičnih pogojih imajo vse fizikalne lastnosti plinov, vendar so nestisljivi in imajo enako moč raztapljanja kot tekočine. Prednost superkritične ekstrakcije je v tem, da lahko z uravnavanjem tlaka in temperature vplivamo na moč raztapljanja ter tako potek ekstrakcije prilagodimo pridobivanju točno določenih substanc, ki jih želimo izolirati iz skupne matrice. Ta metoda ekstrakcije kanabinoidov velja za najvarnejšo, najčistejšo ter

najučinkovitejšo, a žal tudi najdražjo. Superkritična ekstrakcija z ogljikovim dioksidom se ne uporablja le za ekstrakcijo kanabinoidov, ampak tudi za proizvodnjo eteričnih olj (za uporabo v proizvodnji kozmetike) ter vsakodnevnih visokokakovostnih izdelkov, pri katerih je zaželeno, da ohranjajo visoko prehransko vrednost in niso denaturirani, kot npr. sadni ekstrakti, omega-3 maščobne kisline, čaji ...

Odločitvi o nakupu tako velikega sistema je botrovalo več dejavnikov. Kupca nista prepričali le visokokakovostna in nadstandardna oprema, ampak tudi brezčasna nemška membranska črpalka, ki ne potrebuje servisiranja.

Sistem, ki ne dopušča goljufije

V primerjavi z ostalimi sistemi gre tu za zelo velik pretok CO₂, zelo visok tlak (do 500 bar), sistem pa je skonstruiran tako, da omogoča uporabo v skladu z zahtevami tako imenovane dobre proizvodne prakse (*Good Manufacturing Practice*), kar med

GMP – Sistem dobre proizvodne prakse zagotavlja, da so proizvodi podvrženi strogim standardom oziroma kontroli kakovosti v vseh fazah, od začetka do konca procesa (od prevzema surovine v proizvodnjo pa do pakiranja končnega izdelka).

drugim pomeni, da beleži vse procesne parametre in da je celoten proces sledljiv, kar je v farmaciji obvezno in nujno.

Dr. Jančar je izpostavil tudi tehnične karakteristike, ki so prevladale pri odločitvi za nakup. »Pri ekstrakciji s CO₂ ni nobenih rezidualnih topil.« Sistemov za ekstrakcijo je namreč veliko; večina deluje na osnovi ekstrakcije z organskimi topili, najpogosteje etanola, pri čemer določen del topila vedno ostane bodisi v biomasi, ki jo ekstrahiramo, bodisi v končnem produktu. »Naš novi sistem deluje s pomočjo ogljikovega dioksida, pri čemer se le tlak zviša in gre v okolje zanemarljiv del CO₂, večina pa se vrača v proces oz. reciklira.«

Računalniško voden sistem, ki ne dovoljuje človeške napake

Ena velikih prednosti pri superkritični ekstrakciji je njena učinkovitost, saj poteka pod visokim tlakom, ki pa hkrati predstavlja tudi visoka varnostna tveganja. V primerjavi z nizkocenovnimi sistemi z Daljnega vzhoda Škrljev sistem zazna morebitne nevarnosti in je v celoti avtomatiziran oziroma računalniško voden, kar preprečuje napake zaradi človeškega faktorja. Sistem je opremljen z vmesnikom *HMI-Human Machine Interface*, ki omogoča programiranje številnih receptur ter bdi nad celotnim procesom ekstrakcije – od vnosa surovine pa do končnega ekstrakta. Če pride v katerikoli fazi do odstopanj, sistem javi napako in opozori operaterja. Zaradi teže ogljikovega dioksida so v sistemu vgrajeni senzorji, varovalke na dnu, ki takoj opozorijo, če bi prišlo do



Sistem za ekstrakcijo CO₂. Foto: arhiv SK Škrlj.

izpustov. Diagnosticiranje morebitnih težav lahko poteka tudi na daljavo, saj ima sistem možnost povezave na brezžično omrežje.

Spremembe v kakovosti končnega produkta

Čistost končnega produkta je le eden izmed pomembnih dejavnikov, zaradi katerih se podjetje odloči za pridobivanje izvlečkov s superkritično ekstrakcijo s CO₂. Kot je zatrdil dr. Jančar, nastaja končni produkt pod istimi pogoji kot do sedaj, isti je tudi izkoristek.

Sistem je zasnovan tako, da lahko deluje 24 ur na dan, sedem dni v tednu. Trenutno je v uporabi tri dni tedensko.

SEDAJ JE NA VOLJO TUDI SLOVENSKA SPLETNA TRGOVINA ELESA+GANter!



V podjetju Eles+Ganter je naša najvišja vrednota zagotavljanje vrhunske storitve stranki. Zato je bilo izjemnega pomena, da spletno trgovino za naše slovenske kupce čim hitreje uresničimo.

Naše slovenske stranke imajo tako zdaj na voljo lastno spletno trgovino, v kateri je predstavljenih več kot 80.000 naših izdelkov.

To pomeni:

- ▶ naročanje 24 ur na dan, 7 dni v tednu,
- ▶ cene, popusti in razpoložljivost izdelkov so prikazani takoj,
- ▶ mogoče je ustvariti tudi sezname priljubljenih izdelkov, ki so razčlenjeni po projektih,
- ▶ datoteke CAD v vseh standardnih oblikah si lahko prenesete neposredno v računalnik.

Še danes se registrirajte na Moja E+G in izkoristite vse te prednosti.

Obiščite spletno trgovino na naslovu eles-ganter.si.



***Veseli božič in
uspešno novo leto 2022***

***Merry Christmas and
a Happy New Year 2022***

USPEŠNA SODELOVANJA RAZISKOVALCEV INSTITUTA "JOŽEF STEFAN" S PODJETJI

Podjetja se pri proizvodnih in drugih poslovnih procesih pogosto soočajo s tehnološkimi izzivi, ki so v današnjem času povezana tudi s presojo okoljskih vplivov. Iskanje rešitev v praksi poteka z razvojem v specializiranih oddelkih znotraj (večjih) podjetij, drugače pa z vzpostavljanjem sodelovanja z zunanji partnerji, pogosto tudi z javnimi raziskovalnimi organizacijami. Na Institutu "Jožef Stefan" (IJS) so tovrstna sodelovanja neločljivo povezana z raziskovalno dejavnostjo že vrsto desetletij. Mnoge raziskave so posredno ali neposredno uporabljive v poslovnih procesih, pri čemer se z znanjem raziskovalcev lahko reši marsikateri tehnološki izziv. V splošnem lahko ugotovimo, da so dosedanja sodelovanja večplastna in imajo različne oblike: od reševanja tehnoloških izzivov na pobudo podjetij do ustanavljanja podjetij, ki so jih raziskovalci odcepili od matičnih podjetij.

Podobno kot v preteklosti so takšna sodelovanja stalnica delovanja IJS tudi zdaj. Zaradi pomena tovrstnega sodelovanja z vidika znanosti, gospodarstva in družbe nasploh, je nedavno zaživela nova spletna stran http://tehnologije.ijs.si/?page_id=14346, na kateri so predstavljene zgodbe o uspešno vzpostavljenih sodelovanjih raziskovalcev Instituta "Jožef Stefan" s slovenskimi in tujimi podjetji.

Za razvoj modelov za napovedovanje trajanja posameznih procesov pri izdelavi orodij v slovenskem podjetju *Plamtex Int. d. o. o.* so se raziskovalci *Odseka za*

računalniške sisteme in Odseka za inteligentne sisteme na IJS povezali še z nemškim raziskovalnim inštitutom *Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.* Pri razvoju rešitve so bile bistvene (1) informacije, kot so CAD načrti orodij, trajanje operacij, ekspertno znanje o načrtovanju in izdelavi orodij na eni strani ter (2) poznavanje razvoja naprednih računalniških struktur in algoritmov za obdelavo velikih količin podatkov in inteligentnih sistemov, rudarjenja podatkov in optimizacije na drugi strani. S tehnikami umetne inteligence / strojnega učenja se razviti modeli uporabljajo za optimizacijo

celotnega postopka izdelave posamičnega orodja za brizganje plastičnih izdelkov, kar vpliva na zmanjševanje proizvodnih stroškov, tudi zaradi manjšega števila napak in s tem povezano manjšo porabo surovin in energije. Z avtomatiziranim napovedovanjem trajanja operacij lahko strokovnjaki v podjetju optimizirajo postopek izdelave.

S podobnim tehnološkim izzivom zmanjševanja količine porabljenih surovin v proizvodnji so se srečevali tudi v hrvaškem podjetju *Bor-plastika d. o. o.* Poleg širokega spektra izdelkov iz termoplastov proizvajajo tudi čistilne naprave odpadnih voda. Letno so namreč porabili preko 200 ton termoplastov in z namenom zmanjševanja te količine so skupaj z raziskovalci *Odseka za sisteme in vodenje* na IJS ter portugalskim laboratorijem *International Iberian Nanotechnology Laboratory* našli rešitev v uvedbi tehnologije reaktorjev s plavajočimi nosilci biomase (angl. *Moving Bed Biofilm Reactor - MBBR*). Raziskovalci IJS so preko modelov in s primerjavo različnih parametrov na nazoren način prikazali primerno zasnovo čistilne naprave. S tako pridobljenimi informacijami je pričelo hrvaško podjetje proizvajati čistilne naprave z novo tehnologijo. Te dosegajo boljše rezultate pri



Spletna stran z zgodbami o uspešnih sodelovanjih med raziskovalci in podjetji

čiščenju odpadnih voda. Dodana prednost je tudi v tem, da je prostornina naprave zdaj manjša, zato je obseg porabljenih surovin manjši.

Portugalsko podjetje ChemiTek se poleg prilagojenih rešitev za industrijsko vzdrževanje ukvarja tudi z izdelki za premazovanje različnih površin in nekatera se uporabljajo v zelo zahtevnih razmerah – na primer za premazovanje opreme pod morskovo površino kot zaščito pred obrabjanjem. Zaradi učinkov na okolje so želeli razviti tehnologijo, ki bi omogočala uporabo premazov, kot so črnila, in brez uporabe biocidov. S tem namenom so se povezali s tamkajšnjim laboratorijem *International Iberian Nanotechnology Laboratory* in slovenskim *Odsekom za fizikalno in organsko kemijo* na IJS. Razvit je bil premaz, ki ga odlikujejo številne zelene lastnosti, kot so na primer odličen oprijem, velika učinkovitost pri preprečevanju zaraščanja in korozije, hkrati pa je končni proizvod okolju prijazen. Z medsebojnim sodelovanjem z raziskovalci je podjetje pridobilo dragocene informacije o uporabi hidrofobnih dodatkov, pripravi nanodelcev s hidrofobnim vedenjem in o pripravi premazov z zelenimi lastnostmi.

S proizvodom, ki se uporablja v naravnem okolju, se ukvarjajo tudi v slovenskem podjetju *Simtrona d. o. o.* Razvili so poseben označevalnik dreves in lesa, pametni žebelj (*Smart Nail*), na temelju tehnologije RFID, ki omogoča nadzor pretoka lesa in preprečevanje zlorab v lesnem gospodarstvu. Pri njegovi izdelavi je podjetje uporabljalo nevarne kemikalije pri obdelavi polimer-



Opisana sodelovanja so potekala v različnih industrijskih dejavnostih

nih komponent pred postopkom lepljenja. S pomočjo raziskovalcev *Odseka za tehnologijo površin* na IJS in portugalskim laboratorijem *International Iberian Nanotechnology Laboratory* so ta postopek nadomestili z novim, ki vključuje obdelavo komponent s plinsko plazmo. Rezultati so večplastni. V podjetju lahko sedaj uporabljajo bistveno širši nabor lepil, pri čemer je nova tehnologija izdelave ekološko neoporečna, ker ne uporabljajo nevarnih kemikalij. Kot so pokazali izsledki, so posamezne komponente dobro zaščitene pred dejavniki iz okolja. Z vzpostavljenim sodelovanjem podjetje zdaj izdeluje pametne žebelje najvišjega kakovostnega razreda in z več kot 40-letno garancijo.

Pri vseh prikazanih primerih so imela domača in tuja podjetja konkretne tehnološke izzive in z vzpostavljenim sodelovanjem z raziskovalci so lahko prakso povezali s teorijo in znanostjo, kar je prispevalo k zasnovi prilago-

jene rešitve. Partnerstva so bila vzpostavljena tudi zaradi sodelovanja *Centra za prenos tehnologij in inovacij (CTT)* na IJS v evropskem projektu *Ket4CleanProduction*, preko katerega je bilo zagotovljeno kaskadno financiranje omenjenim projektom med podjetji in raziskovalci. Pred odobritvijo posameznega financiranja je CTT pomagal identificirati tehnološke izzive, poiskati partnerje za skupne projekte, organiziral pripravljalne sestanke ter pomagal pri pripravi projektnih dokumentacij za kaskadno financiranje.

Vsa podjetja, ki se pri svojih aktivnostih srečujete s tehnološkimi izzivi, se lahko za povezovanje z raziskovalci IJS vedno obrnejo tudi na Center za prenos tehnologij in inovacij preko elektronskega naslova tehnologije@ijs.si.

Robert Premk,
Center za prenos tehnologij in
inovacij na Institutu
"Jožef Stefan"



RAZŠIRJENOST DOVOLJENIH IN PREPOVEDANIH DROG: REZULTATI ANALIZE ODPADNIH VOD SLOVENSКИH IZOBRAŽEVALNIH INSTITUCIJ

Raziskovalci skupine za organsko analizo Odseka za znanosti o okolju Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. dr. Ester Heath so na območju sedmih občin v vzorcih odpadnih vod slovenskih osnovnih in srednjih šol ter visokošolskih izobraževalnih institucij določali presnovne produkte (biomarkerje) dovoljenih drog (nikotina/tobaka in alkohola), zdravil, ki se zlorabljajo (morfina, kodeina in metadona), ter prepovedanih drog (kanabisa, kokaina, amfetamina, metamfetamina, ekstazija in heroina).

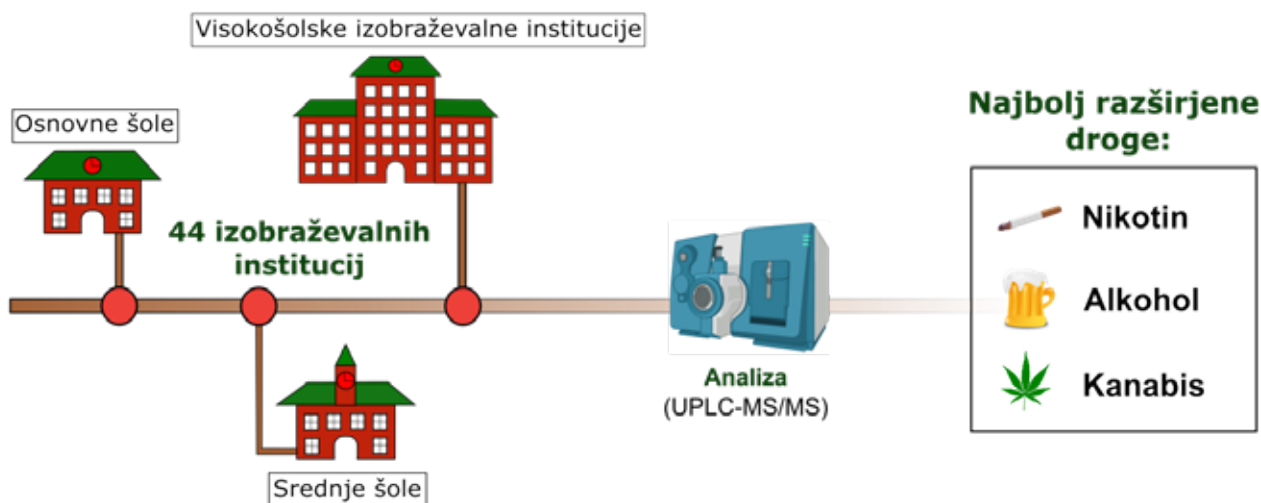
Rezultati so pokazali, da so najbolj razširjene droge nikotin, alkohol in kanabis. Med zdravili, ki se zlorabljajo, so določili ostanke morfina in kodeina, medtem ko je med stimulanse prevladoval kokain. Izkazalo se je, da na razširjenost vpliva predvsem stopnja izobraževanja: najbolj so opazne razlike med osnovnimi šolami in preostalimi vključenimi izobraževalnimi institucijami. Izsledki raziskave so bili objavljeni v reviji *Science of the Total Environment*.

Epidemiologija odpadnih vod (ang. Wastewater-Based Epidemiology, WBE) je pristop, ki temelji na kemijski analizi odpadne vode na vsebnost posameznih drog ali njihovih presnovnih produktov, t.i. biomarkerjev, s katero lahko ocenimo uporabo drog v ciljni populaciji. Najbolj poznana uporaba pristopa WBE je letni mednarodni monitoring uporabe stimulansov v splošnih populacijah (mesta, občine) – Sewage Analysis CORE group Europe, SCORE monitoring, ki ga podpira Evropski center za spremljanje drog in zasvojenosti z drogami (EMCDDA) in v katerem od leta 2017 sodeluje tudi Institut »Jožef Stefan« s podatki za slovenska mesta.

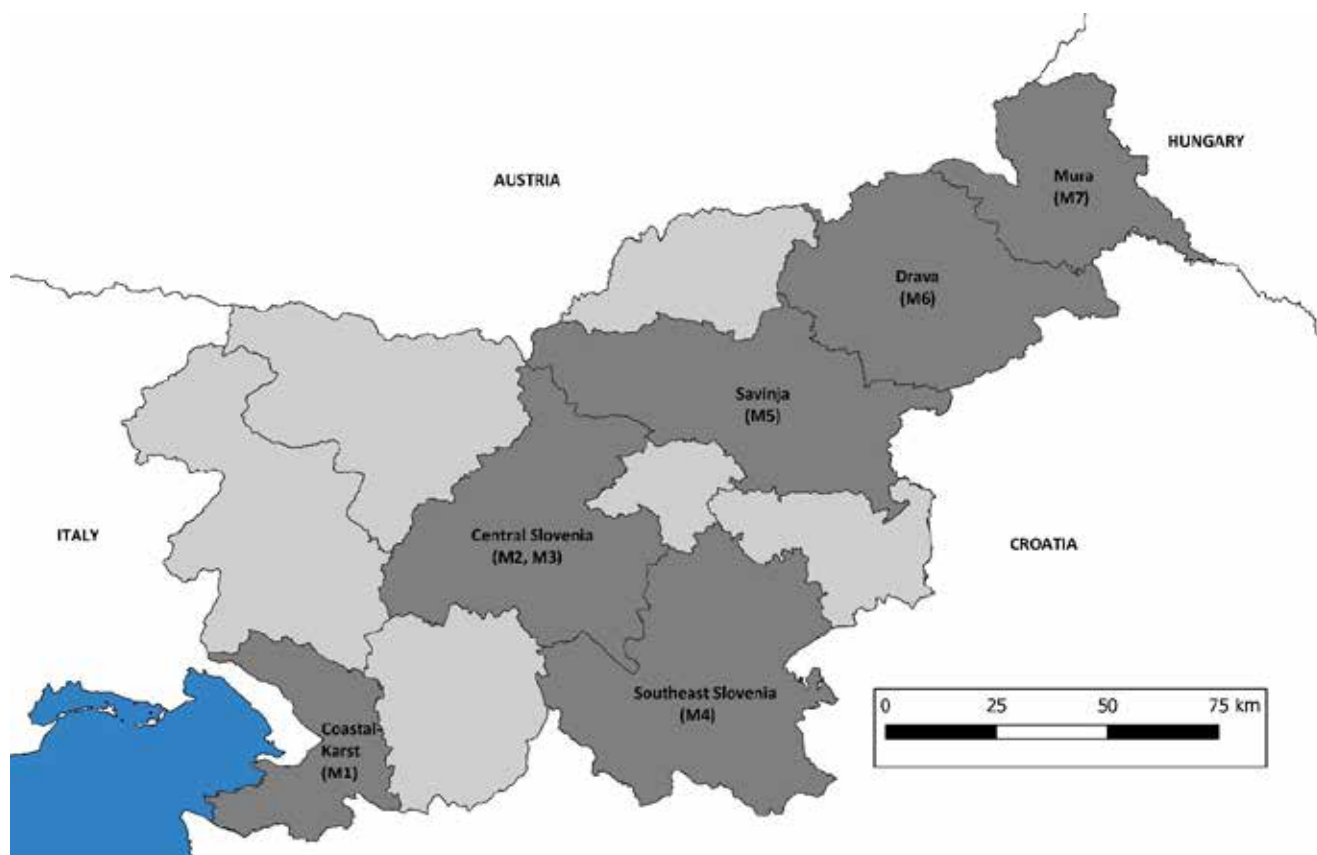
Pristop WBE se kot komplementarna tehnika pridobivanja podatkov o razširjenosti izbranih spojin, kot so droge, lahko uporablja tudi v specifičnih populacijah, kot so izobraževalne institucije. V primerjavi s konvencionalnimi tehnikami pridobivanja informacij o trendih uporabe drog med mladostniki (populacijske raziskave) je omenjeni pristop tako tehnično kot časovno manj zahteven in omogoča pridobivanje podatkov v skoraj realnem času.

V raziskavo je vključenih 44 izobraževalnih ustanov

Z uporabo analize odpadnih vod so raziskovalci skupine za organsko analizo Odseka za znanosti o okolju Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. dr. Ester Heath proučili razširjenost uporabe dovoljenih drog (nikotina / tobaka in alkohola), zdravil, ki se zlorabljajo (morfin, kodein in metadon) ter prepovedanih drog (kanabis, kokain, amfetamin, metamfetamin, ekstazi in heroin) v slovenskih izobraževalnih institucijah. V raziskavo so vključili 44



Razširjenost drog



Slika 1: Zemljevid Slovenije, ki prikazuje razporeditev občin vzorčenja (M1–7) po statističnih regijah.

izobraževalnih institucij, ki ponujajo različno stopnjo izobraževanja (19 osnovnih šol, 10 srednjih šol, 9 visokošolskih izobraževalnih ustanov in 6 izobraževalnih ustanov, ki ponujajo srednješolsko in višjo izobrazbo). Proučevane izobraževalne ustanove so izbrali tako v urbanih kot neurbanih območjih v 7 slovenskih občinah iz 6 statističnih regij. Rezultate o razširjenosti drog so primerjali glede na stopnjo izobraževanja, geografsko lego in urbanizacijo, preverili pa so tudi ujemanje z rezultati epidemioloških študij (Evropska raziskava o alkoholu in preostalih drogah med šolsko mladino – ESPAD, izvedena med 15–16-letniki; Z zdravjem povezano vedenje v šolskem obdobju – HBSC, izvedena med 11-, 13-, 15- in 17-letniki; SCORE monitoring 2019, splošna populacija).

Najbolj razširjene droge: nikotin, alkohol in kanabis

Rezultate analize odpadnih vod so predstavili s pogostostjo pojavljanja biomarkerjev drog v vzorcih izobraževalnih ustanov (PP; pogostost pojavnosti, to je odstotek vzorcev, ki vsebujejo biomarker nad mejo detekcije). Rezultati kažejo na prisotnost drog, ki niso bile nujno zaužite v izobraževalnih institucijah zaradi daljših časov izločanja presnovnih produktov drog v urinu. Poleg tega šolsko okolje zajema poleg šolarjev, dijakov in študentov tudi učiteljski zbor, podporno osebje in obiskovalce, ki

lahko tudi prispevajo k pojavnosti določenih biomarkerjev v odpadnih vodah.

Iz rezultatov analize vzorcev odpadnih vod izobraževalnih institucij (Razpredelnica 1) lahko povzamemo, da:

- ▶ so bile v splošnem nikotin, alkohol in kanabis najbolj razširjene droge, pri čemer je bila razširjenost alkohola in kanabisa, kljub različni dostopnosti (dovoljena uporaba alkohola po 18. letu starosti proti dovoljeni uporabi THC le v medicinske namene) primerljiva;
- ▶ so bila med zdravili, ki se zlorabljajo, določeni biomarkerji morfina in kodeina, biomarkerji metadona pa so bili pod mejo detekcije;
- ▶ je bil med stimulansi najbolj razširjen kokain;
- ▶ so bile v vzorcih glede na raven izobraževanja prisotne različne vrste drog (z različno pojavnostjo biomarkerjev). Izstopajo: različna razširjenost nikotina, alkohola in kanabisa (osnovne šole: nikotin > kanabis > alkohol, preostale šole: enaka razširjenost, biomarkerji detektirani v 100 % vzorcev), visoka stopnja pogostosti pojavljanja morfina v visokošolskih izobraževalnih institucijah (pogostost pojavljanja, PP = 83 %) ter pojavnost amfetamina, specifična za vzorce visokošolskih izobraževalnih ustanov;
- ▶ so bili nikotin, alkohol, kanabis in kokain določeni v izobraževalnih institucijah vseh sedmih

Preglednica 1 : Pojavnost biomarkerjev drog v vzorcih odpadnih vod vseh izobraževalnih institucij (PP, n = 40).

Droga	Biomarker	PP [%]
Nikotin (tobak)	HCOT	98
	Kotinin	100
	Nikotin	100
Alkohol	Etilsulfat	80
Morfin	Morfin	40
Kodein	Kodein	23
Metadon	Metadon	n. d.
	EDDP	n. d.
Kanabis	THC-COOH	93
Kokain	Kokain	75
	Benzoilekgonin	50
	Kokaetilen	8
Amfetamin	Amfetamin	5
Metamfetamin	Metamfetamin	13
Ekstazi	MDMA	15
Heroin	6-acetilmorfin	n. d.

n. d. – ni detektiran (< LOD)

EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MDMA – 3,4-metilenedi-oksümetamfetamin, THC-COOH – 11-nor-9-carboksi- Δ 9-tetrahidrokanabinol

občin, medtem ko je bil v skoraj vsaki občini določen biomarker vsaj enega zdravila, ki se zlorablja. Biomarkerji vseh tarčnih drog (z izjemo metadona in heroina) so bili določeni le v Ljubljani;

- ▶ obstaja povezava med dostopnostjo / uporabo kokaina ter urbanizacijo, pri čemer je bila tudi so-uporaba alkohola in kokaina določena le v vzorcih urbanih območij;
- ▶ se je kljub razlikam v razširjenosti drog glede na raven izobraževanja, geografsko lego in urbanizacijo le raven izobraževanja izkazala kot dejavnik, ki vpliva na opažene razlike. Razlike so bile predvsem med osnovnimi šolami in preostalimi izobraževalnimi institucijami.

Prisotnost drog med mladostniki – analiza odpadnih vod kot komplementarna študija populacijskim raziskavam

Primerjavo rezultatov analize odpadnih vod iz izobraževalnih institucij in populacijskih študij moramo obravnavati kritično, saj ima vsaka izmed uporabljanih metod tako prednosti kot slabosti. Primerjava izsledkov obeh študij nakazuje, da:

- ▶ so bile kot posledica razlik v metodologiji, času vzorčenja odpadnih vod ter izvedbe anket in načinu poročanja odstopanja v pridobljenih rezultatih (WBE in ESPAD ter HBSC). Skladna je bila velika razširjenost kanabisa.

- ▶ nezaznana uporaba metadona sovpada z razliko v starosti problematičnih uporabnikov opioidov (65 % starih 31-40 let) in mladostnikov, ki končajo visokošolsko izobraževanje (41,8 % starih < 25 let);
- ▶ se rezultati dobro ujemajo z rezultati ostalih študij (izvedenih med mladostniki in v splošni populaciji), ki temeljijo na analizi odpadnih vod.

Projekti

Institut »Jožef Stefan« koordinira projektno nalogo z naslovom: *Prepovedane droge, alkohol in tobak: epidemiologija odpadnih vod, uspešnost čiščenja in ranljivost vodnega sistema*, ki jo financira ARRS ter sofinancirajo JP VODOVOD KANALIZACIJA SNA-GA, d. o. o., JP Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik, d. o. o., Mariborski vodovod, d. d., Javno Podjetje-Azienda Pubblica Marjetica Koper, d. o. o., Komunala Novo mesto, d. o. o. in Komunalno podjetje Velenje, d. o. o.).

Več informacij:

- ▶ <http://www.espad.org/>,
- ▶ <http://www.hbsc.org/>,
- ▶ <https://score-cost.eu/monitoring/>,
- ▶ <http://www.emcdda.europa.eu/topics/waste-water>,
- ▶ <http://www.environment.si/en/projects/11-9191/>

prof. dr. Ester Heath, Polona Strnad
IJS, Ljubljana

Vedeti kaj, kdaj, kje in kako je temelj, narediti vse to inovativno, razvojno naravnano in tehnološko dovršeno pa je tisto, kar nas dviguje nad povprečje. Želimo vam, da bi v letu 2022 uspešno ustvarjali to razliko!

Cenjeni bralci, poslovni partnerji in oglaševalci, dosegajmo odličnost skupaj.

Srečno!

PRAZNIČNO OBDARUJEMO

–20 % za vse izdelke iz Butika IRT3000

Preverite, ali se med odličnimi IRT izdelki skriva tudi darilo, ki si ga že dolgo želite podariti.

irt3000.si/irt-butik/

P. S.: 20-odstotni popust lahko uveljavite do 20. decembra ali ga ob nakupu izdelkov iz IRT butika zamenjate za brezplačno naročnino na spletno revijo IRT3000 (vrednost 30 €!).



NOV LABORATORIJ ZA GRAVITACIJSKO FIZIOLOGIJO INSTITUTA »JOŽEF STEFAN«

Dvajset let dela raziskovalcev Odseka za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. dr. Igorja Mekjaviča je danes obeležilo nov mejnik. V Nordijskem centru Planica so v sodelovanju z Evropsko vesoljsko agencijo, Ministrstvom za izobraževanje, znanost in šport in Ministrstvom za gospodarski razvoj in tehnologijo slovesno zagnali »človeško centrifugo« in tako odprli Laboratorij za gravitacijsko fiziologijo Instituta »Jožef Stefan«.



Človeška centrifuga

Laboratorij bo prispeval k raziskavam za ohranjanje zdravja in dobrega počutja astronautov med prihodnjimi misijami v vesolje in ljudi za življenje na Zemlji, Slovenija pa se bo postavila ob bok najuspešnejšim državam na svetu in dvema evropskima državam s podobnima laboratorijema, Franciji in Nemčiji.

Po prvih poskusnih raziskavah pred dvajsetimi leti, vzpostavitvi višinske sobe v hotelu v Planici leta 2007 in posebni podpori Evropske vesoljske agencije za raziskave vplivov hipoksije na procese adaptacije na breztežnost v letu 2011 tako raziskovalno delo na področju vesoljske fiziologije doživlja nov mejnik. Današnji uspešen zagon »človeške centrifuge« in s tem odprtje Laboratorija za vesoljsko fiziologijo bo dosedanje raziskave še nadgradil, saj bo prispeval k ohranjanju zdravja in dobrega počutja astronautov med prihodnjimi misijami v vesolje in ljudi na Zemlji.

Laboratorij za vesoljsko fiziologijo so danes slovesno odprli predstavniki partnerjev projekta. Generalni direktor Evropske vesoljske agencije dr. Josef Aschbacher je bil nad Planico navdušen: »ESA je zelo vesela, da v svoj program dodaja Nordijski center Planica, saj ima ta edinstveno sposobnost, da lahko izvaja raziskave pri hipoksiji. Prihodnje misije v vesolje bodo najverjetneje hipoksične, saj bodo omogočile gradnjo z lažjimi konstrukcijami ali zmanjšale tveganje za dekompresijsko bolezen med zunanjimi

in operacijami na površju. Rezultati tako imenovane Bed rest raziskave se lahko uporabijo za pripravo na vesoljske polete ljudi in nam bodo v veliko pomoč pri pripravi prihodnjih misij.«

Ministrica za izobraževanje, znanost in šport dr. Simona Kustec je potrdila, da se v Sloveniji vesoljski sektor od leta 2016, ko je Slovenija podpisala pridružitveni sporazum z ESO, hitro razvija. »Mnoga podjetja in raziskovalne institucije, med njimi vsekakor Institut 'Jožef Stefan', se z inovativnimi proizvodi in storitvami uvrščajo v sam svetovni vrh. Vesela sem, da je uspešnost raziskovalnega programa Planiškega laboratorija Instituta 'Jožef Stefan' prepoznala tudi ESA in financirala nadgradnjo 'človeške centrifuge'.«

Direktor NC Planica dr. Franci Petek je poudaril, da so v Nordijskem centru predani stalnemu razvoju z namenom, da postanejo eden najboljših športnih centrov na svetu. »V Nordijskem centru smo zelo ponosni, da smo lahko del te zgodbe. Kdo ve, morda bodo prav spoznanja iz 'planiškega' Esinega laboratorija nekoč omogočila življenje ljudi v drugih sferah vesolja!«

Direktor Instituta »Jožef Stefan« prof. dr. Boštjan Zalar je izpostavil odlično delo sodelavcev Odseka za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. dr. Igorja Mekjaviča: »Z današnjim zagonom človeške centrifuge v Planici se slovenski laboratorij postavlja ob bok najbolj razvitim na svetu in dvema v Evropi na področju vesoljskih raziskav. V čast nam je, da nam zaupa Evropska vesoljska agencija, s katero uspešno sodelujemo že več kot deset let. Tako smo v Planici postavili pravi evropski kampus, ki bo zdaj še v večji meri lahko gostil številne znanstvenike in študente s celega sveta.«

Zagon »človeške centrifuge« in odprtje Laboratorija za vesoljsko fiziologijo Instituta »Jožef Stefan« ponuja možnost prebojnih mednarodnih in interdisciplinarnih raziskav na tem področju, ki bo nedvomno privabila slovenske in tuje znanstvenike k sodelovanju na področju vesoljske fiziologije in medicine, s čimer bo slovensko znanje še bolj vključeno v prihodnje odkrivanje vesolja.

www.ijs.si

INDUSTRIJSKI FORUM **IRT** 2022

FORUM ZNANJA IN IZKUŠENJ

Predstavitve strokovnih prispevkov
Strokovna razstava
Aktualna okrogla miza
Podelitev priznanja TARAS

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



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

Portorož, 6. in 7. junij 2022

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

www.forum-irt.si

JAKŠA MAGNETNI VENTILI

od 1965

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



www.jaksa.si



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

BIONIKA, NJEN RAZVOJ IN POVEZAVE Z INDUSTRIJO

Za spopadanje s krizo, povezano s podnebnimi spremembami, se človeštvo srečuje z velikimi izzivi, kako napraviti proizvodnjo učinkovito, optimizirano, energetsko nepotratno, s čim manjšimi količinami odpadkov in v povsem personalizirani obliki po zahtevah kupcev. In ravno zaradi tega se danes razvijajo tudi bionični integrirani sistemi, ki so biološko navdihnjeni.



Simbolična slika, ki ponazarja bionični in strojni dotik ob podpori AI (Stock photo)

Protislovja, ki nastanejo pri prenosu bioloških principov v inženirsko zasnovo, se rešujejo na različne načine, tudi z BioTRIZ-om (metodologija za ekološke inovacije). BioTRIZ je metodologija, ki je v celoti sposobna obravnavati nasprotja med biologijo in tehnologijo. Danes se izvajajo študije z računalniško podprto inženirsko analizo, ki vključuje metodo Taguchi in metodo TOPSIS, za optimalno zasnovo bioničnih izdelkov. Razvijajo se tudi genetski algoritmi za reševanje naslednjih večkriterijskih problemov pri načrtovanju tiskanih vezij (PCB): pakiranje elementov PCB znotraj modulov, postavitev nepravilno oblikovanih komponent na PCB in drugo. Rezultati simulacijskih poskusov potrjujejo, da imajo bionični algoritmi boljšo konvergenco in boljšo kakovost oblikovalskih odločitev v primerjavi z drugimi znanimi algoritmi, ki se uporabljajo za večkriterijsko avtomatizirano sintezo. Zanimiv je primer delovanja bioničnih algoritmov na podlagi morfoloških značilnosti dreves, ki rastejo proti svetlobi, in iz tega se je razvil inteligen algoritem bionične optimizacije. Eksperimentalni rezultati kažejo, da ima ta algoritem manj ponovitev, hitrejšo konvergenčno hitrost, večjo natančnost in boljšo sposobnost optimizacije kot genetski algoritem. Zanimiv je tudi povsem nov bionični algoritem samouravnovežnega robota za večdimenzionalno vrednotenje odločanja (SRMDE). Konvergence algoritma SRMDE izboljšajo kakovost dosedanjih rešitev. V prihodnje bodo prav bionični algoritmi izboljševali delovanje robotskih in avtomatiziranih sistemov. Evolucijskimi algoritmi bodo namreč izjemno pomembni pri reševanju problema kontinuirane optimizacije funkcij.

Zasnova bionične optimizacije strukture pa je ena od pomembnih metod lahkega oblikovanja. V naravi je veliko nosilnih topoloških struktur z visoko specifično togostjo, katerih mehanske lastnosti in nosilni mehanizmi so precej različni. Te učinkovite nosilne strukture v naravi zagotavljajo pomemben navdih za strukturno bionično zasnovo. Kako uresničiti komplementarno integracijo bioloških prednosti, je pomemben problem v vseh raziskavah bionike. Na podlagi metode preslikave inverzije razmerja (RMI) in teorije snov-element (ME) je danes predlagana metoda bioničnega načrtovanja strukture, ki je usmerjena v integracijo bioloških prednosti. Predlagana metoda uporablja element razširljivosti na interdisciplinaren način za inovativno in učinkovito reševanje tega problema. Z uporabo optimizacije topologije, bionike in 3D-tiskanih modelov pri natančnem litju je podjetje Sogclair, dobavitelj vesoljske industrije, uspelo zmanjšati težo svojih aluminijastih vrat za 30%. Tem bioničnim procesom sledijo seveda tudi drugi.

Procesna bionika je nov pristop k preoblikovanju procesov

Procesna bionika je pomembna pri standardizaciji in avtomatizaciji procesov, da se doseže večja učinkovitost. Postavlja pa tudi temelje za spremembe, ne le v zvezi z inovacijami, temveč tudi v miselnosti in vedenju ljudi. Procesno rudarjenje danes izboljša tradicionalno zajemanje podatkov. Oblikovanje izdelka je najpomembnejša razvojna faza izdelka za celostno optimizacijo celotnega ravnovesja izdelka glede trajnosti, ekonomskih vidikov in učinkovitosti. Pomembni poslovni in procesni podatki postajajo surovina prihodnosti. Procesno rudarjenje je danes novo, zmogljivo orodje, ki ponuja inovativen digitalni pristop, ki združuje rudarjenje podatkov in optimizacijo procesov. Podprto je z resničnimi podatki, zagotavlja dragocen, podroben vpogled v procese odločanja v podjetju in navaja načine za njihovo izboljšanje. Z novim konceptom je na primer Deloitte Process Bionics procesno rudarjenje razširil na celosten pristop digitalnega upravljanja. Ta vizionarski model sledi paradigmi naravnih procesov, kot so nevronska mreženje, umetna inteligenca, prilagajanje in evolucija. Spreminjajoče se proizvodno okolje, za katero so značilne agresivna konkurenca v svetovnem merilu in hitre spremembe v procesni tehnologiji, zahtevajo ustvarjanje proizvodnih sistemov, ki jih je mogoče enostavno nadgraditi in v katere je mogo-

če zlahka integrirati nove tehnologije in nove funkcije. Da bi odgovorili na te nove zahteve, je bil pred časom predstavljen Bionic Assembly System (BAS). BAS temelji na konceptih avtonomije, sodelovanja in inteligence svojih enot. Sistem predlaga uporabo avtonomnih mobilnih robotov v proizvodnem okolju. Mobilni roboti dajejo sistemu fleksibilnost in povečujejo dinamiko celotnega procesa.

Gradnja bionične dobavne verige zahteva celovito digitalno preobrazbo, kjer imajo zaposleni in vodje ključno vlogo. Bionična dobavna veriga vodi do bistvenih izboljšav učinkovitosti. Lahko poveča prihodke za 10 %. Poleg tega ima potencial za zmanjšanje stroškov proizvodnje, skladiščenja in distribucije vse do 30 %. Prav tako se lahko hitreje odzove na nenadne spremembe povpraševanja, ponudbenih cen in trgovinske politike. V zadnjem desetletju je digitalizacija pripomogla k izboljšanju številnih funkcij dobavnih verig. Podjetja so uvedla avtomatizacijo, napredno analitiko in umetno inteligenco (AI), da bi optimizirala vrednost operacij dobavne verige za posebne primere uporabe, vključno z napovedovanjem povpraševanja in načrtovanjem proizvodnje. Danes so funkcije dobavne verige, kot so načrtovanje, proizvodnja in distribucija, v mnogih podjetjih le polavtonomne.

Digitalni bionični dvojčki in biološko navdihneno inženirstvo

Z zaostreno tržno konkurenco se mora proces razvoja izdelkov intenzivno pospeševati, zahtevata se namreč hitra inovacija izdelkov na vseh področjih in učinkovito sodelovanje med oblikovanjem in proizvodnjo. Za reševanje tega vprašanja se že združujejo bionika in digitalni dvojčki (DT) kot potencialna rešitev. Prvotno je bila predlagana digitalna bionika dvojčkov (DTB) s koevolucijskim mehanizmom produktivnih dvojčkov (vključno za virtualne in fizične izdelke) in produkcijski dvojčki (vključno za virtualno in fizično proizvodnjo). Predstavljeni so že simbiotični koevolucijski mehanizmi za integracijo

procesov razvoja izdelkov in proizvodnje. Rezultati kažejo, da integracija bionike in DT lahko pospeši inovacije in razvoj novih izdelkov (predvsem na področju zdravstva in medicine) in pomaga pri doseganju učinkovitega upravljanja proizvodnje. V kontekstu hitrega razvoja in pospeševanja proizvodnje se srečamo tudi z biointeligenco, ki je ena najbolj znanih poti tehnoloških inovacij. V prihodnosti se pričakuje, da bodo biološki in tehnični sistemi medsebojno delovali in se učili drug od drugega, da bi optimalno rešili dano proizvodno nalogo. Danes se že razvijajo tudi modeli, ki bodo zagotovili interoperabilnost biointeligentnih proizvodnih sistemov.

Za gospodarstvo je najbolj pomembna komercializacija inovacij v izdelke z visoko dodano vrednostjo, o tem so prepričani tudi v BCG – Boston Consulting Group. Gre za eno največjih svetovnih družb na svetu, ki svetujejo podjetjem in vladam. Izhajajo iz dejstva, da je človeška ustvarjalnost eliksir, ki poganja tehnološki razvoj in ustvarja preboje v vseh sektorjih – od zdravstva, energetike, sodobne industrije in drugih področij. BCG ima vrhunske strokovnjake, ki proučujejo družbenoekonomske okoljske izzive in so osredotočeni predvsem na inovacije, ki spremenjajo svet. Zanimiva je izjava predsednika BCG Henderson Institute (možganskega centra), ki je prepričan, da »se moramo osredotočiti na domišljijo, ker konkurenčna prednost v teh časih ne traja več dolgo«. Njegova izjava se glasi: »Če bi bili vodja svoje industrije v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, bi lahko pričakovali, da boste na vrhu vsaj 10 let. Zdaj se je to obdobje skrajšalo na eno do dve leti.« Nadaljuje: »To pomeni, da se podjetja ne morejo osredotočiti le na optimizacijo včerajšnjega poslovnega modela; ustvariti morajo nove. S svojo ustvarjalnostjo moramo ustvariti novo rast.« Domišljija pomeni ustvarjanje miselnih modelov stvari, ki še ne obstajajo, in BCG danes daje veliko težo tudi bioniki.

Janez Škrlec, inž. meh.
Uredništvo revije Ventil

Mednarodni natečaj vector award

za aplikacije z energijskimi verigami in sistemi e-verig s kablji



- nagrade do 5.000 evrov
- prijave do:
11. februarja 2022
- pišite nam:
lin-tech@hennlich.si



HENNLICH

Pokličite nas:

041 386 035



www.hennlich.si

POSADILI SMO 200 DREVES

Ob 25. obletnici smo si pri HENNLICH-u zadali nalogo, da bomo še bolj poudarili ekološki vidik izdelave strojnih delov v industriji in s tem zmanjševanje CO₂ izpustov v okolju, kjer deluje naše podjetje. Zato smo se odločili za sajenje dreves ob kranjski vpadnici in na Sorškem polju.

V HENNLICH-u se kot dobavitelji tehničnih komponent zavedamo aktualnega in perečega problema pregrevanja ozračja in onesnaževanja okolja, npr. z izpusti CO₂ ali mazalnimi sredstvi. Zavedamo se, da tako že med izdelavo visoko zmogljivih strojnih delov za industrijo kot tudi med samo uporabo v industriji prihaja do obremenjevanja okolja.

Za drevesa mnogi pravijo, da so pljuča naših mest. Dnevno zmanjšujejo izpuste toplogrednih plinov in hkrati v poletnih mesecih skrbijo za prijeten naravni hlad na vročih ulicah. Poleg tega so vidni simbol trajnostnosti, h kateri stremimo v HENNLICH-u.

Občini Kranj smo donirali del dreves za zasaditev novega drevoreda ob vzhodni vpadnici v Kranj in tako postali botri dreves. Drevesa so posajene ob Cesti Staneta Žagarja do križišča z Ulico Mirka Vadnova, kjer je sedež našega podjetja. Drevesa je priskrbel arborist Erik Vidmar iz podjetja Flora, v objektiv pa nas je ujel fotograf Borut Cvetko iz Mediaspeeda.

Poleg tega se je naš tim po vzoru igusovih® natečajev manus® in vector®, ki spodbujata uporabo bolj ekološke tehnične plastike, letos podal v gozd in tudi konkretno prispeval k zmanjševanju izpustov CO₂. Na Sorškem polju smo zasadili kar 200 novih smrek in hrastov in tako pomagali obnoviti drevesni sestoj gozda, ki ga je pred dvema letoma uničil vetrolom. Tako je vsaka slovenska prijavljena aplikacija na natečaj manus®, natančneje na HENNLICH-ov vzporedni natečaj SLO manus, simbolično prejela svoje drevo. Njeni lastniki oz. konstruktorji pa so na tak način pripomogli k bolj zeleni uporabi strojnih delov iz tehnične plastike.

Zakaj se lahko plastika brez zadržkov postavi na zeleno stran industrije?

Strojni deli, izdelani iz tehnične plastike, imajo v primerjavi z običajnimi deli več prednosti že med izdelavo komponente, med samo uporabo in na koncu življenjske dobe. Naj naštejemo nekaj dejstev:

Pri proizvodnji 1 m³ plastike se porabi približno 50 % manj energije kot pri proizvodnji 1 m³ jekla ali aluminija. Porabi se tudi manj nafte. Od celotne svetovne porabe nafte se je za proizvodnjo tehnične plastike porabi le 0,5 %.

Plastični strojni deli prepričajo tudi med uporabo. Kar za 80 % lažji deli zmanjšujejo obrabo drugih



Matej Tomšič, direktor podjetja HENNLICH d. o. o., in Janež Černe, podžupan Občine Kranj (vir: Mediaspeed)

strojnih delov in privarčujejo energijo za obratovanje stroja. Če pogledamo primer iz avtomobilske industrije: polimerni ležaj tehta le 1 g, primerljiv jekleni ležaj pa kar 5 g. Pri 200.000.000 dobavljenih ležajev za avtomobilsko industrijo je to kar 800 ton teže oz. energije, ki jo lahko prihranimo.

Še eno posebno lastnost imajo plastični polimeri. Ne potrebujejo mazanja. Nasprotno pa običajni kovinski ležaji letno na celem svetu porabijo kar 27 milijonov ton maziv. Kar 50 % vseh uporabljenih maziv žal pristane v okolju.

Posebnost plastičnih ležajev je tudi njihova življenjska doba. Majhna obraba, odpornost na ekstremne temperature, brezhibno delovanje v prašnih ali vlažnih okoljih so prednosti, ki polimerne ležaje postavljajo na prvo mesto. Poleg tega omogočajo izračun življenjske dobe in tudi uporabo v sistemih za napovedano vzdrževanje za industrijo 4.0.

Po izteku življenjske dobe se ležaji bodisi reciklirajo bodisi uporabijo kot gorivo.

Iz tehnične plastike podjetje igus izdeluje tudi energijske verige. Inovativno uporabo energijskih verig in sistemov verig s kablji spodbuja z natečajem vector award.

Mednarodni natečaj vector award 2022 bo potekal že osmič. Prijave zbiramo do 11. februarja 2022. Prijavite se na: lin-tech@hennlich.si ali na <https://www.igus.eu/info/vector-award>.

Vir:

gradivo podjetja HENNLICH d. o. o in igus GmbH

Matic Butja
butja@hennlich.si



Vector award 2022

REKTORJEVA NAGRADA ZA NAJ INOVACIJO 2021 TUDI RAZISKOVALCEM FS

Tradicionalno tekmovanje Rektorjeva nagrada za naj inovacijo Univerze v Ljubljani spodbuja inoviranje in pomaga inovatorjem na poti do trga. Tekmovanje je bilo razdeljeno v dve kategoriji: 1. kategorija študentk in študentov, alumen in alumnov in 2. kategorija raziskovalk in raziskovalcev, redno zaposlenih na Univerzi v Ljubljani. Trije najbolj prodorni v vsaki kategoriji so prejeli priznanja in nagrade (1. mesto 3000 evrov, 2. mesto 2000 evrov, 3. mesto 1000 evrov). Rektorjeva nagrada je skupen projekt Univerze v Ljubljani (UL) in Ljubljanskega univerzitetnega inkubatorja (LUI).

V kategoriji raziskovalke/raziskovalci je rektor UL prof. dr. Gregor Majdič nagrado za 2. mesto podelil podjetniški skupini, ki so jo sestavljali dr. Luka Lorbek, Luka Porenta, Klemen Hvala in prof. dr. Andrej Kitanovski, za inovacijo EASE - napredni sistem za hlajenje elektronskih naprav.

EASE je napredni hladilni sistem z večjo sposobnostjo hlajenja v primerjavi z obstoječimi tehnologijami. Primarno je namenjen hlajenju elektronskih naprav, ki se trenutno hladijo z vodo. To so toplotno najzahtevnejše naprave, kot npr. vrhunski procesorji, grafične kartice in moduli IGBT. Izum temelji na inovativnem termodinamičnem ciklu, zaradi česar je zmožen odvesti približno 300 % več toplote kot primerljiv vodni hladilnik. Pri tem bi bil lahko bolj kompakten in bi naprave hladil na nižje temperature. Obenem je zasnovan tako, da lahko uporabniki prehod na to tehnologijo opravijo z menjavo samo dveh komponent obstoječega vodnega hladilnika, zato je uporaba možna tudi za nadgradnjo že obstoječih vodnih hladilnih sistemov. Poleg hlajenja elektronskih naprav bi se lahko uporabil tudi



za hlajenje laserjev, baterij v e-mobilnosti ter drugih aplikacij, kjer se trenutno uporablja vodno hlajenje. Rektor UL prof. dr. Gregor Majdič je ob koncu dejal: »Iskrene čestitke vsem prejemnikom nagrad. Upam in verjamem, da bodo vse predstavljene inovacije pomagale pri družbenem napredku in družbenih procesih.«

www.fs.uni-lj.si

NEPREKINJEN NADZOR STANJA HIDRAVLIČNEGA FILTRA IN OBRATOVALNEGA STANJA STROJA

Darko Lovrec, Vito Tič

Izvleček:

Poleg hidravlične črpalke in aktuatorja, ki ju imamo za stalni vitalni komponenti hidravličnega sistema, je tudi hidravlični filter na povratnem vodu vedno prisotna, nepogrešljiva komponenta vsakega hidravličnega sistema. Razen tega, da je filter namenjen zgolj čiščenju hidravlične tekočine in ohranjanju zelene stopnje čistoče, ga lahko koristno vključimo tudi v sistem nadzora hidravličnega sistema in posredno celotnega stroja.

Če ima povratni filter prigraden ustrezen senzor za merjenje padca tlaka preko filtrskega vložka, lahko pridemo do številnih koristnih podatkov, ki omogočajo vpogled v stanje hidravlične naprave in stroja. V primeru električnega senzorja za merjenje padcev tlaka lahko signal ne samo zajemamo in njegovo vrednost prikazujemo, temveč ga vključimo v veliko bolj napreden nadzorni sistem naprave. V prispevku so prikazane možnosti, ki jih ponuja neprekinjeno (angl. on-line) spremljanje padca tlaka na filtrskem vložku: od trenutnega stanja zapolnjenosti filtra, prepoznavanja obratovalne faze stroja, obremenjenosti stroja, nenadne poškodbe hidravličnih komponent, poškodbe filtrskega vložka in veliko več.

Ključne besede:

hidravlični filter, padec tlaka, neprekinjen nadzor stanja, indikacija sprememb, možnosti uporabe

1 Uvod

Številni sodobni stroji in naprave, ki obratujejo samodejno, neprekinjeno, odmaknjeno od vzdrževalnega osebja ali pa spadajo v skupino strateško pomembnih strojev in naprav v podjetju, potrebujejo nenehno 24 urni nadzor stanja (angl. on-line condition monitoring). Velika večina takšnih strojev in naprav ima vgrajen hidravlični pogonsko-krmilni sistem. Nenehno spremljanje stanja celotnega hidravličnega sistema in vseh njegovih vgrajenih komponent je zato velikega pomena in koristno, pogosto nuja.

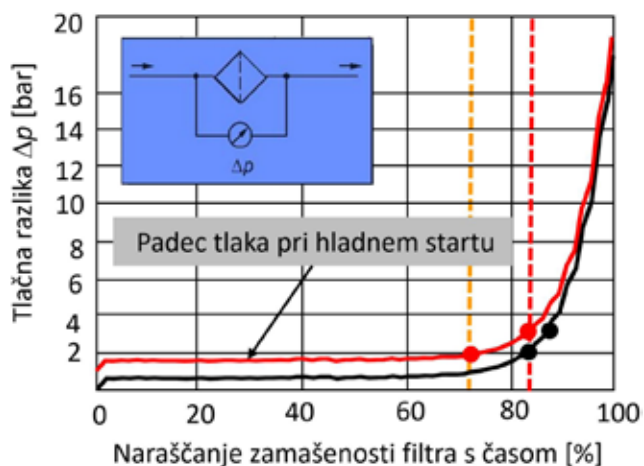
Sodobni hidravlični sistemi, ki so že opremljeni s sistemom za nenehno spremljanje stanja uporabljane tekočine in posameznih komponent, so pogosto nadgrajeni še s sistemom za samodiagnozo stroja. Le na ta način lahko dovolj zgodaj prepoznamo porajajoče se nepravilnosti v delovanju komponent in stroja ter preprečimo večje okvare in zastoje. Ti sistemi pogosto uporabljajo namenske senzorje, s pomočjo katerih lahko zaznavamo in spremljamo stanje na daljavo in tako pravočasno zaznamo nenadne spremembe v delovanju hidravličnega sistema tako v vgrajeni hidravlični tekočini kot v posamezni hidravlični komponenti. Posredno tako dobimo informacije o stanju celotnega stroja ali naprave.

Prof. dr. Darko Lovrec, univ. dipl. inž., izr. prof.
dr. Vito Tič, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Nekatere od bolj osnovnih funkcij nadzora stanja in samodiagnoze stroja je mogoče izvesti tudi z merjenjem, beleženjem in vrednotenjem padca tlaka na hidravličnem filtru, nameščenem na povratnem vodu. Z uporabo sodobnih tehnik obdelave signalov pa lahko informacijo o padcu tlaka na filtru uporabimo tudi kot indikator za neprekinjeno spremljanje širšega stanja.

2 Ozadje delovanja hidravličnega filtra

Filtre v hidravličnih sistemih uporabljamo za odstranjevanje netopnih trdnih delcev (tujkov oz. kontaminantov) iz hidravlične tekočine in za zmanjšanje koncentracije teh delcev. Gre za delce obrabe in drugih različnih nečistoč, ki so nastali zaradi delovanja hidravličnih komponent ali so prišli v hidravlični sistem iz okolice ali pa z vgradnjo komponent. Nečistoče lahko poškodujejo hidravlični sistem na dva načina. Večji trdni delci (npr. kovinski delci kot posledica obrabe) in druge nečistoče (npr. >50 µm, kot so delci rje, pesek, vlakna, delci barve, tesnil ...) lahko povzročijo nenadne motnje v delovanju hidravličnega sistema, zlasti regulacijskih ventilov. Manjši obrabni delci (npr. <10 µm) delujejo v hidravličnem toku kot abraziv, kar povzroči povečano obrabo ozkih rež in robov krmilnih drsnikov. Povečana obraba vodi do večjega notranjega puščanja, kar ima za posledico večjo izgubo moči in dvig temperature. Škodljivost trdnih delcev je odvisna od njihove trdote, velikosti in koncentracije delcev ter od občutljivosti posameznih sestavnih delov komponent.



Slika 2: Možen padec tlaka pri hladnem startu ter vpliv na javljanje in odpiranje obtočne povezave

ko »napačno« javljeno stanje (indikator v rumenem polju) vzamemo v zakup – počakamo, da temperatura naraste na obratovalno vrednost in viskoznost upade, kar vodi do manjšega padca tlaka. Pri električnem indikatorju (senzor diferencialnega tlaka) pa je potrebno nadgraditi logiko krmilja stroja.

Električno spremljanje stanja zamašenosti filtra lahko uporabimo še za druge namene identifikacije stanja stroja. Tako ob nenadnem zmanjšanju padca tlaka lahko sklepamo na porušitev filtrskega elementa, npr. zaradi previsoke tlačne konice v povratnem vodu oz. nasprotno: v primeru intenzivnejšega ali celo nenadnega povečanja padca tlaka pa lahko sklepamo na povečano obrabo ali porušitev ene od vgrajenih komponent – prisotnih več delcev obrabe. V obeh primerih je potrebno spremljati še časovni potek sprememb – čas trajanja spremembe (vgrajena logika na osnovi izkušenj). Omenjeno velja v primeru stalne uporabe filtra enakega tipa in istega proizvajalca.

3 Kontinuirano spremljanje stanja filtra na testni napravi

Vsa omenjena stanja se pojavljajo na vsakem stroju z vgrajenim hidravličnim sistemom: polnjenje filtra z nečistočami med običajnim obratovanjem, porast stopnje nečistosti tekočine ob nepravilnem dolivanju sveže, a onesnažene tekočine, faze hlajenja hidravlične tekočine (vklop hladilnega sistema in učinkovitost hladilnega sistema ter porabljena moč za hlajenje), nočni in dnevni režim obratovanja, vpliv temperature okolice, v kateri deluje naprava, povečan padec tlaka ob hladnem zagonu, nenadno povečanja padca tlaka v primeru okvare vgrajene komponente, nenaden upad tlaka v primeru porušitve filtrskega elementa pa mogoče še kaj.

Vsa ta stanja se v krajšem, v »časovno koncentriranem obdobju« pojavljajo, ko gre za testne naprave. Te običajno delujejo neprekinjeno v režimu 24/7, imajo fazo hladnega zagona in vsebujejo faze prekinitve

delovanja zaradi vmesnih kontrol stanja komponent. Če se testiranje izvaja do povečane obrabe posamezne komponente, se pojavi intenzivnejši porast delcev obrabe, prav tako pa lahko pride do odpovedi testirane komponente zaradi loma ali pa se lahko pojavijo povečane tlačne konice. Prav tako pa lahko spremljamo tudi učinkovitost hladilnega sistema pri uporabi hidravlične tekočine s posebnimi snovnimi lastnostmi (npr. z drugačno specifično toploto).

3.1 Testna naprava in njen namen

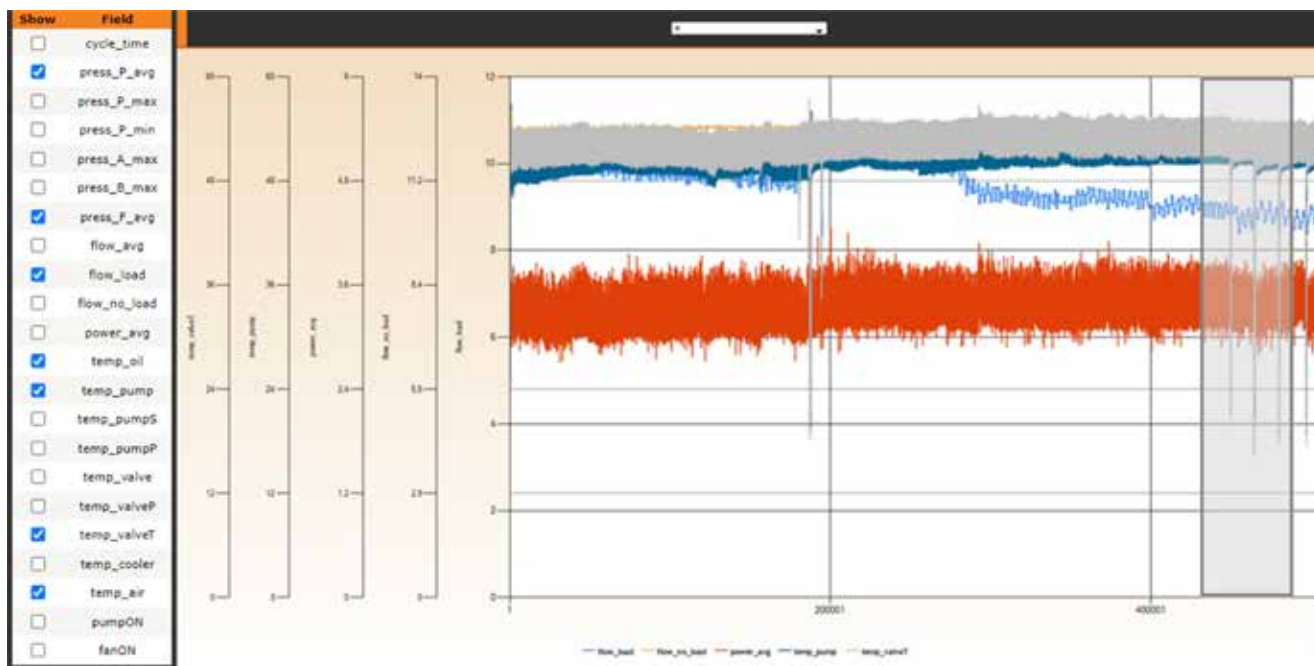
V obravnavanem primeru je problematika neprekinjenega spremljanja stanja filtra prikazana na primeru trajno delujoče testne naprave, namenjene za trajno testiranje hidravlične tekočine skupaj z realnimi hidravličnimi komponentami pod realnimi ali zaostrenimi obratovalnimi pogoji. Shema testne naprave z vsemi nameščenimi senzorji in dejanski videz dela naprave z nameščenim povratnim filtrom, opremljenim z elektronskim diferencialnim senzorjem tlaka, prikazuje *slika 3*. [5]

Testna naprava temelji na uporabi zobniške črpalke in bremenske enote z dvosmerno delujočim hidravličnim valjem s skožno batnico, ki se na vsaki strani opira na trdno oporo. Za krmiljenje gibanja valja je uporabljen proporcionalni ventil. Testna procedura je sestavljena iz vnaprej določenega števila ciklov obremenitve. [5]

Celotna testna naprava je zasnovana in namenjena za dolgotrajno, avtonomno in neprekinjeno delovanje v daljšem časovnem obdobju. Deluje lahko časovno neomejeno, nekaj mesecev, do določenega dogodka ali pa po vnaprej določenem številu ciklov obremenitve. Zaradi tega morajo biti vse komponente in vsi pomembni obratovalni parametri nenehno spremljani.

Glavni namen uporabe testne naprave je pospešeno staranje in degradacija hidravlične tekočine ter hidravličnih komponent. Z analizo testiranih komponent in stanja hidravlične tekočine po opravljenem testu ter z interpretacijo meritev, opravljenih med testom, lahko ugotovimo spremembe na komponentah, ki so se pojavile med delovanjem. Parametri, ki jih merimo v napravi, so nivo tekočine v rezervoarju, temperature, tlaki, pretok ... Tlačni senzorji so nameščeni za črpalke in na priključkih A in B proporcionalnega ventila, temperaturni senzorji za merjenje temperature tekočine pa so po celotnem sistemu, na različnih mestih vseh komponent. Nameščen je tudi senzor za merjenje temperature zraka okolice. Podatki vseh omenjenih senzorjev so potrebni, da lahko širše sklepamo o izvoru posledice napake, ki jo lahko zaznavamo tudi na filtru, kar je v ospredju te obravnave.

Za nadzor delovanja je uporabljen krmilnik Beckhoff PC CX5140 s 4 procesorskimi jedri, ki nudijo veliko računalniške moči za nadzor delovanja naprave, beleženje podatkov in zagotavljanje uporabniškega vmesnika z vizualizacijo. Krmilnik je razširjen z različnimi razširitvenimi moduli. Krmilnik



Slika 5 : Izbira kombinacije opazovanih parametrov celotnega sistema

Primer potekov posameznih sprememb izbranih parametrov prikazuje slika 5 z označenim oknom, v katerem želimo podrobneje pogledati posamezne spremembe.

4 Spremljanje različnih stanj in dogodkov na podlagi signala filtra

Za namene hitrih analiz in ugotavljanje trenutnega stanja in soodvisnosti med posameznimi veličinami je primerno uporabiti kar izvorno obliko prikaza, kot je to predstavljeno na sliki 5. Za podrobnejše analize in namene dokumentacije pa je možno podatke izvoziti v Excel in zasnovati grafe, kot to npr. prikazuje slika 6.

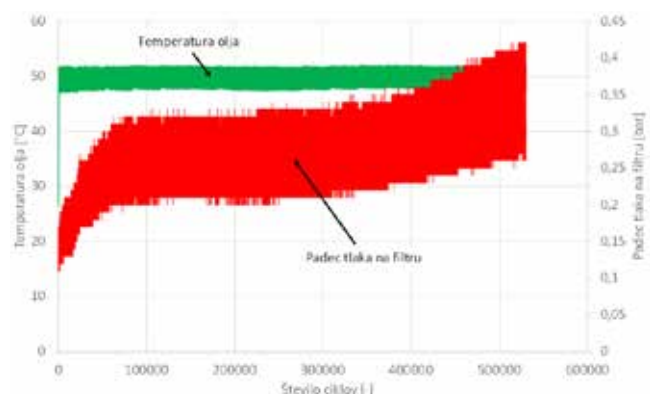
Slika 6 prikazuje rezultate diferenčnega tlaka na povratnem filtru med celotnim dolgotrajnim preskusom vzdržljivosti hidravlične tekočine skupaj s komponentami. Prva stvar, ki jo lahko opazimo, je faza utekanja komponent, med katero se diferenčni tlak na povratnem filtru hitro povečuje zaradi prekomerne obrabe komponent.

Fazi utekanja sledi zelo konstantna faza, kjer je diferenčni tlak na povratnem filtru zelo stabilen. Sklepamo lahko, da je v tej fazi zelo majhna obraba komponent. Dokaj veliko nihanje signala za tlak na filtru kaže vpliv spremembe temperature tekočine zaradi delovanja hladilnega sistema. Podrobnejša analiza bi razkrila tudi vpliv spreminjanja temperature okolice na trajanje faze hlajenja.

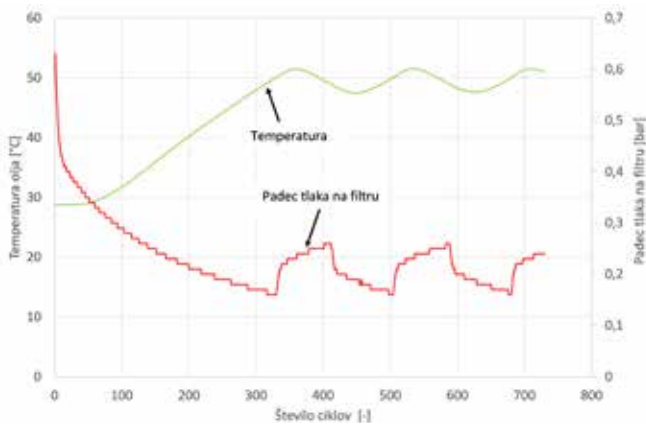
Po približno 300.000 ciklih (okoli 10 dni neprekinjenega delovanja) spreminjanja obremenitve opazimo začetek eksponentnega povečanja diferenčnega

tlaka na povratnem filtru zaradi začetka prekomerne obrabe komponent. Pri približno 530.000 ciklih je test ustavljen zaradi loma ohišja črpalke, kljub temu je jasno viden začetek eksponentnega povečanja diferenčnega tlaka na povratnem filtru.

Slika 7 podrobneje prikazuje spreminjanje tlaka na povratnem filtru med fazo zagona, med katero se temperatura olja dvigne na delovno temperaturo $50 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Učinek povišanja temperature in s tem zmanjšanja viskoznosti je jasno razviden s slike. Ko se temperatura dvigne na delovno temperaturo, se viskoznost olja zmanjša zaradi oslabiljenih kohezivskih sil, kar vodi do povečanih hitrosti filtracije in s tem daljšega časa za vzpostavljane tlaka pred filternim vložkom. Opazimo lahko, da diferenčni tlak na povratnem filtru upade z 0,7 bar pri nižjih temperaturah ob startu (v našem primeru je temperatura okolice znašala $20 \text{ }^\circ\text{C}$) na manj kot 0,2 bar (pri delovni temperaturi $50 \text{ }^\circ\text{C}$ in približno enaki temperaturi okolice).



Slika 6 : Potek sprememb tlaka na povratnem filtru med testom



Slika 7: Spreminjanja tlaka na filtru med fazo hladnega starta

Prav tako je v fazi konstantnega obratovanja (stacionarne razmere) dobro vidno nihanje vrednosti diferenčnega tlaka na filtru v velikosti približno 0,1 bar. To nihanje tlaka se pojavlja zaradi faz hlajenja tekočine, kjer se temperatura spreminja med 52 °C in 48 °C. Tako je dobro viden vpliv spremembe snovnih lastnosti tekočine (predvsem njene viskoznosti) na spremembo padca tlaka preko filtra.

5 Zaključek

Proces filtracije je povezan z več kompleksnimi fizikalnimi pojavi, ki kažejo na soodvisnost številnih lastnosti tekočin in trdnih snovi ter obratovalnih razmer. V okviru širše raziskave smo pokazali, da je mogoče analogne senzorne diferencnega tlaka učinkovito uporabiti za spremljanje stanja filtrirnega elementa in posledično tudi za spremljanje stanja hidravličnih komponent. Kontinuirani signal filtra je tako možno zelo koristno vključiti v nadzorni sistem hidravličnega sistema in celotnega stroja.

Na podlagi teh spoznanj bi lahko z nadaljnjimi študijami razvili korelacije med sedaj spremljanimi parametri in trendi sprememb Δp za napovedovanje preostale uporabne dobe filtrirnega elementa. Prav tako bi jih lahko skupaj z drugimi parametri uporabili za odkrivanje nenadnih sprememb Δp , ki bi lahko bile posledica hitro okvarjene določene komponente.

Literatura

- [1] Lovrec, D., Tič, V.: Hidravlika za mehatroniko, Univerzitetna založba Univerze v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 458 str., ISBN 978-961-286-217-6, 2018
- [2] Totten, G. E., De Negri, V. J.: Handbook of Hydraulic Fluid Technology, First Published 2012, CRC Press, doi: <https://doi.org/10.1201/b11225>, 982 str., 2012
- [3] Blok, P.: The Management of Oil Contamination, Koppen & Lethem, ISBN 90-9008458-4, 328 str., 1994
- [4] Casey, B.: How And Why To Monitor Hydraulic Filter Condition. Brendan Casey Blog. 2016. Available at: <https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/hydraulic-pumps-motors/article/21885276/how-and-why-to-monitor-hydraulic-filter-condition>.
- [5] Lovrec, D., Tič, V.: A new approach for long-term testing of new hydraulic fluids, New technologies, development and application IV; Lecture notes in networks and systems, ISSN 2367-3370, Vol. 233, Springer Natur. cop. 2021, vol. 233, str. 788–801, doi: 10.1007/978-3-030-75275-0_87, 2021.
- [6] Čakš, A., Tič, V.: Data Acquisition and Management of Hydraulic Components Test Device. International conference Fluid Power 2019. University of Maribor Press. 2019, str. 123–132, COBISS.SI-ID 22652950, 2019.

On-line monitoring of hydraulic filter and machine condition

Abstract:

In addition to the hydraulic pump and actuator, which are the ever-present vital components of the hydraulic system, the hydraulic filter on the return line is also the ever-present, indispensable component of any hydraulic system. Apart from the fact that the filter is primarily intended for cleaning the hydraulic fluid and maintaining the desired degree of cleanliness, it can also be used for hydraulic system monitoring and consequently maintaining stable operation of the entire machine.

If the return filter has a suitable sensor for measuring the pressure drop on the filter cartridge, we can obtain valuable information that allow us to observe the condition of the hydraulic device and the machine. If an analogue electrical sensor for measuring pressure drop is used, the signal can not only be captured and its value displayed, but the data can also be included in a much more advanced control system of the device. The paper presents the possibilities offered by continuous, on-line monitoring of the pressure drop on the return filter: from the present state of filter clogging, recognition of machine operating phase, machine load, sudden damage to hydraulic components, filter cartridge damage and much more.

Keywords:

hydraulic filter, pressure drop, on-line condition monitoring, indication of changes, possibilities of use

MODELIRANJE ŠARŽNIH BIOREAKTORJEV

Jožef Ritonja, Jernej Černelič, Andreja Goršek, Darja Pečar

Izvleček:

Poznavanje matematičnih modelov fermentacijskih procesov je nepogrešljivo za načrtovanje bioreaktorjev, simulacijo njihovega delovanja, optimiranje fermentacijskih procesov in načrtovanje in sintezo regulacijskih sistemov za njihovo vodenje. Prispevek se osredotoča na določitev dinamičnega matematičnega modela procesa fermentacije mleka, ki poteka v šaržnem bioreaktorju. V literaturi poznani modeli ne omogočajo analize vpliva temperaturnih sprememb na presnovo med fermentacijo. Članek prikazuje odkritja obsežne multidisciplinarnе študije, v kateri smo razvili nov matematični model, ki upošteva vpliv temperature na dinamiko sproščanja CO₂ med fermentacijo v šaržnem bioreaktorju. Na podlagi laboratorijskih poskusov in teoretične analize je bila najprej določena ustrezna struktura izpeljanega razširjenega modela. Nato smo z metodo optimizacije roja delcev identificirali modelne parametre preučevanega procesa. Na koncu smo meritve laboratorijskih poskusov primerjali s simulacijami z izpeljanim modelom. Izpeljani razširjeni model se je izkazal kot zelo primeren za simulacije, predvsem pa omogoča načrtovanje in sintezo krmilnih sistemov za šaržne bioreaktorje.

Ključne besede:

biotehnologija, bioproceno inženirstvo, fermentacijski proces, šaržni bioreaktorji, modeliranje fermentacijskega procesa, identifikacija parametrov, optimizacija z rojem delcev

1 Uvod

Biotehnologija je ena najpomembnejših znanstvenih in inženirskih disciplin 21. stoletja. Kongresni urad ZDA za tehnologije (Office of Technology Assessment of the United States Congress) je biotehnologijo definiriral kot »postopke, pri katerih se uporabljajo živi organizmi ali snovi iz teh organizmov za izdelavo ali izboljšanje proizvodov, za izboljšanje rasti rastlin ali živali ali za razvoj mikroorganizmov za posebno uporabo« [1]. Pomembnost in prodornost biotehnologije je posebej vidna, če jo primerjamo z drugimi, danes tudi zelo pomembnimi gospodarskimi panogami. Svetovni biotehnološki trg je bil za leto 2016 ocenjen na 369,62 milijard dolarjev in za leto 2017 na 414,50 milijard dolarjev [2]. To je približno štirikrat več, kot je ocenjena svetovna proizvodnja elektromotorjev (96,97 milijard dolarjev za leto 2017 [2]). Vzpon biotehnologije je izreden. Razvoj na področju raziskav je hiter in skokovit, industrijske implementacije novih znanstvenih odkritij so skoraj trenutne. Obstajajo napovedi, da bo leta 2025 biotehnološki trg dosegel vrednost 727,1 milijardo dolarjev, kar še povečuje prednost v primerjavi

z napovedano rastjo vrednosti trga elektromotorjev, za katerega ocenjujejo za isto leto vrednost 136,5 milijard dolarjev [3]. Dodatna pomembnost biotehnologije izhaja iz svetovne težnje po zmanjšanju ogljikovega odtisa. V mnogih primerih se odpadki iz kmetijstva ali obnovljive surovine uporabljajo kot izvorni material v biotehnoloških industrijskih aplikacijah. To je razlog, da je biotehnologija zelo pomembna tudi za zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv in za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Predvideva se, da lahko uporaba biotehnologije za industrijske procese vodi do zmanjšanja emisij ogljikovega dioksida kar za 50 %, porabe energije za 20 % in porabe vode za 75 % [4].

Bioproceno inženirstvo je biotehnološka disciplina, ki je odgovorna za prenos rezultatov znanstvenega dela v izdelke, procese ali sisteme, ki služijo potrebam družbe [5]. Čeprav je danes najbolj vidna in prodorna uporaba biotehnologije v proizvodnji biofarmaceutskih izdelkov, ima bioproceno inženirstvo pomembno vlogo tudi v obstoječih industrijskih panogah, ki izkoriščajo industrijsko fermentacijo za proizvodnjo etanola (pijače, gorivo), mlečne kisline (mlečni izdelki), ogljikovega dioksida, vodikovega plina, butandiola (farmacevtske in kozmetične aplikacije), propanodiola (proizvodnja biopolimerov), jantarne kisline (kemična, farmacevtska, živilska in kmetijska industrija), asparaginske kisline (proizvodnja polimerov), ... [6].

Industrijska fermentacija je temeljni biotehnološki proces. Definirana je kot »načrtovana uporaba mi-

Izr. prof. dr. Jožef Ritonja, univ. dipl. inž.,
dr. Jernej Černelič, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko; **prof. dr. Andreja Goršek**, univ. dipl. inž., **izr. prof. dr. Darja Pečar**, univ. dipl. inž., obe Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

vroorganizmov (bakterije, kvasovke, plesni, alge) ali celic (živalske ali rastlinske celice) za izdelavo proizvodov, koristnih za ljudi« [7]. Industrijska fermentacija se uporablja v več biotehnoloških panogah: v »beli biotehnologiji« – to je biotehnološko področje, ki se ukvarja z industrijskimi procesi za proizvodnjo uporabnih kemikalij (imenovano tudi »industrijska biotehnologija«), v »rdeči biotehnologiji« – to je biotehnološko področje, namenjeno farmacevtski industriji, v »rumeni biotehnologiji« – to je uporaba biotehnologije pri proizvodnji hrane, in v »sivi biotehnologiji« – to je biotehnologija, namenjena okoljskim aplikacijam [7].

Bioreaktorji so posode, v katerih se izvaja industrijska fermentacija. Razvrščeni so glede na njihovo konstrukcijo in posledično način delovanja. Obstajajo tri vrste bioreaktorjev: šaržni, šaržni z napajanjem in kontinuirni bioreaktorji. Za šaržne bioreaktorje je značilno, da med izvajanjem bioprocasa vsebina bioreaktorja nima stika z zunanjimi snovmi ali organizmi, ker je bioreaktor zaprt in dodajanje ali odvzemanje snovi v bioreaktor ali iz njega ni mogoče. Ta način delovanja dovoljuje enostavno konstrukcijo šaržnih bioreaktorjev, kar se odraža v nizkih proizvodnih stroških in preprostem vzdrževanju. Zato so šaržni bioreaktorji med vsemi najbolj razširjeni in uporabljeni. Šaržni bioreaktorji z napajanjem omogočajo, da med potekom bioprocasa dovajamo eno ali več hranilnih snovi v bioreaktor in s tem nadziramo hitrost reakcije. Vsi produkti ostanejo v bioreaktorju do konca procesa fermentacije. Kontinuirni bioreaktorji (imenovani tudi pretočni bioreaktorji) omogočajo kontinuiran dotok in odtok snovi ali organizmov v reaktor ali iz njega med izvajanjem bioprocasa. Mikroorganizmi (biomasa) v bioreaktorju se neprekinjeno hranijo.

Na področju raziskav in razvoja je nujno dopolnjevanje znanj biologije tudi z znanji iz nebioloških disciplin. Procesno inženirstvo, kamor sodi bioproceno inženirstvo, je bilo vedno tesno povezano z avtomatskim vodenjem. Proizvodni procesi v farmacevtski, živilski, kemični, naftni in drugih procesnih industrijah zahtevajo natančno vodenje veličin, ki opisujejo količino izdelka (masa, prostornina, pretok), in veličin, ki opisujejo pogoje med proizvodnim procesom (tlak, temperatura, kemične komponente). Natančno vodenje je potrebno za doseganje visoke kakovosti izdelkov in energetske učinkovitosti proizvodnje. Zahteve po natančnem vodenju v procesni industriji so imele velik vpliv na razvoj merilno-krmilne opreme (senzorji, aktuatorji, krmilniki) in na napredek v teoriji vodenja. Zanimivo je omeniti, da sta bila izum PID-regulacijskega algoritma in razvoj preprostih pravil za sintezo regulacijskih sistemov (Ziegler-Nicholsova metoda) neposredna posledica potreb v procesni industriji [8].

Osnovo metode za vodenje fermentacijskega procesa predstavlja dodajanje ali odstranjevanje mikroorganizmov in hranilnih snovi med fermentacijo

[9]. To je najbolj naraven način za vodenje fermentacije. Takšno vodenje je možno pri šaržnih bioreaktorjih z napajanjem in pri kontinuirnih bioreaktorjih. Šaržni bioreaktorji zaradi svoje preproste konstrukcije dodajanja ali odstranjevanja mikroorganizmov in hranilnih snovi (substrata) med delovanjem ne omogočajo. Zato pri teh bioreaktorjih izvedba vodenja na osnovi dodajanja in odvzemanja mikroorganizmov in substrata med fermentacijo ni možna. To predstavlja veliko pomanjkljivost šaržnih bioreaktorjev. Obstajajo še druge metode za nadzor procesa fermentacije, ki temeljijo na spreminjanju fizikalnih pogojev fermentacije. Te metode vodenja so možne za vse tri vrste bioreaktorjev. Njihova izvedba je odvisna od dodatne opreme. Na primer: z uporabo mešalnega sistema lahko spreminjamo količino raztopljenega kisika v mediju v bioreaktorju, z grelno-hladilnim sistemom lahko spreminjamo temperaturo v bioreaktorju.

Prvi korak v razvoju regulacijskih sistemov za vodenje procesov vedno predstavlja določitev primerne matematičnega modela reguliranega procesa. Zato je bil (in je še vedno) razvoj na področju modeliranja fermentacijskih procesov zelo intenziven. V literaturi zasledimo matematične modele različnih kompleksnosti in natančnosti, ki omogočajo predvsem načrtovanje vodenja šaržnih bioreaktorjev z napajanjem in kontinuirnih bioreaktorjev. Večina modelov je izpeljana na osnovi snovne bilance sistema in opisuje razmerja med količinami aktivnih snovi fermentacijskega procesa. Področje, ki obravnava dinamične matematične modele fermentacijskega procesa v primeru spreminjanja pogojev med fermentacijo (spreminjanje temperature, spreminjanje hitrosti mešalnih sistemov), je bistveno manj raziskano.

Večina industrijskih bioreaktorjev, v katerih potekajo šaržni fermentacijski procesi, deluje avtonomno, to je brez avtomatskega vodenja, s katerim bi vplivali na potek procesa. Ta je odvisen samo od začetnih vrednosti uporabljenih sestavin. Med potekom fermentacije namreč pri šaržnih bioreaktorjih ne moremo dodajati sestavin, s katerimi bi vplivali na potek fermentacije. Takšen način delovanja predstavlja veliko pomanjkljivost pri uporabi šaržnih bioreaktorjev.

V prispevku obravnavamo vodenje fermentacijskega procesa v šaržnem bioreaktorju. Možno ga je realizirati le s spreminjanjem pogojev fermentacije. Kot najprimernejši se je izkazal način, da na potek fermentacije vplivamo s spreminjanjem temperature vsebine bioreaktorja. Za sistematično načrtovanje takšnega vodenja je potrebno poznati dinamični matematični model, ki opisuje vpliv temperature na potek fermentacijskega procesa. Članek prikazuje strukturo takšnega matematičnega modela (poglavje 2), laboratorijski bioreaktorski sistem (poglavje 3), način določitve parametrov modela (poglavje 4), simulacijske rezultate, doblje-

ne s takšnim modelom (poglavje 5), in verifikacijo modela z meritvami na laboratorijskem šaržnem bioreaktorju (poglavje 6).

2 Matematični model fermentacijskega procesa v šaržnem bioreaktorju

Fermentacija je proces, pri katerem mikroorganizmi povzročijo razgradnjo substrata v fermentacijski produkt. Mikroorganizmi (biomasa), substrati in produkti fermentacije so prisotni pri vseh fermentacijah. Fermentacija je nelinearni kompleksni proces, katerega struktura in parametri so težko določljivi. V procesu fermentacije nastopa množica biokemičnih reakcij. Dodatno kompleksnost predstavljajo mutacije, s katerimi se mikroorganizmi prilagajajo okolju. Zato ne obstajajo matematični modeli, ki bi upoštevali vse vplivne dejavnike rasti mikroorganizmov in izvedbo procesa fermentacije in bi bili hkrati strukturno primerni (dovolj enostavni) za načrtovanje vodenja procesa.

V literaturi najdemo matematične modele različnih kompleksnosti, ki opisujejo dinamiko fermentacijskih procesov v šaržnih bioreaktorjih. Ti modeli večinoma temeljijo na masni bilanci snovi, ki nastopajo pri fermentaciji. V poglavju 2.1 predstavljamo izhodiščni matematični model fermentacijskega procesa, ki je največkrat uporabljen za opis dinamike fermentacije. Na osnovi tega modela smo v okviru našega dela razvili razširjen model, ki dodatno upošteva vpliv temperature na potek fermentacijskega procesa (poglavje 2.2).

2.1 Matematični model fermentacijskega procesa, ki ne upošteva vpliva spreminjanja temperature

Osnovni kinetični model je zapisan s sistemom treh nelinearnih diferencialnih enačb prve stopnje (1-3) [9, 10]:

$$\dot{x}_1(t) = \frac{\mu_m \left(1 - \frac{1}{P_i} x_3(t)\right) x_2(t)}{S_m + x_2(t) + \frac{1}{S_i} (x_2(t))^2} x_1(t) \quad (1)$$

$$\dot{x}_2(t) = - \frac{\mu_m \left(1 - \frac{1}{P_i} x_3(t)\right) x_2(t)}{S_m + x_2(t) + \frac{1}{S_i} (x_2(t))^2} x_1(t) \quad (2)$$

$$\dot{x}_3(t) = \left(\alpha \frac{\mu_m \left(1 - \frac{1}{P_i} x_3(t)\right) x_2(t)}{S_m + x_2(t) + \frac{1}{S_i} (x_2(t))^2} + \beta \right) x_1(t) \quad (3)$$

Spremenljivke stanja modela označujejo koncentracije sestavin v bioreaktorju:

$x_1(t)$ - koncentracija biomase (g/L),

$x_2(t)$ - koncentracija substrata (g/L),

$x_3(t)$ - koncentracija fermentacijskega produkta (g/L),

parametri modela so:

μ_m - maksimalna hitrost rasti biomase (h^{-1}),

P_i - inhibicijska konstanta produkta (g/L),

S_m - konstanta nasičenosti substrata (g/L),

S_i - inhibicijska konstanta substrata (g/L),

α - parameter, ki opisuje razmerje med donosom produkta in rastjo biomase, in

β - rastno neodvisna konstanta (h^{-1}).

Takšen matematični model nima vhodne spremenljivke in je avtonomen. To ustreza dejanski realizaciji fermentacije v šaržnih bioreaktorjih. Vse tri fermentacijske sestavine se na začetku fermentacije vnešejo v bioreaktor. Med fermentacijo jih ni mogoče dodajati ali odstranjevati. Dinamika procesa je odvisna samo od količine in kakovosti uporabljenih sestavin, tj. prehodni pojav modela je odvisen samo od začetnih vrednosti in od parametrov matematičnega modela.

Med postopkom fermentacije se koncentracija biomase in fermentacijskega produkta povečuje, koncentracija substrata pa zmanjšuje. V primeru nespremenljivih zunanjih pogojev (temperatura v bioreaktorju, hitrost vrtenja mešala) so ves čas trajanja fermentacijskega procesa vsi parametri osnovnega kinetičnega matematičnega modela konstantni. Predstavljeni matematični model omogoča preprosto in učinkovito simulacijo in analizo časovnih potekov koncentracij biomase, substrata in produkta v primeru različnih začetnih koncentracij. Glavna pomanjkljivost tega modela je nezmožnost upoštevanja vpliva spremembe temperature na proces fermentacije, kar je potrebno v primeru uporabe modela za načrtovanje regulacijskega sistema. Zato je potrebna takšna izpeljava matematičnega modela procesa fermentacije v šaržnem bioreaktorju, ki bo upoštevala vpliv spremembe temperature na potek procesa.

2.2 Matematični model fermentacijskega procesa, ki upošteva vpliv spreminjanja temperature

Na osnovi sistematičnih poskusov in temeljite analize izmerjenih rezultatov smo ugotovili, da imajo temperaturne spremembe na potek fermentacije podoben vpliv kot spreminjanje parametrov μ_m in α na odziv matematičnega modela [10-12]. Eksperimentalno je bilo pokazano, da sprememba temperature pomembno vpliva na parametra μ_m in α , medtem ko na druge parametre nima velikega vpliva. Ugotovljeno je bilo, da je μ_m povezan s hitrostjo fermentacije, vendar ne vpliva na končno vrednost fermentacijskega produkta. Nasprotno, parameter α vpliva na vrednost fermentacijskega produkta v stacionarnem stanju in ne vpliva bistveno na prehodni pojav.

To pomeni, da v primeru spremenljive temperature v bioreaktorju parametra μ_m in α ne bosta več

konstantna, temveč se bosta njuni vrednosti spreminjali. Zato smo osnovni matematični model fermentacijskega procesa razširili z dodatno diferencialno enačbo, s katero izračunavamo temperaturo v bioreaktorju, namesto konstantnih parametrov μ_m in α smo vpeljali temperaturno odvisna parametra $\mu_{m\vartheta}(t)$ in $\alpha_\vartheta(t)$. V [13] je bilo dokazano, da obstaja statično razmerje med temperaturo in parametri matematičnega modela. Ker se temperatura med fermentacijo giblje v relativno majhnem območju (previsoke ali prenizke temperature lahko poškodujejo mikroorganizme), smo uporabili linearno odvisnost med temperaturnim odklonom in odstopanjem parametrov modela. Tako izpeljan razširjen matematični model fermentacijskega procesa je prikazan z enačbami (4-7):

$$\dot{x}_1(t) = \frac{\mu_m(1+k\mu_m(x_4(t)-\vartheta_0))\left(1-\frac{1}{P_1}x_3(t)\right)x_2(t)}{S_m+x_2(t)+\frac{1}{S_1}(x_2(t))^2}x_1(t) \quad (4)$$

$$\dot{x}_2(t) = -\frac{\mu_m(1+k\mu_m(x_4(t)-\vartheta_0))\left(1-\frac{1}{P_1}x_3(t)\right)x_2(t)}{S_m+x_2(t)+\frac{1}{S_1}(x_2(t))^2}x_1(t) \quad (5)$$

$$\dot{x}_3(t) = \left(\alpha \frac{(1+k_\alpha(x_4(t)-\vartheta_0))\mu_m(1+k\mu_m(x_4(t)-\vartheta_0))}{S_m+x_2(t)+\frac{1}{S_1}(x_2(t))^2} \left(1-\frac{1}{P_1}x_3(t)\right)x_2(t) + \beta \right)x_1(t) \quad (6)$$

$$\dot{x}_4(t) = \frac{1}{T_{\vartheta cs}}(u(t) - x_4(t)) \quad (7)$$

kjer dodatni simboli predstavljajo:

$x_4(t)$ – dejanska temperatura v bioreaktorju ($^{\circ}\text{C}$),
 $u(t)$ – referenčna temperatura grelno-hladilnega sistema bioreaktorja ($^{\circ}\text{C}$),

$T_{\vartheta cs}$ – časovna konstanta člena 1. reda, ki predstavlja model grelno-hladilnega sistema bioreaktorja (h),

ϑ_0 – temperatura v bioreaktorju na začetku fermentacijskega procesa, običajno je ta temperatura enaka temperaturi okolice ($^{\circ}\text{C}$),

$k_{\mu m}$ – koeficient za ovrednotenje vpliva temperature na maksimalno hitrost rasti biomase ($^{\circ}\text{C}^{-1}$),

k_{α} – koeficient za ovrednotenje vpliva temperature na razmerje med donosom produkta in rastjo biomase ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Izpeljani razširjeni model ovrednoti vpliv temperature v prehodnem pojavu in v stacionarnem stanju. Razširjeni model (4-7) je po strukturi delno podoben osnovnemu temeljnemu modelu (1-3), po uporabnosti za namene načrtovanja regulacijskih sistemov je razširjeni popolnoma neprimerljiv s temeljnim modelom. Temeljni model je avtonomen in omogoča le simulacije odzivov koncentracij na začetne vrednosti fermentacijskih snovi. Nasprotno, razširjeni model predstavlja neavtonomni model

nelinearnih diferencialnih enačb, ki dodatno omogoča izračun dinamičnih profilov koncentracij komponent v bioreaktorju v primeru sprememb temperature.

3 Opis obravnavanega fermentacijskega procesa in laboratorijskega šaržnega bioreaktorja

V okviru raziskave smo se osredotočili na dinamično modeliranje procesa fermentacije v šaržnih bioreaktorjih. Zato sta v naslednjih poglavjih podrobneje opisana obravnavani proces fermentacije in šaržni bioreaktor s potrebno opremo za meritve.

3.1 Obravnavan fermentacijski proces

Predstavljena študija obravnava fermentacijo mleka s kefirnimi zrnji. Tradicionalno se kefir proizvaja z inokulacijo mleka s kefirnimi zrnji, ki so mešanica beljakovin, polisaharidov, mezofilnih, homofermentativnih in heterofermentativnih mlečnokislinskih streptokokov, termofilnih in mezofilnih laktobacilov, oecetnokislinskih bakterij in kvasovk. Fermentacija mleka z inokulumom traja približno 24 ur, v tem času homofermentativni mlečnokislinski streptokoki hitro rastejo in sprva povzročijo padec pH . Nizek pH spodbuja rast laktobacilov, vendar povzroči zmanjšanje števila streptokokov. Prisotnost kvasovk v mešanici skupaj s primerno temperaturo fermentacije ($21-23^{\circ}\text{C}$) spodbuja rast heterofermentativnih streptokokov, ki proizvajajo aromo. Ko fermentacija poteka, je rast mlečnokislinskih bakterij hitrejša od rasti kvasovk in oecetnokislinskih bakterij.

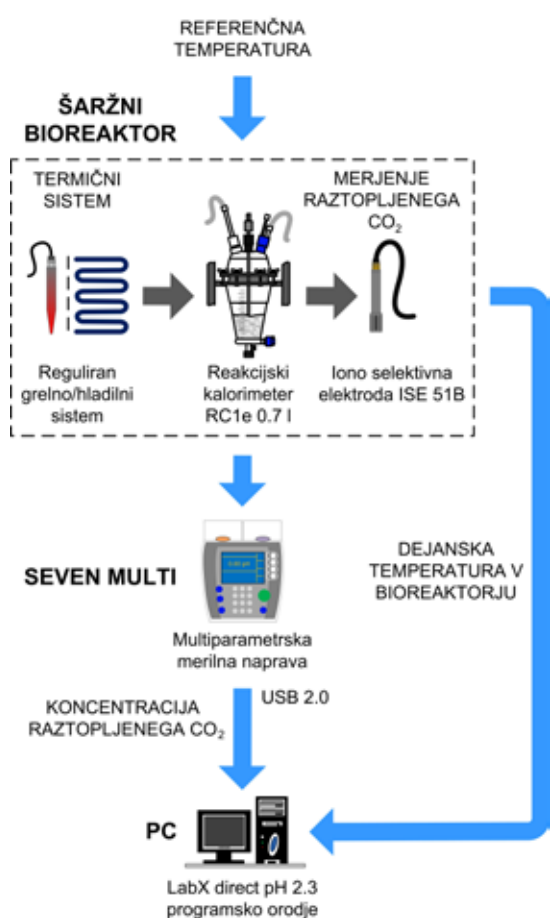
Pred začetkom fermentacijskih poskusov smo aktivirali 40 g kefirnih zrn tako, da smo jih 5 zaporednih dni spirali s hladno vodo in dajali v sveže pasterizirano polnomastno mleko (500 mL) pri sobni temperaturi. Fermentacijo smo sprožili tako, da smo v fermentorju segreli 500 mL svežega pasteriziranega polnomastnega mleka na želeno temperaturo in nato inokulirali s 40 g aktivnih kefirnih zrn.

Med fermentacijo nastajajo ogljikov dioksid, oacetna kislina, diacetil, acetaldehid, etil-alkohol in številne druge komponente, ki dajejo izdelkom značilen svež okus in aromo. Fermentacija mleka z razmnoževanjem kefirnih zrn je zaradi specifične narave mikrobnega metabolizma in nelinearnosti njegove kinetike zelo nelinearen in kompleksen proces, ki zahteva ustrezno vodenje. Za načrtovanje in sintezo vodenja fermentacijskih procesov je nujen matematični model primerne natančnosti in stopnje.

3.2 Laboratorijski bioreaktorski sistem

Za analizo fermentacijskega procesa, določitev strukture modela, identifikacijo parametrov in ve-

rifikacijo matematičnega modela smo uporabili laboratorijski sistem, ki je omogočal spreminjanje temperature v bioreaktorju in meritev časovnega poteka koncentracije v bioreaktorju. Laboratorijski sistem sestavljajo šaržni bioreaktor z reguliranim grelno-hladilnim sistemom in merilnim sistemom za merjenje raztopljenega ogljikovega dioksida v bioreaktorju ter sistem za zajemanje podatkov. Blokovni diagram laboratorijskega sistema je prikazan na *sliki 1*.



Slika 1 : Laboratorijski sistem za identifikacijo fermentacijskega procesa v šaržnem bioreaktorju

Takšen laboratorijski sistem je omogočal izvajanje nadzorovanih temperaturnih sprememb v bioreaktorju in dinamično merjenje koncentracij reaktantov in produktov procesa za ugotavljanje vpliva temperature na potek fermentacije. V nadaljevanju so podrobneje opisane posamezne komponente laboratorijskega sistema.

3.2.1 Šaržni bioreaktor

Proces fermentacije smo raziskovali v računalniško vodenem bioreaktorju RC1e podjetja Mettler Toledo. Uporabljeni šaržni bioreaktor je prikazan na *sliki 2* in podrobno opisan v [10, 12, 13].



Slika 2 : Šaržni bioreaktor Mettler Toledo RC1e

3.2.2. Grelno-hladilni sistem

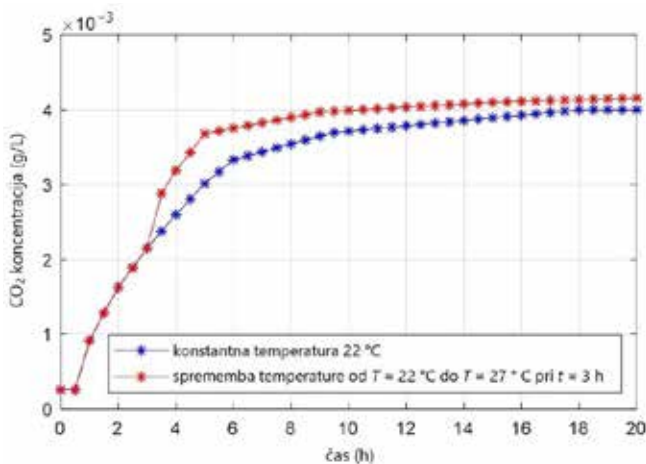
Za spreminjanje temperature reakcijske zmesi je bil uporabljen integriran grelno-hladilni sistem. Za prenos toplote služi silikonsko olje. Olje v zaprtem cirkulacijskem sistemu kroži skozi dvojni plašč bioreaktorja. Temperaturni regulacijski sistem ohranja temperaturo vsebine bioreaktorja na referenčni vrednosti [13]. V primerjavi z dinamiko procesa fermentacije je odziv grelno-hladilnega sistema zelo hiter. Identificirana časovna konstanta sistema je približno 6 min.

3.2.3. Sistem za merjenje raztopljenega ogljikovega dioksida

Opazovani fermentacijski produkt je bil ogljikov dioksid (CO_2), raztopljen v bioreaktorskem mediju. CO_2 je produkt celične presnove mikroorganizmov in je v našem primeru predstavljal izhodno veličino matematičnega modela ter služil kot pokazatelj fermentacije. Porazdelitev CO_2 v bioreaktorskem mediju je zelo homogena. Senzorji za merjenje koncentracije CO_2 so zanesljivi in natančni. Kot centralna enota je bila uporabljena večparametrna merilna naprava SevenMulti proizvajalca Mettler Toledo z možnostmi modularne razširitve. Za spremljanje koncentracije raztopljenega CO_2 v tekočem mediju smo aparat SevenMulti priključili na iono selektivno elektrodo ISE51B. Potencialni odziv elektrode na koncentracijo CO_2 je v semilogaritmskem merilu linearen v dveh dekadah koncentracije ($5 \cdot 10^{-4}$ g/L do $2 \cdot 10^{-2}$ g/L).

3.3 Eksperimentalni rezultati obravnavanega bioreaktorja

Na *sliki 3* je prikazan časovni potek koncentracije CO_2 za obravnavani fermentacijski proces v laboratorijskem bioreaktorju v primeru konstantne temperature mešanice v bioreaktorju ($22\text{ }^\circ\text{C}$) in v primeru, ko se je referenčna temperatura v bioreaktorju v trenutku, $t = 3\text{ h}$, povišala od $22\text{ }^\circ\text{C}$ na $27\text{ }^\circ\text{C}$. Iz dinamičnih profilov obeh koncentracij je viden vpliv povišane temperature: dvig temperature povzroči porast koncentracije CO_2 – povečata se strmina in končna vrednost časovnega CO_2 profila.



Slika 3 : Časovni potek koncentracije CO_2 v primeru konstantne temperature v bioreaktorju (modra krivulja) in v primeru dviga referenčne temperature od $22\text{ }^\circ\text{C}$ na $27\text{ }^\circ\text{C}$ (rdeča krivulja) v času $t = 3\text{ h}$.

4 Identifikacija parametrov matematičnega modela

Parametri matematičnega modela $\mu_m, P_i, S_m, S_p, \alpha, \beta, k_{\mu m}, K_{\alpha'}$ in T_{gcs} (4–7) so odvisni od kakovosti in količine snovi fermentacijskega procesa ter zunanjih dejavnikov (pogojev). V primeru nespremenjenih zunanjih pogojev ostanejo parametri med postopkom fermentacije večinoma nespremenjeni [14]. Parametre matematičnih modelov za fermentacijske procese v laboratorijskih ali industrijskih bioreaktorjih je možno izračunati z različnimi identifikacijskimi metodami iz izmerjenih trajektorij. V predstavljeni raziskavi smo za izračun parametrov uporabili optimizacijo z rojem delcev (Particle Swarm Optimization, kratica PSO).

PSO je bil izvorno predstavljen v [15]. PSO je metahevristični postopek, ki lahko zagotovi dovolj dobro rešitev optimizacijskega problema v primeru malo, nepopolnih ali nobenih predpostavk o optimiranem problemu. Med optimizacijo se roj delcev spreminja po izbranem območju. Optimizacijski algoritem v vsakem koraku izračuna kriterijsko funkcijo, nakar premakne vsak delec na najbolj utemeljeno lokacijo.

Za hitrejšo uporabo PSO za izračun parametrov modela smo uporabili funkcije iz knjižnice MathWorks MATLAB/Optimization Toolbox. Matlab funkcija `particleswarm.m` temelji na algoritmu, opisanem v [16], z uporabo modifikacij, predlaganih v [17]. Podrobnosti o algoritmu PSO v funkciji `particleswarm.m` so zapisane v [18].

Optimizacija je bila izvedena na osnovi izmerjenih časovnih potekov fermentacijskega produkta laboratorijskega bioreaktorja. Kriterijska funkcija je bila določena z integralom absolutnega odstopanja (Integral Absolute Error – IAE) med izmerjenim odzivom bioreaktorja in izračunanim odzivom modela.

Na osnovi približne ocene obsega parametrov modela smo omejili področje, kjer je algoritem iskal optimalne rešitve. Optimizacijski algoritem je spreminjal parametre matematičnega modela (4–7) tako dolgo, da je dosegel minimum kriterijske funkcije. Optimizacija je bila končana, ko je relativna sprememba kriterijske funkcije dosegla nastavljeno mejo.

Za določitev razširjenega matematičnega modela je bilo potrebno identificirati devet parametrov. PSO lahko uporabljamo za identifikacijo vseh parametrov hkrati, lahko pa parametre modela identificiramo v več fazah. S pomočjo sistematičnega poskušanja smo ugotovili, da je najprimerneje identificirati parametre v dveh fazah. V prvi fazi smo identificirali parametre $\mu_m, P_i, S_m, S_p, \alpha$ in β , v drugi fazi smo izračunali preostale parametre $k_{\mu m}, K_{\alpha'}$ in T_{gcs} .

4.1 Identifikacija parametrov $\mu_m, P_i, S_m, S_p, \alpha$ in β (parametri osnovnega modela)

V prvi fazi identifikacije so bili identificirani parametri $\mu_m, P_i, S_m, S_p, \alpha$ in β . To so parametri osnovnega matematičnega modela, ki opisuje fermentacijski proces v primeru konstantne temperature v bioreaktorju.

Tabela 1 : Začetne vrednosti veličin fermentacijskega procesa v šaržnem bioreaktorju

Veličina	Vrednost
začetna vrednost koncentracije biomase	$x_1(0) = 2,6\text{ mg/L}$
začetna vrednost koncentracije substrata	$x_2(0) = 9,0\text{ mg/L}$
začetna vrednost koncentracije produkta	$x_3(0) = 0,1\text{ mg/L}$
začetna temperatura vsebine bioreaktorja	$x_4(0) = 22\text{ }^\circ\text{C}$

Za identifikacijo parametrov smo najprej izmerili začetne vrednosti koncentracij biomase, substrata in fermentacijskega produkta v bioreaktorju. Izmerjene vrednosti so zapisane v *tabeli 1*.

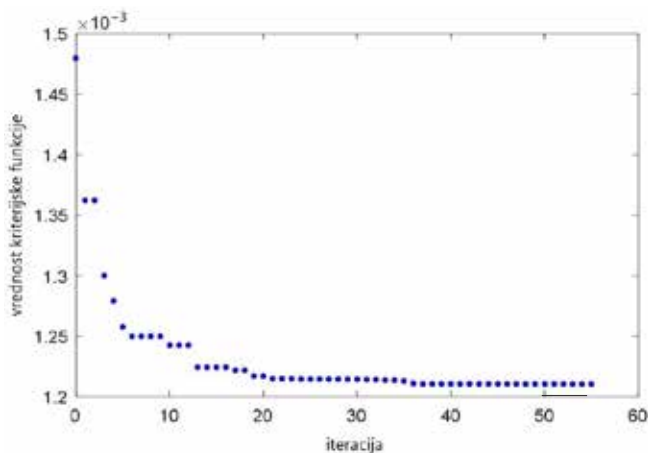
Sledila je fermentacija. Med potekom fermentacije so bili vsi zunanji pogoji (temperatura, hitrost mešala) konstantni. Ker je izhodno spremenljivko modela predstavljala koncentracija raztopljenega CO₂, smo merili samo to veličino. Koncentracija raztopljenega CO₂ predstavlja enega izmed produktov fermentacije, ki daje probiotični pijači značilen okus. Izmerjeni časovni potek koncentracije raztopljenega CO₂ pri konstantni temperaturi 22 °C je prikazan na *sliki 3* (modra krivulja). Kriterijska funkcija optimizacijskega algoritma je bila izračunana kot integral absolutnega odstopanja med izmerjenim potekom koncentracije raztopljenega CO₂ (*slika 3*) in izračunano spremenljivko prostora stanj $x_3(t)$ nelinearnega matematičnega modela (1-3). Algoritem PSO je spreminjal vrednosti identificiranega modela μ_m , P_i , S_m , S_i , α in β tako dolgo, da je kriterijska funkcija do-

segla minimalno vrednost. Časovni potek kriterijske funkcije je prikazan na *sliki 4*.

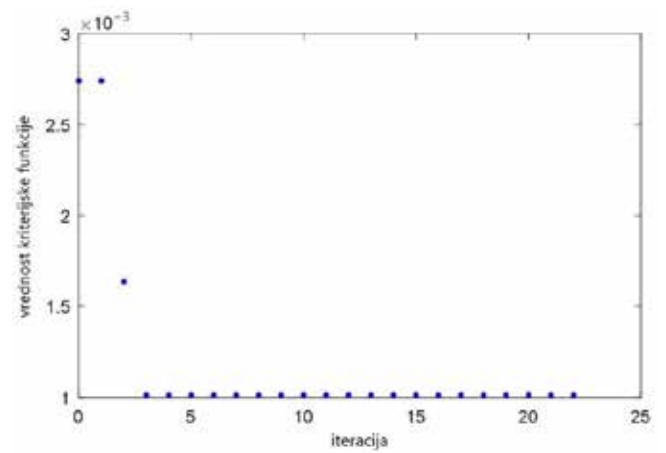
Kot je razvidno s *slike 4*, je bilo za izračun parametrov μ_m , P_i , S_m , S_i , α in β potrebnih manj kot 60 ponovitev. Identificirani parametri modela so predstavljeni v *tabeli 2*.

4.2 Identifikacija dodatnih parametrov razširjenega modela (parametri $k_{\mu m}$, k_α in T_{gcs})

V drugi fazi identifikacije smo določili parametre $k_{\mu m}$, k_α in T_{gcs} . Ti parametri so pomembni za razširjeni del matematičnega modela, ki opisuje vpliv spremenljive temperature na dinamično in statično obnašanje fermentacijskega procesa. Parametra $k_{\mu m}$ in k_α opisujeta vpliv spremenljive temperature na rast biomase in pridobivanje produkta, parameter T_{gcs} predstavlja časovno konstanto grelno-hladilnega sistema v bioreaktorju.



Slika 4 : Časovni potek IAE kriterijske funkcije med PSO parametrov μ_m , P_i , S_m , S_i , α in β



Slika 5 : Časovni potek IAE kriterijske funkcije med PSO parametrov $k_{\mu m}$, k_α in T_{gcs}

Tabela 2 : Parametri osnovnega modela fermentacijskega procesa v šaržnem bioreaktorju

Parameter	Vrednost
maksimalna hitrost rasti biomase	$\mu_m = 2,1 \text{ h}^{-1}$
inhibicijska konstanta produkta	$P_i = 0,75 \text{ g/L}$
konstanta nasičenosti substrata	$S_m = 0,03 \text{ g/L}$
inhibicijska konstanta substrata	$S_i = 1,0 \text{ g/L}$
parameter, ki opisuje razmerje med donosom produkta in rastjo biomase	$\alpha = 0,38 \frac{\text{g/L}}{\text{g/L}}$
rastno neodvisna konstanta (h^{-1})	$\beta = 0,002 \text{ h}^{-1}$
temperatura v bioreaktorju med potekom fermentacijskega procesa	$\vartheta_0 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

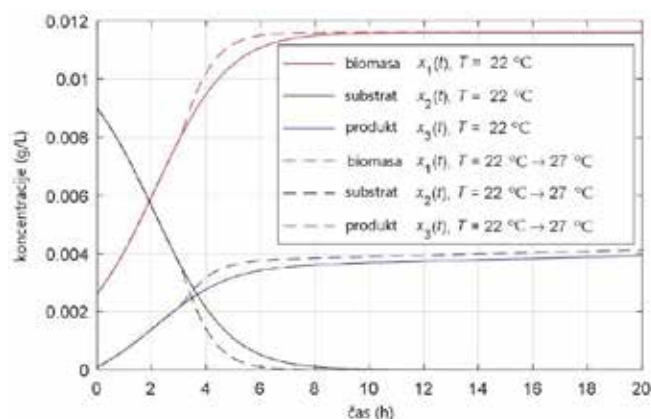
Tabela 3 : Parametri dodatnega dela razširjenega modela fermentacijskega procesa v šaržnem bioreaktorju

Parameter	Vrednost
koeficient za ovrednotenje vpliva temperature na maksimalno hitrost rasti biomase	$k_{\mu m} = 0,14 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$
koeficient za ovrednotenje vpliva temperature na razmerje med donosom produkta in rastjo biomase	$k_\alpha = 0,03 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$
časovna konstanta člena 1. reda, ki predstavlja model grelno-hladilnega sistema bioreaktorja	$T_{gcs} = 0,1 \text{ h}$
temperatura v bioreaktorju na začetku fermentacijskega procesa, običajno enaka temperaturi okolice	$\vartheta_0 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

Za identifikacijo teh parametrov smo fermentacijski postopek ponovili pri enakih začetnih pogojih. Tokrat smo med postopkom fermentacije spremenili referenčno temperaturo grelno-hladilnega sistema. Referenčno temperaturo smo stopnično spremenili v času, $t = 3$ h, od vrednosti 22 °C na 27 °C . Časovni potek raztopljenega CO_2 v primeru takšnega fermentacijskega procesa je prikazan na sliki 3 (rdeča krivulja). Ponovno je bila za identifikacijo parametrov modela uporabljena PSO z IAE kriterijsko funkcijo. Kriterijska funkcija je bila izračunana kot integral absolutnega odstopanja med izmerjenim potekom koncentracije raztopljenega CO_2 (slika 3) in izračunano spremenljivko prostora stanj $x_3(t)$ nelinearnega matematičnega modela (4–7). Algoritem PSO je spreminjal parametre identificiranega modela k_{um} , k_{a} in T_{gcs} tako dolgo, da je kriterijska funkcija dosegla minimum. Pri optimizaciji smo za parametre μ_{m} , P_{i} , S_{m} , S_{p} , α in β modela v kriterijski funkciji nastavili vrednosti, ki smo jih identificirali v prvi fazi identifikacije. Časovni potek kriterijske funkcije med postopkom identifikacije je prikazan na sliki 5.

5 Simulacijski rezultati razširjenega modela fermentacijskega procesa

Rezultati simulacije identificiranega razširjenega modela fermentacije v laboratorijskem bioreaktorju so prikazani na sliki 6. Prikazani so časovni odzivi koncentracij biomase, substrata in produkta v primeru konstantne temperature (polne črte), $T = 22\text{ °C}$, enake spremenljivke so v primeru stopnične spremembe referenčne temperature bioreaktorja od 22 °C na 27 °C v $t = 3$ h narisane s črtkanimi črtami. Očitno je, da temperaturne spremembe povzročajo znatne razlike v dinamiki vseh količin procesa fermentacije. Dejanska temperatura mešanice v bioreaktorju sledi spremembi referenčne temperature. Zakasnitev je majhna in ustreza kratki časovni konstanti regulirnega grelno-hladilnega sistema, $T_{\text{gcs}} = 0,1$ h.



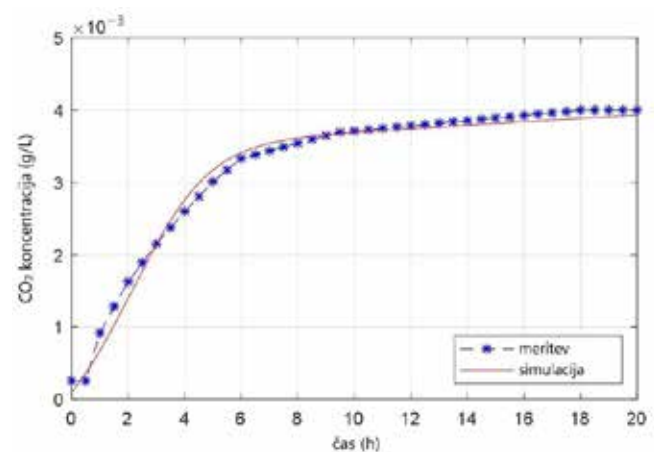
Slika 6 : Časovni potek spremenljivk stanja modela fermentacijskega procesa (koncentracije biomase, substrata in fermentacijskega produkta) v primeru konstantne temperature (neprekinjene črte) in v primeru stopnične spremembe temperature v bioreaktorju

6 Primerjava simulacij in eksperimentalnih rezultatov

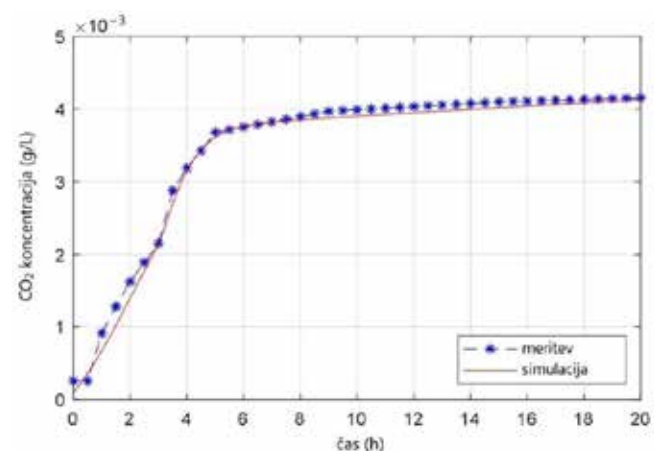
Ujemanje numeričnih izračunov identificiranega modela z rezultati meritev v laboratorijskem bioreaktorju je prikazano na slikah 7 do 9.

Na sliki 7 je prikazan koncentracijski profil CO_2 pri konstantni temperaturi 22 °C . Odziv identificiranega matematičnega modela se zelo dobro ujema z odzivom, izmerjenim v laboratorijskem bioreaktorju. Usklajevanje je vidno v vseh fazah fermentacijskega procesa: v začetni indukcijski fazi, v sledeči eksponentni fazi rasti ter v končni stacionarni fazi.

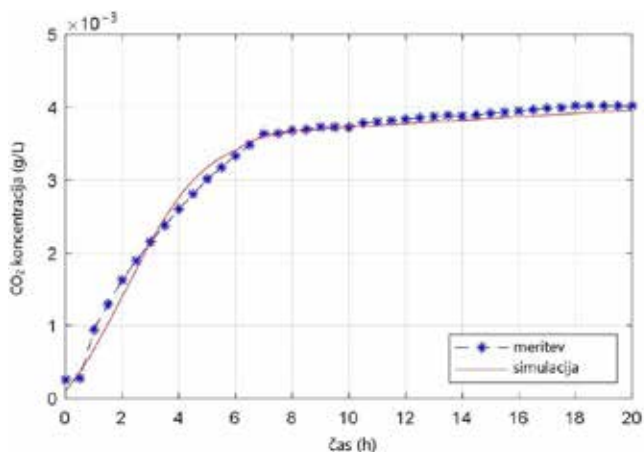
Na sliki 8 je prikazan rezultat fermentacije, kjer smo med procesom spremenili referenčno temperaturo grelno-hladilnega sistema. Referenčno temperaturo smo stopnično zvišali od 22 °C za 5 °C v času, $t = 3$ h. Posledica stopnične spremembe referenčne temperature je vidna v povečanju rasti produkta



Slika 7 : Merjeni in simulirani časovni potek koncentracije raztopljenega CO_2 med fermentacijo pri konstantni temperaturi 22 °C



Slika 8 : Merjeni in simulirani časovni potek koncentracije raztopljenega CO_2 med fermentacijo s spremenljivo temperaturo bioreaktorja (stopnična sprememba temperature od 22 °C na 27 °C v času, $t = 3$ h)



Slika 9 : Merjeni in simulirani časovni potek koncentracije raztopljenega CO₂ med fermentacijo s spremenljivo temperaturo bioreaktorja (stopnična sprememba temperature od 22 °C na 27 °C v času, $t = 6$ h)

po spremembi temperature. Tudi v tem primeru je ujemanje odzivov identificiranega modela in laboratorijskih meritev zelo dobro.

Na *sliki 8* je prikazana primerjava koncentracijskih profilov CO₂, pridobljenih s simulacijo in eksperimentom v primeru vhodnega signala, ki je bil predhodno uporabljen za identifikacijo parametrov modela. Smiselno je preizkusiti natančnost identificiranega matematičnega modela za spremenjen potek vhodne veličine (ko identificiramo z enim vhodnim signalom, verifikacijo modela pa opravimo z drugim vhodnim signalom). *Slika 9* prikazuje rezultate fermentacije, kjer je prišlo do stopničnega povečanja referenčne temperature od 22 °C za 5 °C pri $t = 6$ h. Podobno kot v prejšnjih primerih se oba odziva zelo dobro ujemata. Nekontinuiteta v odzivu, sicer manjša kot v prejšnjem primeru, je vidna pri $t = 6$ h. *Sliki 8* in *9* potrjujeta empirične ugotovitve, da je učinek spremembe temperature na proizvodnjo CO₂ večji na začetku fermentacije (visoka stopnja rasti) in manjši v drugem delu procesa fermentacije (nizka stopnja rasti).

Rezultati simulacije kažejo, da se izpeljani model lahko upravičeno uporablja za analizo bioprocsov, simulacije in razvoj krmilnega sistema. Identifikacija parametrov izpeljanega razširjenega modela ni zapletena, je pa časovno zamudna. Za namene identifikacije je potrebno najprej izvesti fermentacijski poskus pri konstantni temperaturi. Zatem moramo postopek fermentacije ponovno izvesti tako, da med procesom spremenimo temperaturo reakcijske zmesi.

7 Zaključki

Šaržni bioreaktorji so ceneni in enostavni za uporabo in vzdrževanje. Njihovo slabost predstavlja

šaržni princip obratovanja, ki ne predvideva zaprtostnega vodenja fermentacijskega procesa. Možno rešitev za realizacijo vodenja predstavlja uporaba grelno-hladilnega sistema, s katerim lahko s spreminjanjem temperature v bioreaktorju vplivamo na potek fermentacije. Za načrtovanje takšnega regulacijskega sistema je potrebna izpeljava matematičnega modela, ki bi opisoval vpliv spreminjanja temperature na potek fermentacije.

Osnovni model fermentacijskega procesa ne obravnava vpliva temperature na potek fermentacije. V članku je prikazana izpeljava razširjenega modela, ki omogoča kvantitativno ovrednotenje vpliva temperature na časovne poteke vseh veličin fermentacijskega procesa.

Najpomembnejše značilnosti predstavljenega razširjenega modela so:

- ▶ izpeljani model je opisan s sistemom štirih nelinearnih enačb 1. stopnje;
- ▶ vhod modela je referenčna spremenljivka grelno-hladilnega sistema, spremenljivke v prostoru stanja modela so koncentracije biomase, substrata in produkta ter temperatura v bioreaktorju;
- ▶ izpeljani model je kompakten in primeren za analizo procesov fermentacije, za simulacije in za implementacijo nadzornega sistema;
- ▶ izpeljani model ima 9 parametrov, ki so odvisni od sestave fermentacijskega medija. Določanje parametrov za določen bioreaktor je možno z identifikacijo. Za njihovo identifikacijo je potrebno postopek fermentacije izvesti vsaj dvakrat: enkrat s konstantno temperaturo in enkrat s spremembo temperature med fermentacijo. Za identifikacijo matematičnega modela je bila uporabljena optimizacija rojev delcev.
- ▶ Dobljeni rezultati številnih poskusov in izračunov so potrdili ujemanje modela z realnim objektom.

Literatura

- [1] K. N. Watabe and E. Pehu, Biotechnology intelligence unit: Plant biotechnology and plant genetic resources for sustainability and productivity. R. G. Landes Company and Academic Press, Inc, Austin, San Diego, London, 1997.
- [2] Grand View Research, Biotechnology Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Health, Food & Agriculture, Natural Resources & Environment, Industrial Processing Bioinformatics), By Technology, And Segment Forecasts, 2018–2025. Grand View Research, San Francisco, 2017.
- [3] V. Banik, A. Chinchane and O. Sumant, Elec-

- tric Motor Market by Type, Output Power, Voltage Range, Application & Speed: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018–2025. Allied Market Research, Pune, Singapore, Portland, London, 2019.
- [4] J. Villadsen, "Innovative technology to meet the demands of the white biotechnology revolution of chemical production". *Chemical Engineering Science*, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2007.08.017>
- [5] National Research Council, *Putting Biotechnology to Work: Bioprocess Engineering*. The National Academies Press, Washington, DC, 1992. <https://doi.org/10.17226/2052>.
- [6] C. S. M. Barcelos, F. B. Lupki, G. A. Campolina, D. L. Nelson and G. Molina, "The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas". *FEMS Microbiology Letters*, 2018. doi: 10.1093/femsle/fny239
- [7] E. J. DaSilva, "Editorial - The Colours of Biotechnology: Science, Development and Humankind". *Electronic Journal of Biotechnology*, 2005. doi: 10.4067/S0717-34582004000300001
- [8] K. J. Åström and P. R. Kumar, "Automatic Control - a Perspective," *Proceedings of the 36th Chinese Control Conference*, 2017.
- [9] A. Cinar, S. J. Parulekar, C. Undey, G. Birol, *Batch Fermentation - Modelling, Monitoring and Control*, Marcel Dekker Inc., New York, 2003.
- [10] Ritonja, J.; Goršek, A.; Pečar, D. Use of a Heating System to Control the Probiotic Beverage Production in Batch Bioreactor. *Appl. Sci.* 2021, 11(1), 84. <https://doi.org/10.3390/app11010084>
- [11] Goršek, A.; Ritonja, J.; Pečar, D. Mathematical model of CO₂ release during milk fermentation using natural kefir grains. *J Sci Food Agric* 2018, 98, 4680–4684. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9001>
- [12] Ritonja, J.; Goršek, A.; Pečar, D. Control of Milk Fermentation in Batch Bioreactor. *Elektronika Ir Elektrotehnika* 2020, 26(1), 4–9. <https://doi.org/10.5755/j01.eie.26.1.23377>
- [13] Ritonja, J.; Goršek, A.; Pečar, D.; Petek, T.; Polajžer, B. Dynamic Modeling of the Impact of Temperature Changes on CO₂ Production during Milk Fermentation in Batch Bioreactors. *Foods* 2021, 10, 1809. <https://doi.org/10.3390/foods10081809>
- [14] Thatipamala, R. On-line Monitoring, State and Parameter Estimation, Adaptive Computer Control and Dynamic Optimization of a Continuous Bioreactor, PhD Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, 1993.
- [15] Kennedy, J.; Eberhart, R. C. Particle swarm optimization. *Proc. IEEE Int. Conf. Neural Netw.*, Nov. 1995, pp. 1942–1948.
- [16] Mezura-Montes, E.; Coello, C. A. Constraint-handling in nature-inspired numerical optimization: Past, present and future. *Swarm and Evolutionary Computation* 2011, pp. 173–194.
- [17] Pedersen, M. E. H. Good Parameters for Particle Swarm Optimization, Technical Report no. HL1001. Luxembourg: Hvas Laboratories, 2010.
- [18] Particle Swarm Optimization Algorithm. Available online: <https://mathworks.com/help/gads/particle-swarm-optimization-algorithm.html> (accessed 12 May 2021).

Modelling of batch bioreactors

Abstract:

Mathematical models of fermentation processes are indispensable for designing bioreactors, simulation of their operation, optimization of fermentation processes, and design and synthesis of control systems for their control. The paper focuses on the determination of a dynamic mathematical model of the milk fermentation process taking place in a batch bioreactor. Models known in the literature do not allow the analysis of the influence of temperature changes on metabolism during fermentation. The paper presents the findings of an extensive multidisciplinary study. We developed a new mathematical model that considers the impact of temperature on the dynamics of CO₂ release during fermentation in a batch bioreactor. Based on laboratory tests and theoretical analysis, the appropriate structure of the derived extended model was first determined. This was followed by the identification of the model parameters of the fermentation process in the laboratory bioreactor by particle swarm optimization. In the end, we compared the measurements of laboratory tests with simulations with a derived model. The derived augmented model proved to be very suitable for simulations, and above all, it enables the design and synthesis of a control system for batch bioreactors.

Keywords:

biotechnology; bioprocess engineering; fermentation process; batch bioreactors; modeling of the fermentation process; identification of parameters; particle swarm optimization

STANDARDNA OPREMA IZ SERIJE NPQE – OPTIMIZIRANA CENA ZA STANDARDNE APLIKACIJE



Elementi iz serije NPQE

Nova serija priključkov NPQE je popolna za vse standardne aplikacije, namestitve in zagon pa sta hitra in učinkovita.

Stroškovno privlačno

Skrbno opredeljene lastnosti izdelka, osredotočene na najboljšo

vrednost, vodijo do izdelka po privlačni ceni ob preverjeni Festo kakovosti.

Popolna kombinacija

Serija NPQE in serija cevi PUN-H se odlično ujemata in pokrivata vse želje uporabnikov.

Optimiziran portfelj

Priključki so na voljo v številnih velikostih priključkov (cevi in navoji), na voljo so tudi iz PBT ali medenine. Zaradi te vsestranskosti je to popolna rešitev za standardne zahteve v tehnologiji pnevmatske avtomatizacije.

Glavna uporabnost v aplikacijah

Serija NPQE ponuja kakovost, ki se pričakuje od Festa in je primerena za vse standardne aplikacije.

Poudarki:

- ▶ hiter in intuitiven zagon,
- ▶ cenovno privlačno,
- ▶ optimiziran portfelj,
- ▶ skladno z RoHS.

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

MEDNARODNI

INDUSTRIJSKI SEJEM 2022

www.ce-sejem.si


Celjski sejem

RAZSTAVNI PROGRAM:

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

STROKOVNI SPREMLJEVALNI PROGRAM:

- DAN VARILNE TEHNIKE
- PODROČJE ORODJARSTVA
- INDUSTRIJSKA AVTOMATIZACIJA IN TOVARNE PRIHODNOSTI
- INDUSTRIJA PLASTIKE

CELJSKI SEJEM

5.-8. april 2022

CEVNI VPENJALNI SPOJI IZ TERMOPLASTA: VISOKA MEHANSKA ODPORNOST, LAHKOST IN ZASNOVA, KI ZAGOTAVLJA ABSOLUTNO ČISTOČO

Nova rešitev ELESA+GANTER za enostavno in prilagodljivo konstrukcijo struktur in priprav ima naslednje elemente: vpenjalne spoje s konzolami, kotne vpenjalne spoje in zglobne vpenjalne spoje iz termoplasta, ojačanega s steklenimi vlakni. Standardizirani deli so na voljo v črni in sivi barvi, kar omogoča boljše oblikovalske možnosti pri uporabi z aluminijastimi konstrukcijami.

Novi cevni vpenjalni spoji omogočajo konstrukcijo prilagodljivih in modularnih struktur, saj jih lahko kadar koli demontirate in spremenite ali znova postavite na drugi lokaciji. Združujejo veliko klasičnih lastnosti standardnih in standardiziranih delov iz umetnih mas.

Glavne značilnosti cevnih vpenjalnih spojev:

- ▶ termoplast in nerjavno jeklo (1.4301) za boljšo odpornost proti koroziji, primerno tudi za uporabo na prostem;
- ▶ enostavno čiščenje, saj zasnova nima ne robov ne kotov in ima gladko površino;
- ▶ na voljo v črni in sivi barvi, kar je primerno za aluminijaste konstrukcije;
- ▶ vpenjalni spoji z zunanjim oz. notranjim ozobljenjem za nastavljanje nagiba;
- ▶ z zategovanjem z dopustnim zateznim momentom se prepreči vrtenje ali izvlačanje 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.



*Cevni vpenjalni spoji iz termoplasta
Elesa+Ganter*

Vpenjalni dodatki (zatezne ročice ERX. oz EWN. krilate matice) dopolnjujejo ponudbo vpenjalnih elementov. Ob uporabi distančnih puš lahko nadomestijo uporabo priloženih vijakov in na ta način uporaba imbus ključa pri zategovanju/odtegovanju ni potrebna.

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

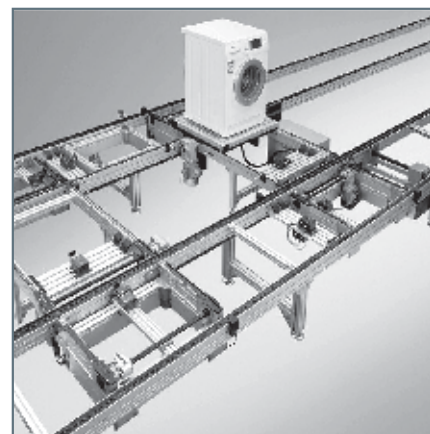
Rexroth

ORGATEX®

LEANPRODUCTS®



BOSCH



OPL

automation

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

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

POPOLNOMA ZASKOČENO

Ko je treba nastavljati položaje, se pogosto uporabljajo zaskočni zglobi, katerih zobci omogočajo vnaprej določene nastavitve kota. Da bi imeli za vsako vrsto uporabe na voljo ustrezen zaskočni zglob, imamo pri Elesa+Ganter vse komponente na voljo v številnih izvedbah.

Zaskočne podložke in zaskočne glave, pritisne vzmeti ter vodilni nastavki tvorijo osnovo zaskočnih zglobov Elesa+Ganter, ki jih je mogoče posamezno kombinirati. Jedro teh zglobov so zaskočne podložke oz. zaskočne glave z natančnim ozobljenjem, ki omogočajo tako pozitivne kot nepozitivne povezave. Poleg natančnega oblikovanja ozobljenja je pomembna tudi porazdelitev zobcev. Pri Elesa+Ganter tako nudimo običajno število zob, kar omogoča tehnično pomembne in jasne korake nastavitve v praktičnih razmikih po 6, 7,5, 10 in 15 stopinj. Vendar to ni vse, kar sisteme Elesa+Ganter loči od konkurence. Tudi pritrditev zaskočnih podložk in zaskočnih glav se jasno orientira glede na položaj ozobljenja. Ta kombinacija ustvarja predpogoje za jasno definirane koncepte nastavljanja.

Izdelki Elesa+Ganter se lahko pohvalijo tudi z veliko izbiro različnih materialov: poleg kaljenega sintranega jekla, sintranega nerjavnega jekla in odlitkov iz nerjavnega jekla v kakovosti A2 ima Elesa+Ganter pri zaskočni glavi RDB v programu na voljo tudi šestdesetzobo zaskočno podložko iz poliamida, ojačanega s steklenimi vlakni. Kmalu bomo začeli uporabljati tudi druge materiale. Zaskočne podložke in zaskočne glave imajo zelo kratek hod odmika, po vnovičnem zategovanju so povsem brez zračnosti, se samodejno centrirajo in zagotavljajo zglobne z izjemno obremenljivostjo.

Pri zelo težkih uporabah, t. i. heavy-duty, so na voljo zaskočne podložke iz nerjavnega jekla GN 188 do premera \varnothing 80 mm, ki se lahko tudi privarjajo. Napenjalni zatiči, orientirani glede na ozobljenje, olajšajo začetno postavitve, s čimer odpade potreba po posebnih montažnih šablonah. Puše z navojem in s centrirnim robom je mogoče enostavno naročiti v kompletu glede na obliko.

Zaskočni gumbi GN 187.5 iz litega nerjavnega jekla so na voljo s priključkom za navojni zatič, vgrajeno prirobnico ali možnostjo za varjenje. Skupaj s kompletom zaskočnih zglobov GN 187.6 je mogoče zaskočne glave kombinirati z zaskočnimi zglobi, kise lahko vpnejo z imbus ključem oz. brez orodja z nastavljivo ročico ali z ekscentričnim napenjalnikom. Sistematičen pristop h konstrukciji različic pri Elesa+Ganter se tako kaže tudi v dejstvu, da so



zaskočne glave GN 187.5 združljive z zaskočnimi podložkami GN 187.4, kar omogoča združevanje tudi neobičajnih zglobnih enot.

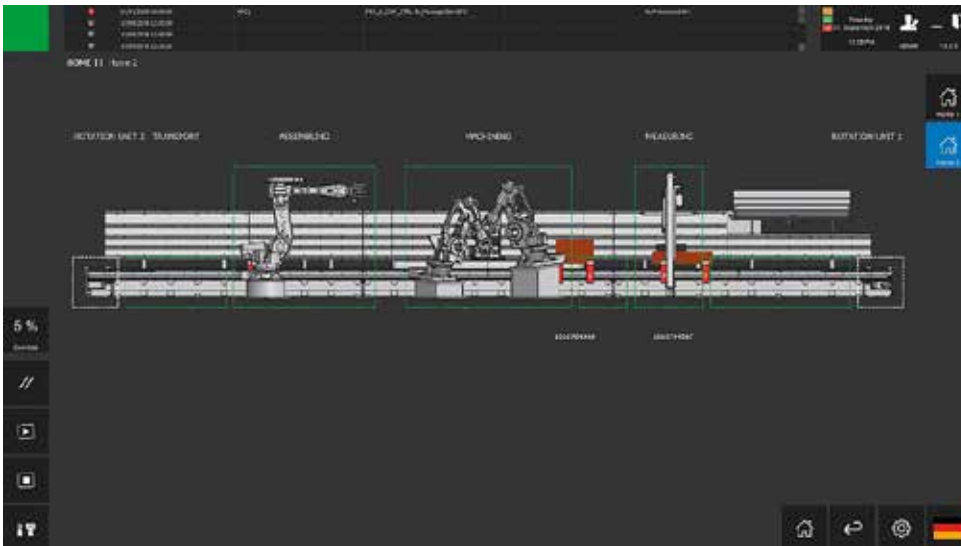
Pri kombinaciji dveh zaskočnih podložk GN 187.4 pa že omenjeni vodilni nastavki poskrbijo, da se ohrani togost pri popuščenih zglobeh, hkrati pa se ozobljenje zaščiti pred vdorom umazanije. Vodilni nastavki so torej pomembni elementi, zato pri Elesa+Ganter že delamo na novih različicah, npr. na zatesnjenih izvedbah.

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

DIGITALNE STORITVE – DIGITALZ

Kako se soočiti z izzivom povečanja fleksibilnosti globalnega trga, hitro spreminjajočih se tržnih razmer, povečanih pričakovanj in zahtev svetovnega trga ter vedno večjega stroškovnega pritiska?



Slika 1: Vizualizacija komponent visualZ

Obstaja samo en način: to je omrežna konfiguracija stroja in sistema v povezavi z digitalnimi storitvami v pametni tovarni. V ta namen je podjetje ZIMMER GROUP razvilo digitalne storitve, kot so virtualZ, controlZ in visualZ. Digitalne storitve DigitalZ podpirajo zagotavljanje kakovosti, upravljanje s časom, višanje produktivnosti in prepoznavanje dodane vrednosti ter nudijo možnost narediti zahtevne procese obvladljive pri kontroli in vzdrževanju.

1 virtualZ – hitrejši projekti, zahvaljujoč digitalnemu dvojčku

Digitalni dvojček revolucionira procese v celotni verigi ustvarjanja vrednosti. Omogoča virtualno podobo izdelka, proizvodnje ali zmogljivosti in enostavno povezovanje posameznih korakov procesa. Poveča splošno učinkovitost, zmanjša možnost napak, skrajša razvojne cikle in odpre nove poslovne modele.

ZIMMER GROUP ponuja podporo za inženiring in virtualni zagon preko premičnih 3D-modelov za skoraj vse CAD-sisteme. Poleg tega ponuja inteligentne digitalne dvojčke za vodilne sisteme VIBN (ISG Virtuuous, vključno s TwinStore in Siemens MCD). Ti že vsebujejo fizične vedenjske modele in komunikacijske vmesnike za izvedbo vaše avtomatizacije vnaprej z uporabo virtualnega PLC.

2 controlZ – programske komponente za robote in krmilne sisteme

Za določitev parametrov delovanja robotske aplikacije – ne glede na platformo – se lahko uporabi spletno programsko orodje ZIMMER GROUP. Postopek je hiter, enostaven in ne zahteva poglobljenega znanja programiranja. Kot dodatek ZIMMER GROUP ponuja tudi aplikacijo Comfort za strojne platforme najpogostejših proizvajalcev robotov. Omogoča zagon in delovanje hitro in enostavno.

3 visualZ – vizualizacija komponent

Vizualizacija komponent visualZ ponuja specializiran, priročen in uporabniku prijazen vmesnik Human Machine Interface (HMI).

HMI s svojim hitrim in intuitivno upravljanim vmesnikom omogoča največjo stopnjo prilagodljivosti pri ustvarjanju, shranjevanju in obnavljanju parametrov naprave. Pomaga tudi pri diagnostiki in preventivnem vzdrževanju. HMI zagotavlja uporabniku varnost (0-odstotna stopnja napak med delovanjem) in največjo možno variabilnost pri ustvarjanju in upravljanju profilov, specifičnih za aplikacijo. Več informacij o produktih proizvajalca ZIMMER GROUP dobite pri podjetju INOTEH.

Vir:

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

PARALELNI ROBOTI OMRON – SERIJA iX3 IN iX4

Podjetje OMRON je v svoj široki nabor industrijskih robotov dodalo še serijo paralelnih robotov iX3 in iX4 (slika 1 in slika 2). To so inverzni roboti, posebej primerni za prehrambno in farmacevtsko industrijo. Največkrat se uporabljajo za izvajanje nalog primi in odloži (aplikacija Pick & Place) ter pakiranje izdelkov.

Paralelni (Delta) roboti iX3

Serijska iX3 predstavlja nov nivo učinkovitosti. Ima že vgrajeno sledenje hitrih tekočih trakov, zmogljive kamerne sisteme in namenskega čarovnika za ustvarjanje aplikacij pakiranja. Roboti serije iX3 se uporabljajo za pobiranje več kosov in za hitrejše aplikacije primi in odloži. Odlikuje jih higienska oblika, ki zmanjša tveganja okužbe hrane. Sestavljeni so iz korozijsko odpornih materialov in omogočajo enostavno čiščenje ter pranje. Imajo visoko zaščito pred vdorom vode in prahu, tj. IP65.



Slika 1 : Paralelni robot iX3 – OMRON

Značilnosti:

- ▶ EtherCAT povezljivost s krmilnikom Omron NJ501-R,
- ▶ sledenje tekočih trakov do 1,4 m/s,
- ▶ podpira izredno hitre aplikacije primi in odloži na tekočih trakovih,

Tabela 1 : Tehnični podatki

Nosilnost		Do 8 kg
Ponovljivost		+/-0.10 mm
* Adeptov ciklični čas	100 g	0,32 s
	1 kg	0,34 s
	2 kg	0,38 s

- ▶ doseže delovni prostor premera 1130 mm,
- ▶ višina delovnega prostora 425 mm,
- ▶ nosilnost do 8 kg,
- ▶ masa robota je 52 kg

Paralelni (Quattro) roboti iX4

Serijski roboti iX4 imajo štiri roke, kar še pohitri in poveča njihovo nosilnost, na voljo je tudi rotacijska os.



Slika 1 : Paralelni robot iX4 - OMRON

Značilnosti:

- ▶ EtherCAT povezljivost s krmilnikom Omron NJ501-R,
- ▶ podpira hitre aplikacije primi in odloži na tekočih trakovih,
- ▶ ima štiri osi za enakomerno razporeditev bremena na robota,

Tabela 2 : Tehnični podatki

Nosilnost		Do 15 kg
Ponovljivost		+/-0.10 mm
* Adeptov ciklični čas	100 g	0,33 s
	1 kg	0,38 s
	2 kg	0,40 s
	4 kg	0,45 s

- ▶ doseže delovni prostor premera 1300 mm,
- ▶ višina delovnega prostora 500 mm,
- ▶ nosilnost do 15 kg,
- ▶ masa 117 kg.

Adeptov ciklični čas

Adept (Omron je pred leti prevzel Adept) je za merjenje hitrosti svojih robotov razvil test, s katerim se lahko roboti med seboj primerjajo. Test sestavlja gibi med tremi točkami, časi delovnega cikla pa se merijo pri različnih obremenitvah. Tako izmerjeni čas je označen kot Adeptov ciklični čas.

Robotski krmilnik NJ501-R

Paralelni roboti OMRON – serije iX3 in iX4V imajo povezljivost EtherCat, kar pomeni, da se lahko krmilijo z obstoječimi robotskimi krmilniki. Popolnoma združljivi so z robotskimi krmilniki Omron serije

NJ501-R. Ti krmilniki vključujejo do 64 sinhroniziranih osi, kar pomeni, da se lahko nanje poveže do 16 iX4 robotov.

Na povezavi <https://www.miel.si/paralelni-roboti-v-stropni-inverzni-izvedbi-omron-serije-ix3-in-ix4> si lahko ogledate Omronov robot Quattro v kombinaciji s kamernim sistemom in tekočim trakom. Na posnetku demonstracije sta prikazana iskanje paketov na tekočem traku in prelaganje najdenih paketov na sosednji tekoči trak.

Povezava do posnetka v obliki Q-kode.



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



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

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

Vse informacije bodo objavljene na: www.tint-polytrib.com, glede morebitnih vprašanj pa smo vam na voljo na polytrib@tint.fs.uni-lj.si.

Zahvaljujemo se za razumevanje in podporo.

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

TESTER SENZORJEV PS101

V industriji se pospešeno vgrajujejo stroji, ki avtonomno opravljajo določene operacije. Vedno več ljudi živi v bolj ali manj pametnih hišah. Da pa avtomatizacija samostojno in uspešno deluje, aplikacije potrebujejo senzorje, ki jih je treba mehansko nastavljati in kalibrirati. In kaj se zgodi, ko gre kaj narobe? Rešitev za vse težave je uporaba testerjev, s katerimi je mogoče senzorje nastavljati in kalibrirati brez električnega priklopa na stroju. Preveriti je mogoče tudi pravilnost delovanja že vgrajenih senzorjev.



Slika 1 : Tester FBS – PS101

V FBS ELEKTRONIK smo že pred časom razvili tester senzorjev, ki smo ga sedaj nadgradili z novimi funkcijami in tako še razširili njegovo uporabnost. Nov tester omogoča pregled večine senzorjev, ki uporabljajo enosmerno (DC) napajanje od 5 V do 30 V (slika 1). Uporabiti ga je mogoče za testiranje induktivnih, kapacitivnih, optičnih, ultrazvočnih, magnetnih in drugih elektronskih stikal, NAMUR senzorjev in po-

dobnih stikal.

Značilnice testerja senzorjev PS101:

- ▶ tester senzorjev PS101 avtomatsko prepozna senzorje tipa PNP ali NPN ali NAMUR;
- ▶ vgrajena je akumulatorska Li-P-baterija, ki se lahko ponovno polni, kar predstavlja izboljšavo tako z ekološkega kot tudi ekonomskega vidika;
- ▶ univerzalni polnilnik z USB-C-priključkom;
- ▶ samodejni vklop načina »spanje« ob neuporabi (automatic switch off), tako se podaljšuje čas delovanja;
- ▶ eno polnjenje baterijskega akumulatorja zadostuje za približno 16 ur aktivnega delovanja;
- ▶ prikaz stanja napolnjenosti baterije s pomočjo LED-diod;
- ▶ folijska tipkovnica z integriranimi tipkami in LED-diodami omogoča višjo odpornost na prah in mehansko obrabo;
- ▶ stabilna izhodna napetost: 24 V DC (enosmerna);

- ▶ povečana univerzalnost (testirajo se lahko senzorji različnih proizvajalcev);
- ▶ prikaz funkcije priključenega senzorja je izveden vizualno, z uporabo LED-diod in z zvočnim signalom, ki se lahko po želji izključi;
- ▶ trpežen ovitek poveča odpornost na udarce in omogoča namestitvev na pas.

Kot večina elektronska naprav je tudi tester podvržen potencialnim odpovedim zaradi mehanskih poškodb. Vpliv mehanskih poškodb (na primer padec naprave) lahko zmanjšamo z dokupom trpežnega ovitka, ki deloma absorbira mehanske vplive.

Vir:

FBS Elektronik, d.o.o. Prešernova cesta 8, 3320 Velenje, tel.: +386 3 8983 713, mob: +386 31 375 058, fax.: +386 3 8983 718, e-mail: alojz.vipavc@fbselektronik.com, internet: <http://www.fbselektronik.com>



NOVA KNJIGA

ARDUINO 2



Začetni koraki
in praktični
Arduino
projekti
za vsakogar!

<https://svet-el.si>

PRITRDILNI ELEMENTI LKP ZA TIRNA VODILA

Proizvajalec ZIMMER GROUP je nadgradil in razširil tri svoje serije (LKP, LKPS in LBPS) pritrdilnih elementov in zavor za ozka tirna vodila. Poleg vgrajene senzorske reže za zaznavanje položaja bata je bil vključen priključek za zrak brez cevi za še učinkovitejšo uporabo prostora za namestitvev in zmanjšanje motenj. Serije LKP, LKPS in LBPS so zdaj na voljo za vse običajne vgradne velikosti – od 15 do 65 mm širine tirnega vodila.



Slika 1: Pritrdilni element LKP

tno življenjsko dobo, ki je 5 milijonov ciklov.

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

Vir:

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

Serija LKP – pnevmatski pritrdilni element za ozka linearna tirna vodila – je klasična izvedba. V normalno zaprti verziji (LKPS) ima ta element integrirano vzmet, ki zagotavlja ohranjanje moči v primeru izpada napajanja. Serija LBPS pa je pnevmatski zavorni element, ki ima prav tako integrirano vzmet, ki zavira v primeru padca napajalnega tlaka.

Obe seriji sta sedaj dodatno nadgrajeni s priključkom za zrak brez cevi in zračnim filtrom, ki ne potrebuje dodatnega prostora za namestitvev. Nova reža za senzor na obeh straneh je največja prednost in zagotavlja večjo varnost, saj omogoča zaznavanje tako odprtega kot zaprtega položaja.

Novi priključek za zrak omogoča, da se opusti pnevmatski adapter, ki bi zahteval veliko prostora. Namesto tega se zrak priključi preko montažne površine. Element je že opremljen s potrebnim tesnilom. Poleg tega imajo vsi elementi zračni filter, ki je popolnoma integriran in tako ne potrebuje dodatnega prostora za namestitvev.

Elementi zagotavljajo potrebno silo pritrdjevanja/zaviranja celo-

54. MOS

14.–18. september 2022

CELJSKI SEJEM



**Največja
poslovno-sejemska
prireditvev v regiji s
54-letno tradicijo**

**NAJPOMEMBNEJŠI
DOGODEK V
SLOVENIJI ZA
VSTOP NA
SLOVENSKO
TRŽIŠČE**



ZAŠČITA PROTI TRKU SERIJE CRR

Proizvajalec ZIMMER GROUP in podjetje INOTEH predstavljata najnovejšo serijo izdelkov na področju dodatkov za robote – zaščito proti trku serije CRR (slika 1). V primeru trka lahko ta nova in praktična zaščita prepreči poškodbe orodja ali obdelovanca, saj omogoča kompenzacijsko gibanje v več smereh. Ta odklon sproži signal, ki se lahko uporabi v krmilnem sistemu za sprožitev zaustavitve v sili. Zaenkrat so na voljo tri velikosti.



Slika 1 : Zaščita proti trku CRR

Prednost nove serije CRR pred obstoječo serijo CSR je v funkciji samodejnega vračanja. Pri tej seriji vzmetno podprt pnevmatski bat poskrbi za nadaljevanje postopka po trku. Povezovalna prirobnica za orodje se vrne v začetni položaj – ne glede na usmeritev ali položaj. To omogoča, da se sistem ponovno vzpostavi in deluje z varne razdalje, ne da bi se približali gibljivim delom. To pomeni, da robot z delom lahko nadaljuje skoraj takoj.

Pri dobavi je že vključen senzor za sprožitev zaustavitve v sili ter adapterska plošča za povezavo na strani robota in orodja. To omogoča enostavno in priročno namestitev komponente neposredno na robotsko prirobnico v skladu z EN ISO 9409-1.

Značilna prednost so tehnične specifikacije. V primerjavi z merilom uspešnosti ima serija CRR večji razpon kompenzacije ali kompenzacijski kot s podobnim prostorom za namestitev, kar zagotavlja dodatno varnost pri uporabi. Največje sile in navori, ki jih je mogoče vzdržati, so v povprečju približno 30 % višji od referenčnih vrednosti, zaradi česar so tudi manjše komponente primerne za velike obremenitve. Kljub robustni in visoko zmogljivi zasnovi je serija CRR primerna tudi za občutljive aplikacije. Z nastavitvijo uporabljenega zračnega tlaka se lahko neposredno vpliva na sile in napore, pri katerih se sproži zaščita pred trkom.

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

Vir:

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



Vitka proizvodnja.

item. Your ideas are worth it.®

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

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

SREČNO 2022



Hvala da ste postali in ostali
naš partner. Sodelovanje z
vami nam je v veselje in izziv,
zato upamo, da tudi v
prihodnje skupaj zmagujemo.

**Srečno in uspehov polno
novo leto 2022.**

S3C

www.stric.si

RS34376

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA TRIBOLOGIJU

SLOTTRIB 2022



POSVETOVANJE o TRIBOLOGIJU, MAZIVIH in
TEHNIČNI DIAGNOSTIKI,

bo potekalo junija 2022 v sklopu
forumu IRT

Se vidimo v Portorožu!

OGLAŠEVALCI

- ▶ AX Elektronika, d. o. o., Ljubljana364, 406
- ▶ CELJSKI SEJEM, d. d., Celje.....400, 407
- ▶ DOMEL, d. d., Železniki.....422
- ▶ FESTO, d. o. o., Trzin 357, 424
- ▶ GIA-S, d. o. o., Grosuplje..... 420
- ▶ HENNLICH, d. o. o., Kranj.....381
- ▶ ICM, d. o. o., Vojnik423
- ▶ INOTEH, d. o. o., Bistrica ob Dravi..... 408
- ▶ JAKŠA, d. o. o., Ljubljana379
- ▶ MIEL Elektronika, d. o. o., Velenje 357, 419
- ▶ OLMA, d. o. o., Ljubljana.....413
- ▶ OMEGA AIR, d. o. o., Ljubljana..... 357, 419
- ▶ OPL AVTOMATIZACIJA, d. o. o, Trzin 357, 401
- ▶ PARKER HANNIFIN (podružnica v N. M.),
Novo mesto..... 357
- ▶ POCLAIN HYDRAULICS, d. o. o, Žiri.....357, 358
- ▶ PODKRIŽNIK, d. o. o., Ljubno ob Savinji..... 357
- ▶ PPT COMMERCE, d. o. o., Ljubljana 357, 360
- ▶ PROFIDTP, d. o. o., Škofljica.....377, 379
- ▶ SLOVENSKO DRUŠTVO
ZA TRIBOLOGIJU, Ljubljana..... 409
- ▶ STROJNISTVO.COM, Ljubljana 373
- ▶ S3C, d. o. o., Ljubljana 409
- ▶ UM, Fakulteta za strojništvo365, 371, 405
- ▶ YASKAWA, d. o. o., Ribnica365

TESTIRANI IN UL-CERTIFICIRANI KABLI ZA PLASTIČNE ENERGIJSKE VERIGE

Matic Butja



Slika 1: Energijske verige twisterband® s kabli chainflex® na preizkusu v igusovem® testnem laboratoriju

Uvod

Podjetje igus® GmbH iz Nemčije razvija in proizvaja izdelke iz plastike za gibanje pod imenom motion plastic®. Ta visokozmogljiva plastika deluje brez mazanja, izboljšuje tehnologijo in zmanjšuje stroške povsod, kjer se kar koli premika. igus® je vodilno podjetje na tržišču tudi na področju energijskih verig, visoko fleksibilnih kablov, drsnih in linearnih ležajev kot tudi navojnih vreten iz tri-bopolimerov.

Ko je podjetje igus® leta 1971 lansiralo svojo prvo plastično energijsko verigo, so bili številni kupci navdušeni nad novim konceptom prenosa energije in signalov. Če so v igusu® lahko zagotovili nemoteno delovanje e-verig, pa se je zataknilo pri kablilih, ki so bili takrat na voljo na tržišču. Pojavljale so se okvare, kot so: poškodovani plašči, pretrgana jedra kablov in zvijanje, poleg tega pa kabli enostavno niso mogli dovolj dolgo zdržati premikov, ki so jih omogočale e-verige. igusovi® razvojniki so se takoj

soočili z novim izzivom: narediti trpežne kable za energijske verige.

Ugotavljanje potreb in želenih lastnosti kablov, razvijanje, eksperimentiranje in intenzivna testiranja ter tesno sodelovanje s kupci so leta 1988 prinesla prvi kablil chainflex® CF1. Do danes pa je igusov® sortiment kablov zrasel na 1.354 vrst kablov, razvitih posebej za uporabo v e-verigah. Pri igusu® tako danes lahko izbirate med osmimi različnimi izvedbami visoko fleksibilnih kablov iz zaloge. Kar pomeni, da vam pri HENNLICH-u kot uradnem zastopniku za igus v Sloveniji praktično vsako premikajočo se aplikacijo z e-verigo opremimo z optimalnim kablilom.

Z vidika proizvodnih procesov so sicer kabli klasificirani kot deli kategorije C, ki igrajo manjšo vlogo. Vendar, če ti kabli ne delujejo in npr. ne odprejo vrat vlaka ali ne zaženejo motorja v velikem pristaniškem žerjavu, stopi v ospredje njihova vloga. Zato je tudi pomembno, da uporabnik lahko izbere prave kable za svojo aplikacijo in s tem za pričakovane obremenitve. Prav te predvidene lastnosti posameznih kablov v igusu® lahko določijo na podlagi številnih standardnih in dodatnih testiranj (slika 1).

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

Standardna in dodatna testiranja kablov chainflex®

Med izdelavo se kabli preskušajo s standardnim testom, s katerim v igusu® preverijo električne lastnosti kabla in ugotovijo, ali kabli lahko prenesejo mehanske obremenitve. Standard za takšna preverjanja razlikuje med trajno nameščenimi kabli in fleksibilno položenimi kabli. Pri igusu® se osredotočajo na slednje, saj so v energijskih verigah kabli teoretično fleksibilno položeni.

Če pa pogledamo standardni test za fleksibilno položene kable, hitro ugotovimo, da nima veliko skupnih točk z uporabo kablov v energijski verigi.

»Test upogiba«, ki standardizira izmenično upogibno odpornost kabla, nima nič opraviti z realno uporabo kabla v e-verigi, kajti testirani kabel je pri tem testu samo speljan po valjih pod standardiziranimi pogoji. Kabel prestane preizkus, če zdrži določeno število hodov oz. premikov po valjih z določenim polmerom upogiba. To pa za dejansko testiranje kablov v igusovih® e-verigah enostavno ni dovolj, še posebej, če so uporabljene v zahtevnejših aplikacijah, kot npr. v obdelovalnih strojih, kjer nastopajo natezne in strižne sile ter zaradi upogibnega radija ponavljajoče se obremenitve na isti točki.

Zato so se v igusu® odločili, da poleg standardnega testiranja kable chainflex® za uporabo v e-verigah testirajo tudi v realnih pogojih. Verigo za ustrezen premik (drsní oz. dolgi hod ali kratki nepodprti hod idr.) vgradijo v svoj laboratorij za testiranje kablov in jih preskušajo pri gibanju (slika 1). Med premikanjem merijo parametre električnega kabla, ki pokažejo vrste in način obrabe. Pri testih si prizadevajo ohranjati konstantno raven kakovosti testiranja, tako da vam kot kupcu lahko dajo konkretno izjavo o vzdržljivosti kablov v energijski verigi (slika 2).

Izjava o vzdržljivosti oz. kabli chainflex® pa so zdaj na novo certificirani s certifikatom UL Verified (certificirano pri laboratoriju Underwriters Laboratories).



Slika 2 : igusova® garancija za kable chainflex® in e-verige



Slika 3 : Certifikat UL Verified

Certifikat UL Verified za kable chainflex®

UL ali Underwriters Laboratories je neodvisno znanstveno in tehnološko podjetje. Vzpostavlja in vzdržuje industrijske varnostne standarde za mehanske, električne in kemične izdelke. Od leta 1894 varnostni standardi UL vključujejo priporočila za načrtovanje in zahteve za testiranje/konstrukcijo za različne izdelke in tudi električne zahteve za kable. UL je tudi svetovno priznan testni laboratorij in ena najbolje sprejetih certifikacijskih oznak. V ZDA se znamka pojavlja kar na 22 milijardah izdelkov letno. Laboratorij UL izvaja redna testiranja izdelkov v skladu z veljavnimi standardi. Po testiranju sledijo nadaljnje revizije za spremljanje skladnosti in doslednosti izdelkov. Laboratorij UL daje neodvisno, objektivno in znanstveno utemeljeno oceno. Nato proizvajalcu podelijo logotip UL Verified s številko (glej spodaj). Ta logotip lahko podjetje uporabi kot podporo svojim trženjskim trditvam. Potrošniki pa na ta način lahko preverijo točnost trženjskih in promocijskih trditev za izdelek, proces, sistem ali objekt oziroma enostavno prepoznajo varne in zaupanja vredne izdelke.

V začetku leta 2020 je laboratorij UL v več revizijah pregledal igusovo® izjavo o 36-mesečni garanciji za kable chainflex®. Preverjanje je zajelo električno in mehansko delovanje kablov ter postopek za izračun njihove življenjske dobe. Ta postopek zajema analizo podatkov iz testov, ki so povzeti v igusovem® spletnem kalkulatorju življenjske dobe. Kalkulator življenjske dobe na podlagi vnesenih zahtev in testnih podatkov preračuna, kako dolgo naj bi izbrani kabel zdržal v določeni aplikaciji.

Po uspešno opravljeni presoji je podjetje igus® prejelo lasten logotip UL Verified in individualno preskusno oznako UL s številko B129699 (slika 3). Oznaka uporabniku kablov chainflex® omogoča, da na spletu poišče več informacij o specifični obljubi izdelka chainflex®, ki jo je preveril laboratorij UL. Tako se lahko enostavno in brez tveganja odloči za kable chainflex® podjetja igus® GmbH.

Seveda sam izdelek še ni vse. Če uporabnik potrebuje strokovni nasvet pri izbiri ali ima težave z montažo, mu pri tem pri HENNLICH-u z veseljem pomagajo.

Vir:
gradivo podjetja igus®

SISTEM ZA UPRAVLJANJE S STISNJENIM ZRAKOM – CALMS

Uvod

V zadnjem letu smo priča največji podražitvi energentov v regiji in svetu od leta 2017 dalje. Cene elektrike za naslednje leto bodo višje tudi do 175 %, podobno se dogaja tudi z zemeljskim plinom in drugimi energenti. Komprimirani zrak je najdražji energent, ki se uporablja v skoraj vsaki proizvodni industriji. Za proizvodnjo komprimiranega zraka se porablja več kot 10 % celotne porabe električne energije. Komprimirani zrak kot energent je 8-10-krat dražji od elektrike in tako predstavlja ogromen vir potencialnih prihrankov in znižanja ogljičnega odtisa.

Komprimirani zrak proizvajajo kompresorji, ki okoliški zrak stiskajo do zelenega tlaka, ki je običajno 7 ali 10 bar, lahko pa tudi do več 100 barov. Proces stiskanja zraka proizvede veliko odvečne toplote, distribucija zraka do končnih uporabnikov je zelo razvejana in podvržena puščanju, hkrati pa uporabniki zraka niso prilagojeni za delovanje z najnižjim tlakom in pogosto porabijo več zraka, kot je načrtovano. V nekaterih primerih pa je raba stisnjenega zraka nesmotrna, draga ali celo nevarna. Študija, ki so jo leta 2001 izvedli v Zahodni Evropi, je pokazala, da je povprečno puščanje zraka v industriji skoraj 30 %.

Razvoj sistema CALMS

Prav zato so v podjetju HPE d. o. o. razvili sistem za upravljanje s stisnjenim zrakom – CALMS (Compressed Air Management System). Namenjen je bil predvsem za odkrivanje puščanja komprimiranega zraka s pomočjo ultrazvoka in odpravi puščanja v lastnem podjetju. Razvijati so ga začeli leta 2012 kot oblačno aplikacijo, ki so jo uporabljali pri odkrivanju puščanja in servisu kompresorskih sistemov. Kmalu so jo nadgradili z meritvami porabe stisnjenega zraka in ostalimi meritvami, kot so meritve tlaka, temperature, točke rosišča, kvalitete zraka, porabljene električne moči, in z izračuni specifične moči.

Leta 2021 so aplikacijo v celoti prenovili, razširili, uporabili storitev AWS z več virtualnimi serverji z možnostjo porazdelitve obremenitve in optimizacije dostopov. Razvoj programske in strojne opreme poteka v celoti v podjetju, tako da imajo popoln nadzor nad strojno opremo naprav EDGE, ki skrbi jo za zajem meritev in pošiljanje podatkov po 4G-omrežju in protokolu MQTT na serverje, kjer teče aplikacija CALMS za celovito upravljanje sistemov komprimiranega zraka.

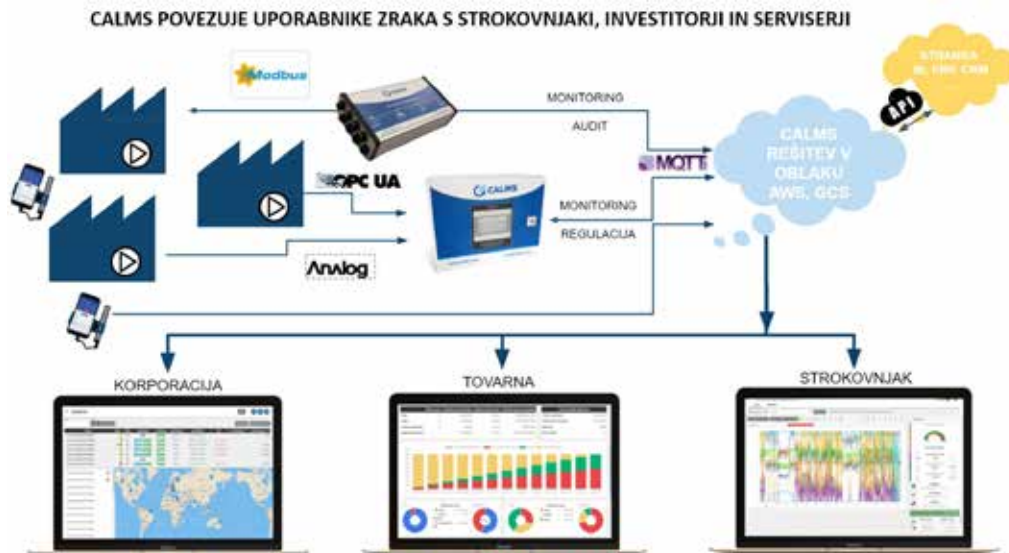
CALMS je postala največja svetovna neodvisna platforma za celovito ravnanje s stisnjenim zrakom in tudi z drugimi energenti. Uporabljajo jo strokovnjaki in revizorji za stisnjen zrak po celem svetu.

Uvajanje in zgradba sistema CALMS

Platforma je nastala na osnovi in z namenom podpore avtomatizacije procesov standardov ISO11011 – Ocena sistemov komprimiranega zraka in CSA837 za daljinski monitoring stisnjenega zraka, ISO50001 – Sistem upravljanja z energijo in novo podporo ISO55000 – Obvladovanje premoženja, pri čemer so sodelovali avtorji teh standardov in aktivni uporabniki.

CALMS vodi uporabnika od ideje do postavitve sistema za stalno optimizacijo sistema KZ v 5 korakih:

- ▶ *Prvi korak* vključuje oceno sistema s pomočjo intervjuja in analizo sistema s študijo izvedljivosti in ocene potencialnih prihrankov.
- ▶ *Drugi korak* je vključitev platform in povezav do šolanj uporabnikov z vzpostavitvijo internega sistema stalnih izboljšav za zmanjšanje porabe zraka.
- ▶ *Tretji korak* vključuje energetski pregled, analizo in simulacijo obstoječega sistema na osnovi modela (digital twin) in vgrajene največje baze kompresorjev ter izdelavo poročil s konkretnimi predlogi izboljšav s pomočjo neodvisnih strokovnjakov, ki jih uporabnik lahko izbere za pomoč pri analizi. V tej fazi sta zelo pomembna pregled puščanja zraka in identifikacija neprimerne uporabe in navidezne porabe zraka.
- ▶ *Četrti korak* je vzpostavitev stalnih meritev in kazalnikov KPI pred izvedbo predlaganih ukrepov za izboljšave in zmanjšanje porabe energije za podporo standardu ISO50001. Stalne meritve temeljijo na 1-5-sekundnem vzorčenju – zajemu podatkov, tako da se lahko v kateremkoli trenutku uporabijo za analizo ali simulacijo izboljšav. Sistem uporablja »time series« bazo podatkov TimescaleDB z mikroservisi za pripravo podatkov, agregacijo in simulacije.
- ▶ *Peti korak* zagotavlja podporo standardu ISO55000 za vzdrževanje opreme in vključuje spremljanje ukrepov pred investicijo in po njej ter korekcijo investicije za zagotavljanje donosnosti naložbe (ROI). Dodali so največjo neodvisno bazo kompresorjev CAGI in tehničnih podatkov proizvajalcev za primerjavo ponudb ter izračun celotnih stroškov lastništva kompresorjev v življenjski dobi in izračun stroška komprimiranega zraka na enoto proizvodnje.



Zgradba in povezave sistema CALMS

Sklep

Za zagotavljanje optimalnih sistemov so razvili tudi neodvisne krmilnike za sekvenčno skupinsko vodenje kompresorjev in tlačno pretočni regulator pretoka zraka CFC, ki zagotavlja zelo stabilen in najnižji še zadostni tlak. Znižanje tlaka za 1 bar pomeni 7-odstotni prihranek energije. Velika prednost CALMS-a so statistični podatki in možnost primer-

jave z najboljšim sistemom v razredu in med podjetji v skupini ter vpogled v kazalnike KPI, ki jih uporabljajo vsi sistemi na enak način. Celovito daljinsko upravljanje z energenti omogoča velike prihranke.

Vir:

HPE, d. o. o., Dolenjska cesta 83, 1000 Ljubljana, tel.; +386 1 5632 063 | +386 31 544 103, internet: www.hpe.si, e-mail: uros.belak@hpe.si

Industrijska olja in maziva

OLMA
SINCE 1947

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

NOVA GENERACIJA OMRON SCARA ROBOTOV SERIJ I4L IN I4H

Omron predstavlja novo generacijo robotov serij i4L in i4H, ki so primerni za sestavljanje, razvrščanje, streglo stroja, pakiranje, prilagodljivo sortiranje (Anyfeeder) in v splošnih aplikacijah primi in odloži (Pick & Place) v različnih industrijah, kot so prehrabna, avtomobilska, farmacevtska, elektronika itd.

Programiranje robotov poteka v Omron programskem paketu ACE 4.2. Povezljivi so z drugimi Omron komponentami v celovitih industrijskih rešitvah.

SCARA roboti serije i4L

Serija i4L postavlja visoko merilo na trgu SCARA robotov in prinaša visoke zmogljivosti po konkurenčni ceni. Odlikujeta jih vgrajen robotski krmilnik in ojačevalnik, ki skupaj z naprednim in robustnim dizajnom zagotavlja leta brezskrbnega delovanja. Zmogljivi servomotorji z lahkoto prenašajo do 5 kg bremena (Payload) in hkrati omogočajo hitre ciklične čase z visoko stopnjo obratovanja (Robot Duty Cycle).



Slika 1 : SCARA roboti serije i4L

Značilnosti:

- ▶ nosilnost do 5 kg,
- ▶ vgrajen robotski krmilnik,
- ▶ komunikacije EtherNet, Ethernet/IP, EtherCAT (december 2021),
- ▶ doseg 350 mm, 450 mm in 550 mm,
- ▶ možnost montaže: miza ali stena,
- ▶ ponovljivost: +/-0,01 mm,
- ▶ zmogljivi servomotorji za enostavno upravljanje z bremenom,
- ▶ alarmiranje in signalizacija z RGB-osvetlitvijo,
- ▶ hitra integracija in montaža,
- ▶ kratki ciklični časi (slika 2).

SCARA roboti serije i4H

Omron i4H omogoča prenos večjih obremenitev v primerjavi s serijo manjših robotov i4L. S posodobljeno robustno zasnovo lahko i4H doseže hitre ciklične čase z visoko stopnjo ponovljivosti, zmogljivi servomotorji pa lahko enostavno upravljajo z bremenom (Payload) do 15 kg. Montaža robota je možna na mizo, tla, steno ali inverzno, s tem pa nudi popolno fleksibilnost pri zasnovi aplikacij, ki vključujejo dosege do 850 mm in vertikalne pomike do 410 mm.



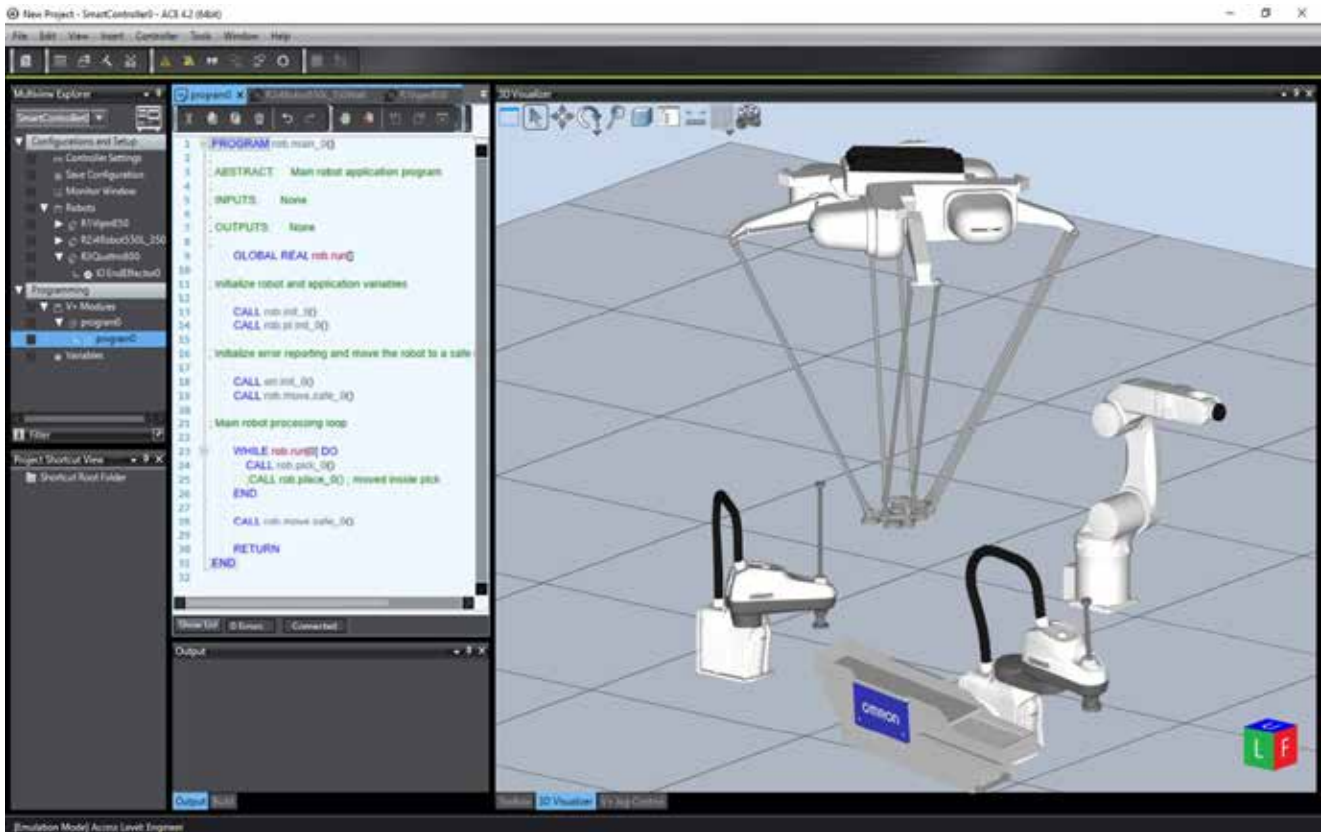
Slika 2 : SCARA robot serije i4H

Značilnosti:

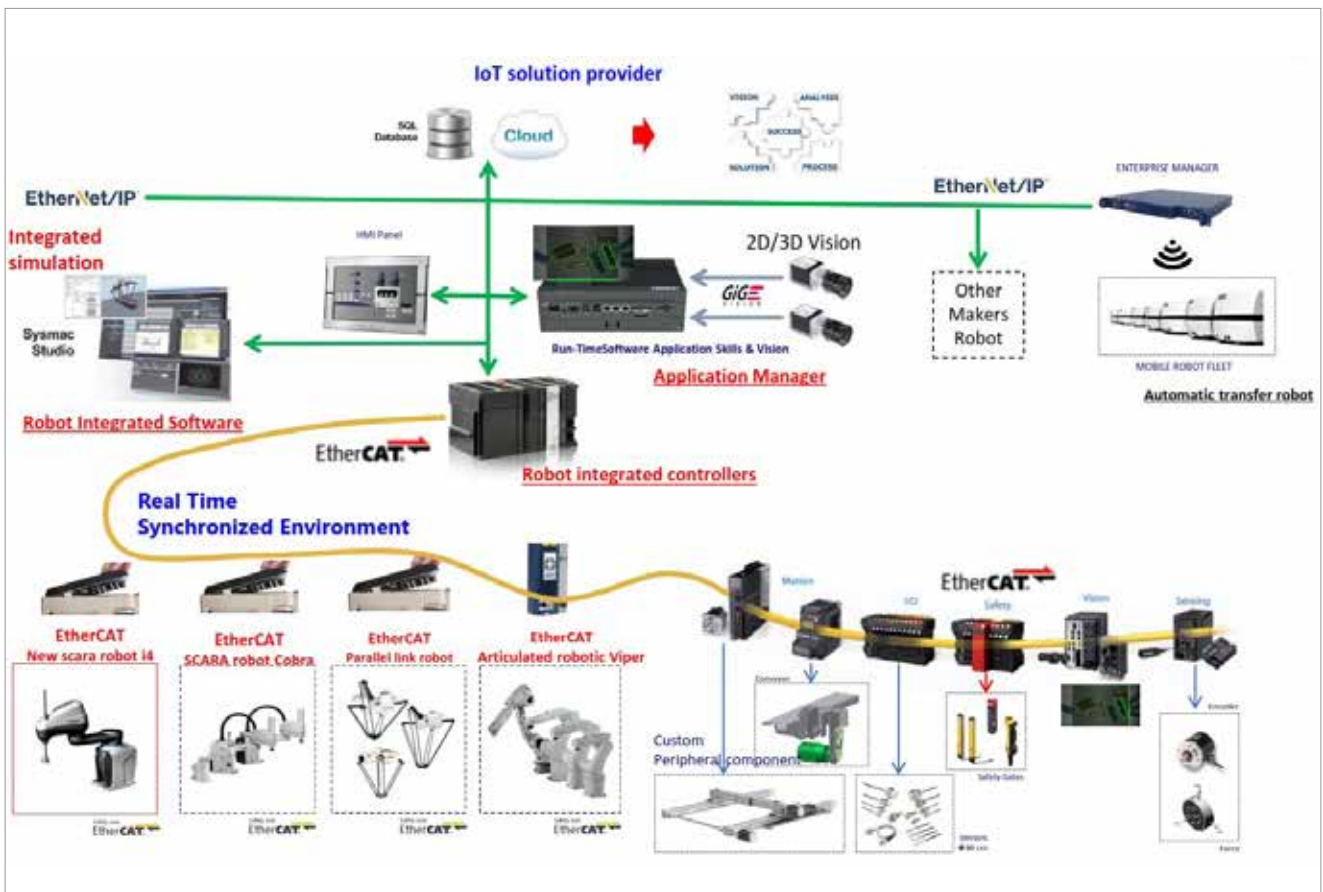
- ▶ nosilnost do 15 kg,
- ▶ vgrajen robotski krmilnik,
- ▶ komunikacije EtherNet, Ethernet/IP, EtherCAT (december 2021),
- ▶ doseg 650 mm, 750 mm in 850 mm,
- ▶ možnost montaže: miza, stena ali inverzno,
- ▶ ponovljivost: +/-0,015 mm,
- ▶ zmogljivi servomotorji za enostavno upravljanje z bremenom,
- ▶ alarmiranje in signalizacija z RGB-osvetlitvijo,
- ▶ hitra integracija in montaža,
- ▶ hitri ciklični časi.

Programski paket ACE 4.2

Programiranje robota poteka v Omron programskem paketu ACE 4.2 (Automated Control Environment), ki omogoča arhitekturo programiranja



Slika 3 : Programsko orodje ACE 4.2



Slika 4 : Povezljivost Omron komponent v celovitih industrijskih rešitvah

v eV+ (strukturni tekst) in C#. Za hitro zasnovano programo pa je na voljo čarovnik, ki vodi skozi nastavitve aplikacije po meniju robota, kamere, podajalnikov in poenostavi začetno fazo programiranja. Uporabnik lahko pripravi program in opravi simulacijo, ki poda ciklični čas aplikacije. ACE predstavlja celovito rešitev, saj z uporabo t. i. Application Manager enote - IPC združuje robote, strojni vid in podajalnike v eno programsko okolje, s tem pa poenostavi celotno načrtovanje, čas zagona in menjavo robotske aplikacije.

Povezljivost Omron komponent v celovitih industrijskih rešitvah

SCARA roboti serije i4 se lahko programirajo v razvojnem programskem orodju Omron Sysmac platformi, ki skupaj s samostojnim robotskim krmilnikom serije NJ5-R ponuja celovito rešitev za robotske in avtomatizirane procese (slika 4). S komunikacijo EtherCAT se lahko upravlja do 8 robotov, od 16 do 64 samostojnih servoos, hkrati pa se uporabljajo vse funkcionalnosti programiranja PLK-ja. Z

uvozom modelov 3D CAD platforma omogoča simulacijo stroja, robotov in strojnega vida. Arhitektura programiranja robotov je možna tudi s funkcijskimi bloki in s programskim jezikom ST. Sistem je zasnovan tako, da združuje vse segmente avtomatiziranega okolja v eno skupno okolje, kjer se lahko upravlja vse - od simulacije, integracije do zagona. Nova Sysmac platforma zelo zmanjša čas programiranja, omogoča hitrejšo sinhronizacijo med roboti, poenostavi konfiguracijo sistema in omogoča direktno povezljivost s podatkovnimi bazami, kot so: Microsoft SQL, Oracle, IBM DB2, MySQL, PostgreSQL in Firebird.

Vir: <https://www.miel.si/omron-scara-roboti-serij-i4l-in-i4h>

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®

Vse za avtomatizacijo proizvodnje

OMRON

Industrijski roboti • Tri družine robotov in več kot 100 modelov

PARALELNI ROBOTI

Hornet in Quattro sta visokohitrostna paralelna robota, idealna za uporabo v živilski industriji, farmaciji in industriji embalaže. Quattro je štiriosni robot z visoko nosilnostjo, ki se izkaže s hitrostjo in natančnostjo.

ROBOTI SCARA

Družina visokozmogljivih štiriosnih robotov SCARA je idealna za natančno mehansko montažo, rokovanje z materialom, pakiranje in privijanje.

ČLENKASTI ROBOTI

Omronova družina šestosnih robotov je idealna za kompleksno mehansko montažo, rokovanje z materialom, kontrolo in pakiranje.



Hornet 565
Quattro 650/800



i4L / i4H



Viper 650/850




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

© Ventil 27(2021)6. Tiskano v Sloveniji. Vse pravice pridržane.
© Ventil 27(2021)6. 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** 27
Year **Letnica** 2021
Number **Številka** 6

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 BAJSIČ, 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. Poljska
- ▶ doc. dr. Marko ŠIMIC, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Željko ŠITUM, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Hrvaška
- ▶ prof. dr. Janez TUŠEK, FS Ljubljana
- ▶ prof. dr. Hironao YAMADA, Gifu University, Japonska

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

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

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

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

NOVA SERIJA VIJAČNIH KOMPRESORJEV OMEGA AIR VDM 15E-160E

Podjetje OMEGA AIR d. o. o. Ljubljana nadgrajuje ponudbo vijačnih kompresorjev z inovativno serijo VDM E. Kompresorji so izdelani v tovarni Anest Iwata, ki z japonsko tehnologijo skrbi, da so zanesljivi in visoko energetsko učinkoviti (*slika 1*). Novo serijo VDM E odlikujejo manjša poraba energije in nižji obratovalni stroški, hkrati pa postavlja visoko merilo v proizvodnji stisnjenega zraka. Kompresorji so inovativni, vsestranski, okolju prijazni in enostavni za vzdrževanje.

Najsodobnejši vijačni element

Energetsko varčen vijačni kompresor serije VDM E je zasnovan z željo, da zagotovi visoko učinkovit in optimalen izdelek (*slika 2*). Izboljšani profil vijakov, razvit na Japonskem, omogoča izotermno kompresijo in visoko učinkovitost. Vgrajena je tehnologija večtočkovnega atomiziranega vbrizga, znižane so tlačne izgube. Zasnovani so za 20-letno zanesljivo obratovanje.

Konusna povezava motorja in vijačnega elementa

Med rotorjem motorja in vijačnim elementom je konusna povezava brez zobniškega predležja, tesnil gredi ali sklopke, zato tudi ni izgub pri prenosu energije. Vgradnja in vzdrževanje sta enostavna, stroški vzdrževanja so nižji, zaščita notranjih delov elektromotorja pa je izboljšana.

Vgrajeni so motorji s trajnimi magneti, ki presegajo zahteve standardov IE4. Odlikujeta jih oljno hlajenje



Slika 1 : Vijačni kompresor VDM 55E - pogled v notranjost

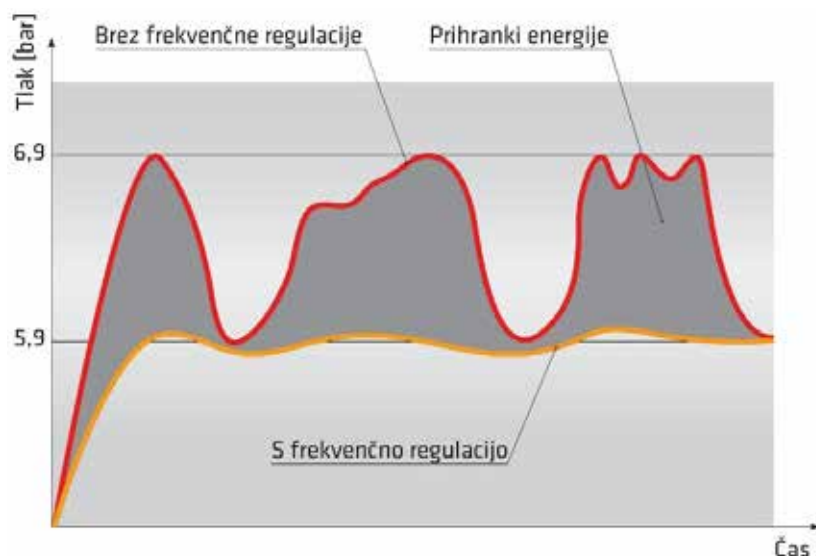
no ohišje in frekvenčna regulacija hitrosti. Zasnova brez ležajev ne potrebuje vzdrževanja, saj so mo-



Slika 2 : Naj sodobnejši vijačni element

OMEGA AIR

Air and Gas



Slika 3 : Nadzor konstantnega tlaka – frekvenčno krmiljenje

torji popolnoma zatesnjeni in imajo zaščito IP65 in stopnjo izolativnosti razreda F. Odpornost na visoke temperature preprečuje razmagnetenje.

Nadzor konstantnega tlaka – frekvenčno krmiljenje

Kompresorji serije VDM E imajo vgrajen frekvenčni pretvornik, ki zagotavlja hiter odziv na spremembe tlaka in nadzor konstantnega tlaka v območju 0,1 bar, kar dodatno zmanjšuje porabo energije (slika 3). Prihranek energije se optimizira ne glede na stanje obremenitve s frekvenčnim pretvornikom in krmilno logiko.

Kompresorji serije VDM E imajo integriran sistem za vzdrževanje konstantne temperature, ki je potrebna za zagotavljanje najboljše zmogljivosti mazanja. S tem se izogne visokim koničnim temperaturam, ki škodujejo komponentam naprave.

Sodoben sedempalčni barvni LCD-zaslon na dotik zagotavlja vse potrebne informacije o delovanju, vzdrževanju, alarmih v realnem času, grafični prikaz delovanja, zapis delovanja, tedenski časovnik, zgodovino obratovanja in načrtovanje. Vgrajen ima vmesnik RS485.

Krmilnik z zaslonom na dotik

Krmilniki v seriji VDM E vsebujejo vse pomembne funkcije za učinkovito delovanje: logiko varčevanja z energijo, zaščito pred preobremenitvijo, previsokim tokom, izgubo faze, faznim neravnovesjem, alarmni sistem za preprečitev nenadne okvare, možnost daljinskega nadzora, nastavljive urnike zagonov in zaustavitve ter možnost upravljanja več kompresorjev v skupini.

Brez skupne nadzorne plošče se lahko samodejno upravlja do 16 kompresorjev.

Investicija v prihodnost

Bolj kot strošek investicije so pomembni obratovalni stroški. Investicija v kompresorje s frekvenčno regulacijo hitrosti VDM E je višja od klasičnih modelov s fiksno hitrostjo, vendar so obratovalni stroški generacije kompresorjev VDM E tudi do 35 % nižji.

www.omega-air.si



BREZOLJNI VIJAČNI KOMPRESORJI



O₂ IN N₂ GENERATORJI



ADSORPCIJSKI SUŠILNIKI



HLADILNIŠKI SUŠILNIKI



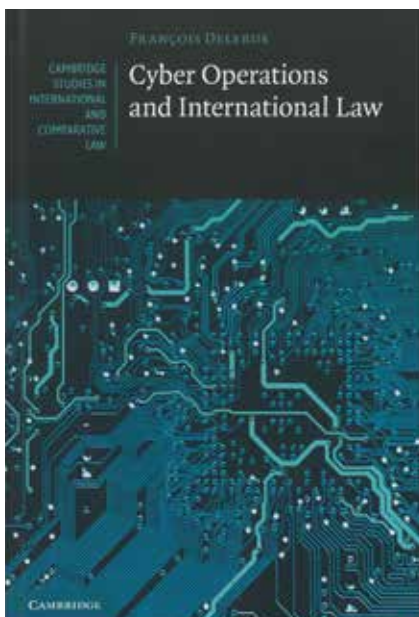
OMEGA AIR d.o.o. Ljubljana

T +386 (0)1 200 68 00

info@omega-air.si

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

KIBERNETSKE OPERACIJE IN MEDNARODNO PRAVO



Čeprav pogosto ugotavljamo, da pravo in še posebej mednarodno pravo zaostaja za spremembami v družbi, nam prav primer kibernetičnih operacij govori drugače. Avtor predstavljene knjige je raziskovalec na Mednarodnem inštitutu za strateške raziskave

(IRSEM) v Parizu in hkrati poročevalec o mednarodnem pravu Akademskega svetovalnega sveta v projektu 'EU Cyber Direct'. Velja mu prisluhniti!

V treh poglavjih in na 501 strani avtor predstavi obsežno analizo mednarodnega prava, ki je uporabljiva za kibernetične operacije, pokaže na protiukrepe v okviru tega prava in njegove meje. Navede primere, v katerih žrtve kibernetičnih operacij ostanejo brez varovanja mednarodnega prava.

Avtor se najprej spoprime z vprašanjem, koliko lahko mednarodno pravo vpliva na kibernetične operacije. Pri tem primerja kibernetični prostor z zračnim prostorom in njegovim osvajanjem. In vedno, ko se pojavi novo torišče človekove dejavnosti, se pojavi vprašanje, ali imamo za tako delovanje ustrezno mednarodno pravo. Sledi ugotovitev, da kibernetični prostor ni nekaj novega, tako kot vesolje ali zračni prostor, in zato ne preprečuje mednarodnemu pravu, da

bi se zanj uporabljalo. Vsega so krive naprave, ki jih uporabljamo v dnevnem življenju. V drugem poglavju nas avtor seznani z nezakonitostjo kibernetičnih operacij in temeljito prouči predsedniške volitve v ZDA. Tretje poglavje pomaga spoznati orodja za samoobrambo, načine odškodovanja in obrambo pred kibernetičnimi napadi.

Pričujoča knjiga ni 'lahka' za branje. Še nevarneje je, da bi kibernetične operacije postale del človeškega vsakdana. Že COVID-19 je Svet skoraj vrgel s tečaja, kibernetične vojne pa si sploh zamisliti ne moremo, ne da bi pomislili na uničenje Človeštva.

Kibernetične operacije počasi zapuščajo kraljestvo domišljije in znanstvene fantastike in postajajo sodobna realnost!

François Delerue: CYBER OPERATIONS AND INTERNATIONAL LAW, Cambridge 2020, ISBN 978-1-108-49227-6



**Inovativna
regulacijska oprema**

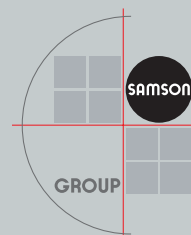


GIAFLEX

Gia-S d.o.o., Industrijska 1K, 1290 Grosuplje
Tel: +386 1 7865 300, E-mail: info@gia.si
Spletna stran: www.samson-slo.com, www.gia.si, www.giaflex.com
SAMSON GROUP · www.samsongroup.de
SAMSON AG · MESS- UND REGELTECHNIK



SAMSON



VILI PRINČIČ: V SINJO BREZKONČNOST, PO SLEDEH ODKRIVANJA ZAPUŠČINE BRATOV RUSJAN, PIONIRJEV LETALSTVA



O Edvardu Rusjanu in njegovem bratu Jožetu vemo pravzaprav veliko. Še več pa bodo ljubitelji letalstva in letenja izvedeli v knjigi Vilija Prinčiča *V sinjino brezkončnost*, ki je izšla leta 2011. Avtor je sam in s pomočjo Rusjanovih sorodnikov zbral bogato slikovno in besedno zapuščino. Opis Rusjanov sega od rojstva obeh bratov, staršev in prijateljev vse do trenutka, ko je Gorica 'odkrila' brata Rusjan. Knjiga vsebuje tudi nekaj dokumentov in izjav, ki prej niso bile znane. Konča se z Rusjanovim nesrečnim poletom 9. 1. 1911 v Beogradu. Zanimivi so podatki o tem, kako in kdo so skrbeli za Rusjanov grob v Beogradu. Težave so nastale, ko je Republika Slovenija postala samostojna država. Nihče se ni posebej potrudil, da bi rešil težave z grobom. Breme plačila je prevzel takrat generalpolkovnik Stevan Mirkovič, ki je dobro po-

znal Rusjanovo zgodovino. Njegovo spoštovanje do Slovencev in njegovo priljubljenost sem imel priložnost spoznati kot njegov 'adjutant', ko sem služil vojaški rok v Postojni. Počasi so se zadeve uredile in zdaj je grob Edvarda Rusjana lepo vzdrževan in obiskan. Postavljen bo tudi njegov doprnski kip, nekateri pa razmišljajo tudi o prenosu posmrtnih ostankov v Slovenijo.

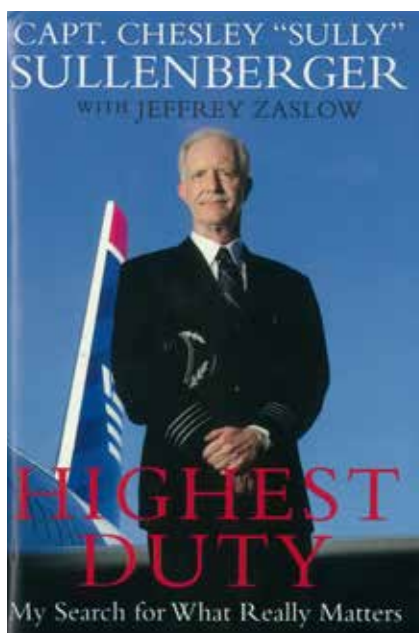
Ostaja pa še vedno nerešeno vprašanje umestitve Edvarda Rusjana in njegovega dela v eno od svetovnih letalskih enciklopedij. Kolikor nam je znano, tega ni nihče niti poskusil. Edvard Rusjan je le šest let po uspešnem poletu bratov Wright s svojim letalom opravil polet na Velikih Rojcah in se tako zapisal v zgodovino letalstva. Sprašujem se, kakšen je vzrok, da Edvarda Rusjana ne navajajo svetovne letalske enciklopedije. Kaj je tisto, kar preprečuje Sloveniji, da svojega pionirja letalstva ne uvrsti tja, kamor sodi?

Na koncu knjige avtor predstavi tudi rojstne podatke družine Rusjan. Edvardov in Jožefov oče je bil Franc Rusjan, doma iz Renč, mati Grazia Rusjan (rojena Cabas) pa je bila rojena v Medeji. Živel so v Trstu in Gorici, nekaj časa tudi v Ljubljani. Sprašujem se, ali morda ta mešanica pripadnosti obema narodoma – slovenskemu in italijanskemu – še vedno ovira tako Slovenijo kot Italijo, da Rusjana priznajo za svojega pionirja letalstva? Avtor knjige tudi ne ponudi odgovora, odgovora pa ne najdem tudi nikjer drugje. V Atlasu svetovnega letalstva avtorja Dane Bella najdemo skrbno izpisan seznam letalskih pionirjev od leta 1903 do vključno 1911. Brez bratov Rusjan!

Edvard Rusjan je leta 1910 zapisal, navajam: »Vsi zrli v poljane smo v soncu bogate, v sinjo brezkončnost in dalje brez mej«. Le kaj nas ovira, da Edvarda Rusjana ne vključimo v sinjo brezkončnost tistih, ki so si upali leteti?

Založba: ZTT-EST, Trst 2011, ISBN 978-88-7174-142-0, 18 €.

PREDSEDNIK JOE BIDEN PRED KRATKIM UPOKOJENEGA KAPITANA LETALSTVA CHESLEYJA »SULLYJA« SULLENBERGERJA IMENOVAL ZA VODJO AMERIŠKE MISIJE PRI ICAO



»Sully« je postal znan po tem, da je uspešno pristal z letalom Airbus A320 na reki Hudson, ki teče mimo New Yorka. Zaradi trka z gosmi je takoj po vzletu izgubil oba motorja in polet 1549 bi se lahko zelo tragično končal (15. 1. 2009).

O tem je »Sully« napisal tudi knjigo z naslovom Najvišja dolžnost – Moje iskanje tistega, kar je vredno, ki je izšla leta 2009 pri založbi William Morrow. Knjigo toplo priporočam, saj je odličen učbenik za pristanke na vodi! Iz izkušenj se je vredno učiti.

»Sully« je 18. predstavnik ZDA v službi pri ICAO. Ni dvoma, da je izbor utemeljen, ker ni bil opra-

vljen po načelu »samo, da je naš«, ampak glede na odlično letalsko kariero, poznavanje dela ICAO in razumevanja njene vloge ter globalnega pomena za ves svet. Z njim je letalska skupnost nedvomno pridobila strokovnjaka in odličnega pilota. »Letalski poleti so skoraj vedno rutina, toda vsakokrat, ko se odmaknemo od vrat (ang. gate), moramo biti pripravljeni na nepričakovano,« je rad dejal. S svojo izkušnostjo je rešil 150 potnikov in članov posadke, Airbus pa je shranjen pri firmi J. Supor & Son Trucking and Rigging v New Jerseyju.

Naj mu bo delo v ICAO prijetno s čim manj nepričakovanih trenutkov!

DOMEL

Inovativne rešitve za industrijo prihodnosti

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

STÄUBLI

- Industrijski roboti



Rexroth Bosch Group

- Servo pogoni in krmilna tehnika
- Linearna tehnika



phytron

Extreme. Precision. Positioning.

- Koračni motorji



Servo pogonski paket



FESTO

Enostavno
zelo
funkcionalno!

Vi želite enostavno in popolno povezljivost?
Vi iščete trajne in združljive koncepte?
Mi povezujemo sedanost s prihodnostjo.

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

Celovit paket servo krmilnikov s popolno povezljivostjo

Dinamično gibanje in natančno pozicioniranje od točke do točke ali z interpolacijo. Zato so servo krmilniki **CMMT-AS** in servomotorji **EMMT-AS** popolnoma integrirani v krmilne koncepte drugih proizvajalcev ali neposredno povezani s Festo CPX-E. In s čarovnikom za prvi zagon iz **Festo Automation Suite** je sistem z enostavno konfiguracijo pripravljen za delovanje v samo petih korakih.

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