

Posvet Avtomatizacija strege in montaže 2020 - ASM '20, Ljubljana, 16.12.2020  
WWW zbornik povzetkov s posveta

Spletni dogodek

Datum posveta: 16.12.2020

Organizatorji:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko  
– LASIM  
GZS  
SRIP ToP  
Kompetenčni center za sodobne tehnologije vodenja – Zavod KC STV  
RS, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo  
EU, Evropski sklad za regionalni razvoj

Organizacijski odbor:

prof.dr. Niko Herakovič, FS, UL  
dr. Mihael Debevec, FS, UL  
dr. Marko Šimic, FS, UL  
dr. Miha Pipan, FS, UL  
Edo Adrović, FS, UL  
Tanja Plestenjak, FS, UL  
dr. Zoran Marinšek, Zavod KC STV  
Rudi Panjtar, SRIP ToP  
mag. Janja Petkovšek, GZS  
dr. Marjan Rihar, GZS

Uredniki:

prof.dr. Niko Herakovič, FS, UL  
dr. Miha Pipan, FS, UL  
Jernej Protner, FS, UL  
Edo Adrović, FS, UL  
dr. Mihael Debevec, FS, UL

Izdajatelj:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo  
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

Ljubljana, 2020

URL: <http://www.posvet-asm.si/index.php?page=zbornik-asm-20>

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID=42921731  
ISBN 978-961-6980-76-0 (html)



#### **V vednost**

Posvet ASM '20 podpira program GOSTOP (OP20.00361), ki ga delno financirata Republika Slovenija – Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport ter Evropska Unija – Evropski sklad za regionalni razvoj.



© Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2020

Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja založnika je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba tega avtorskega dela ali njihovih delov v kakršnemkoli obsegu ali postopku, vključno s tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki. Tako ravnanje predstavlja, razen v primeru iz 46. in 57. člena Zakona o avtorskih pravicah, kršitev avtorske pravice.

#### **Seznam povzetkov:**

1. Uvod in kratek pregled stanja na področju pametnih tovarn v EU: Niko Herakovič, UL FS, LASIM
2. Odziv in stanje kovinske industrije v času epidemije COVID: Janja Petkovšek, Združenje kovinske industrije, GZS
3. S pametnimi tovarnami do večje produktivnosti in agilnosti: Marjan Rihar, Zbornica elektronske in elektroindustrije, GZS
4. Nacionalni demonstracijski center Tovarn prihodnosti: vizija, cilji in zahteve: <sup>1</sup>Zoran Marinšek, <sup>2</sup>Niko Herakovič, <sup>1</sup>KCSTV, <sup>2</sup>UL FS, LASIM
5. Edge Computing in digitalni dvojček kot osnova Pametne tovarne: Jernej Protner, Miha Pipan, Hugo Zupan, Matevž Resman, Marko Šimic, Niko Herakovič, UL FS, LASIM
6. Stopnje 4. Industrijske transformacije v 3D kosovni pametni tovarni: Gorazd Rakovec, KIBERNOVA d.o.o.
7. Digitalizacija proizvodnega procesa izdelave mobilnih hiš in šotorov: Jure Žagar, Nejc Weiss, Adria Dom d.o.o.
8. Programska oprema za upravljanje pametnih tovarn: Jakob Perko, Franc Žaberl, Fanuc Adria d.o.o.
9. Robotska celica za lasersko varjenje nizko serijskih izdelkov z 3D vodenim laserskim žarkom na osnovi 3D scana objekta: <sup>1</sup>Hubert Kosler, <sup>2</sup>Damian Širaj, <sup>2</sup>Peter Arko, <sup>2</sup>Erih Arko, <sup>1</sup>YASKAWA Slovenija, <sup>2</sup>YASKAWA Ristro
10. Meritve momentov in sil pri robotski manipulaciji: Darko Koritnik, Tomaž Koritnik, DAX d.o.o.
11. Avtomatizacija in nadzor temperature vstavljanja kovinskih vložkov v brizgalno orodje s pomočjo kolaborativnega robota: Aleš Hančič, Dragan Kusić, Matjaž Milfelner, Jakob Jelenc, TECOS
12. Novosti in ABB RobotStudio za novo realnost: Tomaž Lasič, Karl Jerman, Robert Logar, ABB d.o.o.

# 17. POSVET

AVTOMATIZACIJA STREGE IN  
MONTAŽE 2020 –

# ASM'20

SPONZORJA:

**FESTO**



16. december 2020 ob 13h  
spletni dogodek  
[www.posvet-asm.si](http://www.posvet-asm.si)

**PROGRAM posveta**  
**sreda, 16. december 2020 ob 13:00 h, spletni dogodek ASM '20**

12:50 – 13:00

*Registracija v spletno konferenco ASM '20*

13:00 – 13:30

**Uvod in kratek pregled stanja na področju pametnih tovarn v EU**

*Niko Herakovič, UL FS, LASIM*

**Odziv in stanje kovinske industrije v času epidemije COVID**

*Janja Petkovšek, Združenje kovinske industrije, GZS*

**S pametnimi tovarnami do večje produktivnosti in agilnosti**

*Marjan Rihar, Zbornica elektronske in elektroindustrije, GZS*

**Nacionalni demonstracijski center Tovarn prihodnosti: vizija, cilji in zahteve**

*<sup>1</sup>Zoran Marinšek, <sup>2</sup>Niko Herakovič, <sup>1</sup>KCSTV, <sup>2</sup>UL FS, LASIM*

13:30 – 14:20

**Edge Computing in digitalni dvojček kot osnova Pametne tovarne**

*Jernej Protner, Miha Pipan, Hugo Zupan, Matevž Resman, Marko Šimic, Niko Herakovič, UL FS, LASIM*

**Stopnje 4. Industrijske transformacije v 3D kosovni pametni tovarni**

*Gorazd Rakovec, KIBERNOVA d.o.o.*

**Digitalizacija proizvodnega procesa izdelave mobilnih hiš in šotorov**

*Jure Žagar, Nejc Weiss, Adria Dom d.o.o.*

**Programska oprema za upravljanje pametnih tovarn**

*Jakob Perko, Franc Žaberl, Fanuc Adria d.o.o.*

14:20 – 15:10

**Robotska celica za lasersko varjenje nizko serijskih izdelkov z 3D vodenim laserskim žarkom na osnovi 3D scana objekta**

*<sup>1</sup>Hubert Kosler, <sup>2</sup>Damian Širaj, <sup>2</sup>Peter Arko, <sup>2</sup>Erih Arko, <sup>1</sup>YASKAWA Slovenija in <sup>2</sup>YASKAWA Ristro*

**Meritve momentov in sil pri robotski manipulaciji**

*Darko Koritnik, Tomaž Koritnik, DAX d.o.o.*

**Avtomatizacija in nadzor temperature vstavljanja kovinskih vložkov v brizgalno orodje s pomočjo kolaborativnega robota**

*Aleš Hančič, Dragan Kusić, Matjaž Milfelner, Jakob Jelenc, TECOS*

**Novosti in ABB RobotStudio za novo realnost**

*Tomaž Lasič, Karl Jerman, Robert Logar, ABB d.o.o.*

15:10 – 15:20

**Kratek odmor**

15:20 – 15:50

**DEMO CENTER LASIM: v živo**

*Člani laboratorija LASIM, UL FS, LASIM*

15:50 **Zaključek posveta ASM '20**



# VSEBINA

<b>Kratek pregled stanja na področju pametnih tovarn v EU</b> -----	<b>1</b>
<i>Niko Herakovič, UL FS, LASIM</i>	
<b>Odziv in stanje kovinske industrije v času epidemije COVID</b> -----	<b>5</b>
<i>Janja Petkovšek, Združenje kovinske industrije, GZS</i>	
<b>S pametnimi tovarnami do večje produktivnosti in agilnosti</b> -----	<b>9</b>
<i>Marjan Rihar, Zbornica elektronske in elektroindustrije, GZS</i>	
<b>Nacionalni demonstracijski center Tovarn prihodnosti: vizija, cilji in zahteve</b> -----	<b>15</b>
<i><sup>1</sup>Zoran Marinšek, <sup>2</sup>Niko Herakovič, <sup>1</sup>KCSTV, <sup>2</sup>UL FS, LASIM</i>	
<b>Edge Computing in digitalni dvojček kot osnova Pametne tovarne</b> -----	<b>21</b>
<i>Jernej Protner, Miha Pipan, Hugo Zupan, Matevž Resman, Marko Šimic, Niko Herakovič, UL FS, LASIM</i>	
<b>Stopnje 4. Industrijske transformacije v 3D kosovni pametni tovarni</b> -----	<b>27</b>
<i>Gorazd Rakovec, KIBERNOVA d.o.o.</i>	
<b>Digitalizacija proizvodnega procesa izdelave mobilnih hiš in šotorov</b> -----	<b>33</b>
<i>Jure Žagar, Nejc Weiss, Adria Dom d.o.o.</i>	
<b>Programska oprema za upravljanje pametnih tovarn</b> -----	<b>37</b>
<i>Jakob Perko, Franc Žaberl, Fanuc Adria d.o.o.</i>	
<b>Robotska celica za lasersko varjenje nizko serijskih izdelkov z 3D vodenim laserskim žarkom na osnovi 3D scana objekta</b> -----	<b>49</b>
<i><sup>1</sup>Hubert Kosler, <sup>2</sup>Damian Širaj, <sup>2</sup>Peter Arko, <sup>2</sup>Erih Arko, <sup>1</sup>YASKAWA Slovenija in <sup>2</sup>YASKAWA Ristro</i>	
<b>Meritve momentov in sil pri robotski manipulaciji</b> -----	<b>57</b>
<i>Darko Koritnik, Tomaž Koritnik, DAX d.o.o.</i>	
<b>Avtomatizacija in nadzor temperature vstavljanja kovinskih vložkov v brizgalno orodje s pomočjo kolaborativnega robota</b> -----	<b>63</b>
<i>Aleš Hančič, Dragan Kusić, Matjaž Milfelner, Jakob Jelenc, TECOS</i>	
<b>Novosti in ABB RobotStudio za novo realnost</b> -----	<b>69</b>
<i>Tomaž Lasič, Karl Jerman, Robert Logar, ABB d.o.o.</i>	

# Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

## **Kratek pregled stanja na področju pametnih tovarn v EU**

*Niko Herakovič, UL FS, LASIM*

### *POVZETEK*

*V prispevku so podane osnovne usmeritve Evropske komisije glede inovativnih tehnologij na področju I 4.0. Na tem področju je podana ocena stanja v Sloveniji in predstavljen povzetek analiza WEF 2018, v katerem Slovenija ocenjena kot ena od 25 najuspešnejših držav sveta na področju digitalne transformacije. V nadaljevanju so podani trendi v državah EU glede aktivnosti pri prenosu znanj in tehnologij I4.0 v podjetja, predvsem v SMEje. Predstavljen je koncept Demonstracijskih centrov in DIHov ter njihov namen in razširjenost v Sloveniji. Na koncu so predstavljene aktivnosti laboratorija LASIM na UL FS na tem področju*



## Kratek pregled stanja na področju tovarnih prihodnosti v EU

**Prof. Dr.- Ing. Niko Herakovič**

Laboratorij LASIM,  
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani  
niko.herakovic@fs.uni-lj.si

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 – ASM '20

## EC definition of new innovative technologies of I 4.0

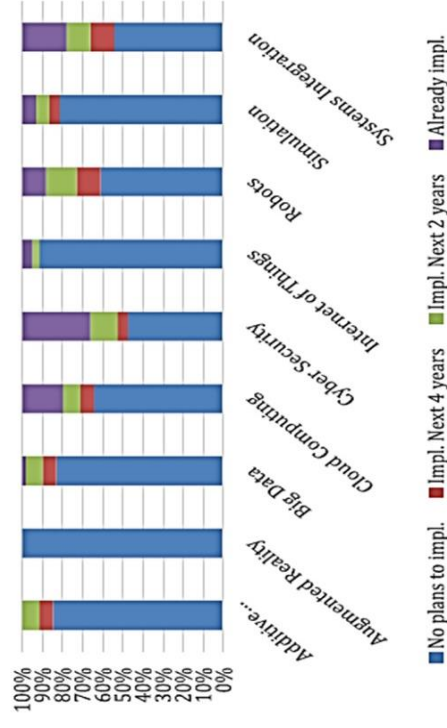
- Information and communication technology (ICT) to digitize information and integrate systems at all stages of product creation and use (including logistics and supply), both inside companies and across company boundaries.
- Simulation, modeling, and virtualization in the design of products and the establishment of manufacturing processes.
- Network communications including wireless and internet technologies that serve to link machines, work products, systems, and people, both within the manufacturing plant, and with suppliers and distributors.
- Digital assistance systems for human workers, including robots, augmented reality, and intelligentaid systems.
- Cyber-physical systems that use ICTs to monitor and control physical processes and systems. These may involve embedded sensors, intelligent robots that can configure themselves to suit the immediate product to be created, or additive manufacturing (3D printing) devices.
- Big data analysis and exploitation, either immediately on the factory floor, or through cloud computing.

## The 25 Leading Countries in Industrial Digital Transformation - alphabetical order

**Austria, Belgium, Canada, China, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Ireland, Israel, Italy, Japan, Republic of Korea, Malaysia, Netherlands, Poland, Singapore, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom and United States.**

Source: World Economic Forum, A.T. Kearney, 2018

## Degree of I 4.0 implementation in the SMEs in EU



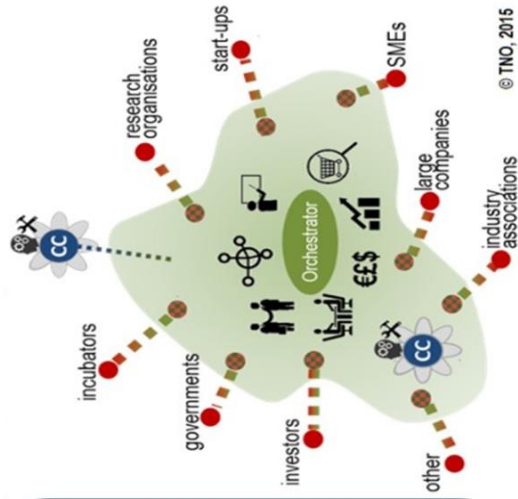
Source: Fei Yu, Tim Schweisfurth, September 2020

## Current trend in the EU countries

Dissemination/transfer of knowledge and I 4.0 technologies to the industrial environment, especially to SMEs and society in general.

## Concept of Digital Innovation Hubs

A DIH is a regional multi-partner cooperation (including organizations like RTOs, universities, industry associations, chambers of commerce, incubator/accelerators, regional development agencies and even governments) and can also have strong linkages with service providers outside of their region supporting companies with access to their services.



© TNO, 2015

## DIH-MapS

DIH for digital twins of logistics systems and manufacturing processes and systems

DIH for digital twins of logistics systems and manufacturing processes and systems is a national non-profit hub founded by public body University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering that operates with the support of strategic Slovenian partners, all non-for profit organisations.

<https://dih-ditmaps.si/>

## Kontakt

Prof. dr. Niko Herakovič  
E-mail: [niko.herakovic@fs.uni-lj.si](mailto:niko.herakovic@fs.uni-lj.si)  
Tel: +386 1 4771 726

Laboratorij LASIM  
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani  
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana, Slovenija

<https://dih-ditmaps.si/>



AUTOMATIZACIJA STREŽE IN MONTAŽE 2020 – ASIM '20

# Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

## **Odziv in stanje kovinske industrije v času epidemije COVID**

*Janja Petkovšek, Združenje kovinske industrije, GZS*

### *POVZETEK*

*Predavanje zajema pogled na stanje v kovinski industriji v letu, ki ga je zaznamovalo covid stanje. Podani so pogledi, kakšni so bili vplivi na posamezne dejavnosti in kako je zapiranje posameznih dejavnosti vplivalo na delovanje celotne proizvodne verige. Obravnavani so tudi pogledi za prihodnje leto in predvidevanja, kako se bo stanje iz 2020 odražalo v 2021.*



Začelo se je z zaskrbljenim telefonskim klicem kovinarja konec januarja: »Je res, da v Bruslju pripravljajo vseevropski ukrep, ki bo prepovedal uvoz komponent iz Kitajske, ker so lahko okužene?« Do takrat je bil izbruh virusa na Kitajskem za nas ena velika zdravstvena katastrofa – a tam daleč, na drugem koncu sveta. Prvič smo uvideli, da ima lahko tudi velike gospodarske posledice – in to pri nas.

V poslovanje podjetij se je vtihotapila doslej nepoznana zaskrbljenost: Kitajska kot največja svetovna proizvajalka je zaustavljala svoje javno življenje, a tudi poslovanje podjetij. Torej je svetovni trg občutil pomanjkanje njenih proizvodov. Veliki globalni igralci so reagirali hitro (in to smo občutili tudi pri nas): nenadni, nujni auditi pomembnih kupcev; preverjanje, v kolikšni meri smo odvisni od kitajskih komponent; mrzlično iskanje alternativnih dobaviteljev.

Dobaviteljske verige so podobne drevesni ali krvožilni strukturi: po kapilarah v večje tokove prihajajo elementi in sklopi, ki se združujejo v večje in večje sklope.. in nazadnje je tu proizvod. Če zataji katerakoli veja..če umanjka katerakoli sklop... končni proizvod ni uporaben. Poleg tega so sčasoma tudi velike globalne verige poenotile svoj ritem, svoje procese... in postale vitke. Med drugim to pomeni minimalne, skoraj nične zaloge; dobave just-in-time; visoke zahteve glede kakovosti in usklajenosti. Ukrepi za zamejitev širjenja covid (zapiranje dejavnosti) so tako povzročil velike težave in celo trganje dobaviteljskih verig.

Pomlad je prinesla ukrepe za zamejitev širjenja virusa in prve lock-downe. Sredi marca in kasneje v aprilu so naročila strmoglavila na rekordno nizko raven – v nekaterih podjetjih je padec znašal tudi do 80 ali celo 90%. Obenem so se vpeljevali ukrepi Vlade in priporočila za zaščitno ravnanje v podjetjih. To je bil čas velike zmede: navodila so se spreminjala tudi večkrat na dan, pojasnila so si nasprotovala,... Slovenski kovinarji smo hitro strnili vrste in se organizirali. Zgodnje informacije in tedenska on-line srečanja, kjer smo izmenjevali mnenja in delujoče prakse, so pripomogla, da ne v prvem in ne v drugem valu v svojih podjetjih nismo zabeležili nobenega covid žarišča. Osveščanje zaposlenih o higieni rok in kašlja, ustrezna oprema (maske, razkužila), vpeljeni strogi ukrepi glede socialne distance (omejitev števila hkrati prisotnih v garderobi, kavnih kotičkih, jedilnicah,...) in predvsem skrben nadzor nad izvajanjem so se obrestovali. Sestanki so se preselili v virtualno okolje, poslovna potovanja so omejena. Vpeljali smo testiranje in kasneje hitro testiranje (antigenski testi) vseh sodelavcev, ki so bili na poti v tujini, v rizičnih stikih,...

Poletje smo preživeli v varljivem občutku povratka v normalnost, kot smo jo poznali pred letom dni: omejitvenih covid ukrepov je bilo manj, spet smo lahko potovali, počitnikovali. Rast naročil, ki se je plaho pričela že v maju, se je v poletnih mesecih še okrepila. Večina podjetij je doživljala rekorden porast naročil. Dela več kot dovolj. Vedeli smo, da je to posledica vsaj treh dejavnikov:

- nadoknaditi je potrebno zamude oz. izpad pomladnih mesecev
- prebujanje trga
- glede na pomladne izkušnje so verige povečevale svoje »vmesne« zaloge pri dobaviteljih

A nihče ni znal oceniti, kolikšen je vpliv posameznega parametra.

Če pogledamo jesensko sliko malo širše v geografske smislu, vidimo, da se v evroobmočju rekordna septembrska in oktobrska rast proizvodnje v novembru umirja. Nemčija je ves čas glavni motor rasti v tem območju. Če jo izznamemo, se rast opazno približa stagnaciji; naročila so novembra prvič od junija upadla. A poslovna pričakovanja so za prve mesece 2021 dobra in poslovni optimizem visok.

Pomanjkanje vhodnih materialov in surovin medtem povzroča pritisk na cene: dobavitelji dvigajo cene mnogih ključnih osnovnih materialov in komponent.

Če pa v pogled vključimo tudi storitve, se slika precej poslabša. Omejitveni ukrepi, ki so v Evropi najbolj strogi, so močno prizadeli storitveni sektor. Prav tako opazimo, da je covid vplival na nakupne navade posameznikov: upadlo



je zanimanja gospodinjstev za potrošniške nenujne izdelke. To se bo spremenilo šele z dvigom zaupanja, stabilizacijo trga dela in finančno trdnostjo gospodinjstev.

Vse povedano velja za aglomeratno skupino kovinskopredelovalnih podjetij. Imamo pa tudi podjetja, na katerih poslovanje covid leto ni imelo posebnega učinka. Med njimi so predvsem taka z dolgimi razvojnimi cikli proizvodov (investicijska oprema; veliki energetske projekti; državne investicije: železnice, infrastruktura). So pa tudi podjetja, ki so beležila velik upad naročil do sedaj in tudi izgledi niso rožnati npr. tista, povezana s prireditvami, turizmom, gostinstvom.

Lani sem vam prerokovala, da boste podjetja, ki ponujate avtomatizacijo in robotizacijo, imela dobro leto 2020. Dejstvo je, da se letos tovrstna podjetja veselijo obilice dela – vpeljevanje IKT v podjetjih je v Covid letu rekordno. In kot kaže, leto 2021 ne bo nič drugačno.

## Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

### **S pametnimi tovarnami do večje produktivnosti in agilnosti** *Marjan Rihar, Zbornica elektronske in elektroindustrije, GZS*

#### *POVZETEK*

*Poročila številnih raziskav in mednarodne primerjave kažejo, da slovensko gospodarstvo po produktivnosti zaostaja za povprečjem v EU. Priporočila raziskav in tudi dobre prakse v uspešnih ekonomijah napotujejo na digitalno transformacijo, kot na enega izmed najbolj pomembnih vzvodov za poviševanje dodane vrednosti in produktivnosti. Če se omejimo na področje industrije, ki v Sloveniji predstavlja večinski del gospodarstva, je za napredek ključno, da se že realizirani koncepti vitke proizvodnje, avtomatizacije in robotizacije nadgradijo z uvajanjem umetne inteligence in drugih najsodobnejših omogočitvenih tehnologij. Pri tem je gotovo za izkoristiti podporno okolje SRIPov. V okviru SRIP Tovarne prihodnosti na GZS koordiniramo gozd Pametne tovarne, ki izvaja številne aktivnosti za pospešitev prehoda v Industrijo 4.0 ter za razvoj človeških virov oziroma za opolnomočenje zaposlenih s kompetencami za prihodnost. V akcijskih načrtih dajemo veliko pozornost na produktno orientirano povezovanje v vertikalni verigi vrednosti, ki združuje zmogljivosti zainteresiranih podjetij in RR institucij ter povezovanju, razvoju in diseminaciji kompetenc v celotnem SRIPu. Smatramo, da je to lahko uspešen pristop k povečanju produktivnosti in agilnosti našega gospodarstva, posebej še, če nam uspe za to zmobilizirati mala in srednja podjetja.*

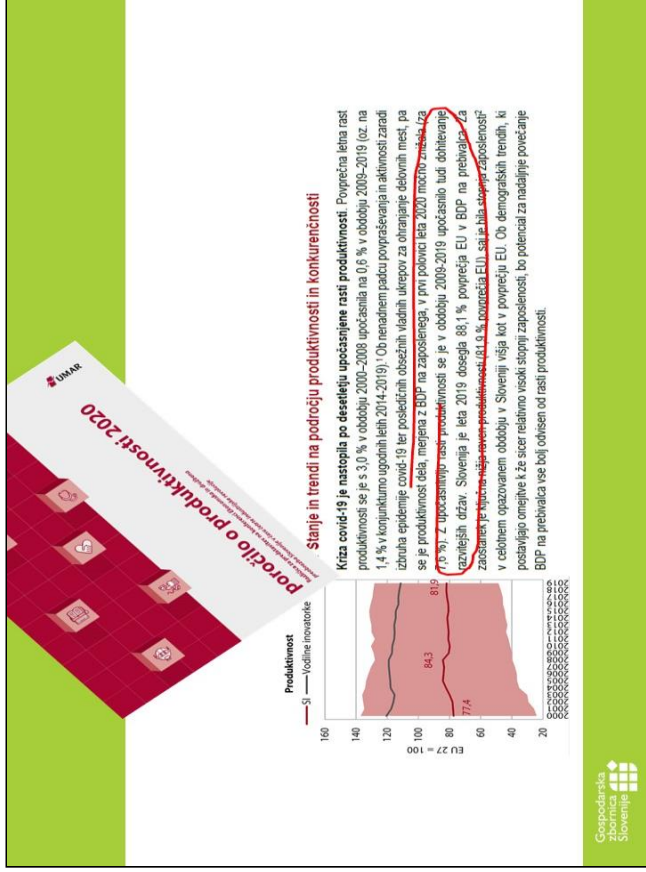


## S pametnimi tovarnami do večje produktivnosti in agilnosti

dr. Marjan Rihtar, SRIP ToP – grozdPametne tovarne, GZS

ASM 2020

Ljubljana, 16.12.2020



**Posledice in priporočila za podjetniški sektor**

Digitalizacija spreminja naravo inoviranja, kar od podjetij terja še večjo (fleksibilno) specializacijo, prehod od sektorskega k ekosistemskemu pristopu ter večji poudarek ne samo na hitrem odzivanju uvajanju sodobnih rešitev, ampak tudi na lastnih, prebojnih inovacijah. Za uspešno digitalno preobrazbo podjetij je zato ključno:

1. Takošen in strateški pristop k digitalni preobrazbi na osnovi jasno, po potrebi nišno, opredeljenih ključnih kompetenc in funkcij v okviru spreminjajočih se globalnih verig vrednosti.
2. Intenzivna vlaganja v (vseživljenjsko) učenje zaposlenih ter vzpostavitve digitalne miselnosti in kulture.
3. Pospešitev vlaganj v digitalne projekte in razširitev njihove uporabe na raven celotnih podjetij, vključno s pospešitvijo vlaganj, še posebej v raziskave, razvoj in inovacije.
4. Digitalna ekonomija zahteva preobrazbo organizacije in poslovnih modelov podjetij z večjim poudarkom na agilnem, multidisciplinarnem, multifunkcionalnem in odprtem, sodelovalnem pristopu, vključno z okrepljenim sodelovanjem s podpornimi okoljem, raziskovalno stero in tudi zagonskimi podjetji.

### Kako povečati produktivnost?

- Z vitko proizvodnjo
- Z avtomatizacijo in robotizacijo
- Z digitalizacijo
- Z uvajanjem umetne inteligence
- Z uvajanjem ...
- Z ...
- ...

91% sold they will enable them to increase productivity for the next year

87% say we need to adopt digital technologies to win our market

81% of digital technologies will enable all manufacturers to open up new markets and find new customers

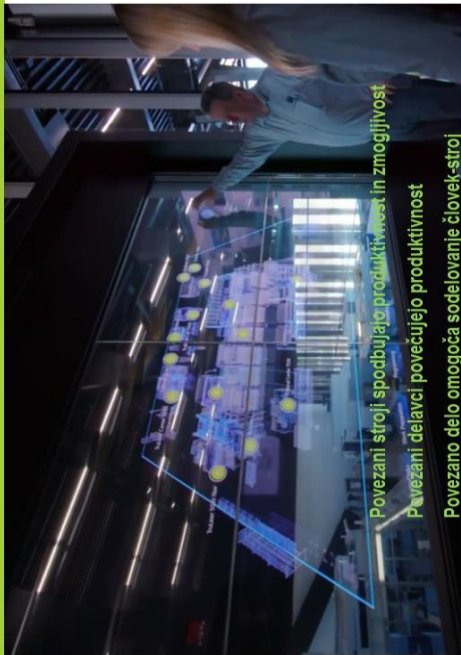
89% of manufacturers believe smart factories will help them apply digital technologies

## RAZUMEVANJE in MOTIV

Za dvig produktivnosti in dodane vrednosti ni treba delati več, ampak v enakem času narediti več izdelkov z višjo dodano vrednostjo.

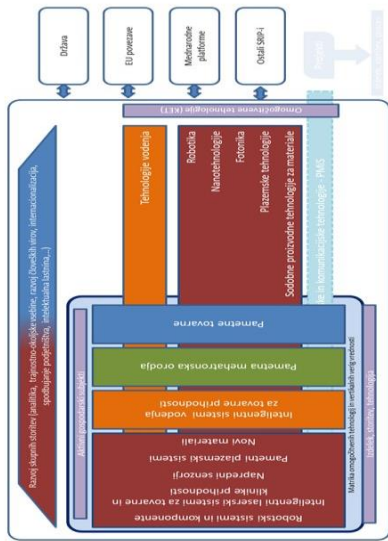


## Uravnoveženje produktivnosti in učinkovitosti – rdeča nit AN grozda Pametne tovarne



Povezani stroji spodbujajo produktivnost in zmogljivost  
Povezani delavci povečujejo produktivnost  
Povezano delo omogoča sodelovanje človek-stroj

## SRIP (ToP) kot podporno okolje za povečanje produktivnosti



## Pametne (inteligentne) tovarne so bolj prilagodljive, agilne in odzivne

Razvoj človeških virov, trajnostno-okoljske vsebine

Pametne tovarne

## RAZVOJ ČLOVEŠKIH VIROV

povezani delavci → produktivnost

### Akcijski načrt 3. faza SRIP

- Dolgoročno napovedovanje potreb po kompetencah
- Razvoj profesionalnih karier
- Načrti usposabljanja in izobraževanja
- Promocija poklicev



SKUPNI RAZVOJ IZOBRAŽEVANJA SRIP TOP					
Podaktivnost	Način izvajanja aktivnosti	Ciljna skupina	Kazalniki	Kazalci uspešnosti	
				2020	2022
Opredeležitev profilov in napoved potreb po kompetencah	Pregled globalnih baz podatkov, preverjanje trendov razvoja kompetenc, oblikovanje nabora kompetenc in opredelitev ter opis izbranih kompetenc, dodajanje novih kompetenc in opisov kompetenc, verifikacija opredeljenih kompetenc.	Najmanj 8 profilov najmanj 70 specifičnih kompetenc najmanj 50 splošnih kompetenc		8 profilov najmanj 70 specifičnih kompetenc 50 splošnih kompetenc	
Preverjanje in aktualizacija napovedanih kompetenc za profile, ki so bili opredeljeni in razviti v letu 2020	Pregled globalnih baz podatkov, preverjanje trendov razvoja kompetenc, nadgrajevanje opisov kompetenc, dodajanje novih kompetenc in opisov kompetenc.	Najmanj 8 profilov vsaj 70 specifičnih kompetenc vsaj 50 splošnih kompetenc		8 profilov vsaj 70 specifičnih kompetenc 50 splošnih kompetenc	
Dopolnilitev obstoječih kompetenc in povezavi z ostalimi SRIP-i. Sodelovanje s KOC-i	Sodelovanje in povezovanje s SRIP PMS – horizontalno mrežo KT, SRIP MATPRO, SRIP prehod v krožno gospodarstvo	Člani SRIP Top in člani ostalih SRIP-ov 7 delavcev		Najmanj 20 novih kompetenc	6 1 (12K) (8K)
	Povezovanje, sodelovanje v delovnih skupinah, sodelovanje v fokusnih dogodkih	Člani SRIP Top 3 člani KOC Top		Najmanj 3 skupni dogodki	1 1 1

## VVV Pametne tovarne

povezano delo (delavci, stroji) → produktivnost

### Akcijski načrt 3. faza SRIP

- Razvoj programa za usposabljanje za prehod v Industrijo 4.0
- Spodbujanje podjetij za prehod v industrijo 4.0
- e-Življenjski cikel produkta 4.0
- Vzpostavitev/nadgradnja/aktivnosti demo centra za pametne tovarne



## RAZVOJ ČLOVEŠKIH VIROV

povezani delavci → produktivnost

### Akcijski načrt 3. faza SRIP

- Dolgoročno napovedovanje potreb po kompetencah
- Razvoj profesionalnih karier
- Načrti usposabljanja in izobraževanja
- Promocija poklicev



do 30.6.	Ustanovitev strokovne skupine RČV
do 15.7.	Prvo srečanje strokovne skupine in pregled nabora kompetenc ter opredelitev profilov
Do 31.8.	Nabor podjetij in poslano vabilo na srečanje podjetjem
do 30.11.	Prvi in drugi krog v podjetjih ter pregled nabora in opredelitev kompetenc
do 10.12.	Opredeljene kompetence
Do 20.12.	Izvedba fokusne skupine - strokovnjaki in podjetja - evalvacija opredeljenih kompetenc





## Vloga gPT v VV Pametne tovarne – glavni cilj: produktno orientirano povezovanje

- Danfoss Trata d.o.o.
- Ektimo, svetovanje in razvoj, d.o.o.
- Iskra AMS d.o.o.
- Kalimia, d.o.o.
- Lotrič Meroslovje d.o.o.
- Marovt, d.o.o.
- Odelo Slovenija d.o.o.
- PlastiKa Skaza d.o.o.
- PS d.o.o.
- Razvojni center Novo mesto, d.o.o.
- Revovz d.d.
- RIKO d.o.o.
- Robotina d.o.o.
- Talum Tovarna aluminija d.d.
- TCS - Zavod
- Tehnološki park Ljubljana d.o.o.
- TRICKEL d.o.o.

### gospodarske družbe Člani Grozda

- IIS Odsek za tehnologije znanja - E8
- IIS Odsek za znanosti o okolju - O2
- Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
- UL FE Laboratorij za telekomunikacije
- UL FS Laboratorij za strgo, montažo in pnevmatiko (LASIM)



### R.I. Inštitucije

## Vloga gPT v SRIP Tovarne prihodnosti – glavni cilj: povezovanje in razvoj kompetenc

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danfoss Trata d.o.o.</li> <li>• Ektimo, svetovanje in razvoj, d.o.o.</li> <li>• Iskra AMS d.o.o.</li> <li>• Kalimia, d.o.o.</li> <li>• Lotrič Meroslovje d.o.o.</li> <li>• Marovt, d.o.o.</li> <li>• Odelo Slovenija d.o.o.</li> <li>• PlastiKa Skaza d.o.o.</li> <li>• PS d.o.o.</li> <li>• Razvojni center Novo mesto, d.o.o.</li> <li>• Revovz d.d.</li> <li>• RIKO d.o.o.</li> <li>• Robotina d.o.o.</li> <li>• Talum Tovarna aluminija d.d.</li> <li>• TCS - Zavod</li> <li>• Tehnološki park Ljubljana d.o.o.</li> <li>• TRICKEL d.o.o.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danfoss Trata d.o.o.</li> <li>• Ektimo, svetovanje in razvoj, d.o.o.</li> <li>• Iskra AMS d.o.o.</li> <li>• Kalimia, d.o.o.</li> <li>• Lotrič Meroslovje d.o.o.</li> <li>• Marovt, d.o.o.</li> <li>• Odelo Slovenija d.o.o.</li> <li>• PlastiKa Skaza d.o.o.</li> <li>• PS d.o.o.</li> <li>• Razvojni center Novo mesto, d.o.o.</li> <li>• Revovz d.d.</li> <li>• RIKO d.o.o.</li> <li>• Robotina d.o.o.</li> <li>• Talum Tovarna aluminija d.d.</li> <li>• TCS - Zavod</li> <li>• Tehnološki park Ljubljana d.o.o.</li> <li>• TRICKEL d.o.o.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danfoss Trata d.o.o.</li> <li>• Ektimo, svetovanje in razvoj, d.o.o.</li> <li>• Iskra AMS d.o.o.</li> <li>• Kalimia, d.o.o.</li> <li>• Lotrič Meroslovje d.o.o.</li> <li>• Marovt, d.o.o.</li> <li>• Odelo Slovenija d.o.o.</li> <li>• PlastiKa Skaza d.o.o.</li> <li>• PS d.o.o.</li> <li>• Razvojni center Novo mesto, d.o.o.</li> <li>• Revovz d.d.</li> <li>• RIKO d.o.o.</li> <li>• Robotina d.o.o.</li> <li>• Talum Tovarna aluminija d.d.</li> <li>• TCS - Zavod</li> <li>• Tehnološki park Ljubljana d.o.o.</li> <li>• TRICKEL d.o.o.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danfoss Trata d.o.o.</li> <li>• Ektimo, svetovanje in razvoj, d.o.o.</li> <li>• Iskra AMS d.o.o.</li> <li>• Kalimia, d.o.o.</li> <li>• Lotrič Meroslovje d.o.o.</li> <li>• Marovt, d.o.o.</li> <li>• Odelo Slovenija d.o.o.</li> <li>• PlastiKa Skaza d.o.o.</li> <li>• PS d.o.o.</li> <li>• Razvojni center Novo mesto, d.o.o.</li> <li>• Revovz d.d.</li> <li>• RIKO d.o.o.</li> <li>• Robotina d.o.o.</li> <li>• Talum Tovarna aluminija d.d.</li> <li>• TCS - Zavod</li> <li>• Tehnološki park Ljubljana d.o.o.</li> <li>• TRICKEL d.o.o.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Danfoss Trata d.o.o.</li> <li>• Ektimo, svetovanje in razvoj, d.o.o.</li> <li>• Iskra AMS d.o.o.</li> <li>• Kalimia, d.o.o.</li> <li>• Lotrič Meroslovje d.o.o.</li> <li>• Marovt, d.o.o.</li> <li>• Odelo Slovenija d.o.o.</li> <li>• PlastiKa Skaza d.o.o.</li> <li>• PS d.o.o.</li> <li>• Razvojni center Novo mesto, d.o.o.</li> <li>• Revovz d.d.</li> <li>• RIKO d.o.o.</li> <li>• Robotina d.o.o.</li> <li>• Talum Tovarna aluminija d.d.</li> <li>• TCS - Zavod</li> <li>• Tehnološki park Ljubljana d.o.o.</li> <li>• TRICKEL d.o.o.</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### gospodarske družbe člani SRIP Top

# Vabljeni v SRIP TOP

povežimo se produktno, dvignimo kompetence, združimo zmogljivosti – za večjo produktivnost in agilnost našega gospodarstva



## Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

### **Nacionalni demonstracijski center Tovarn prihodnosti: vizija, cilji in zahteve**

<sup>1</sup>Zoran Marinšek, <sup>2</sup>Niko Herakovič, <sup>1</sup>KCSTV, <sup>2</sup>UL FS, LASIM

#### *POVZETEK*

*Za vzpostavitev Tovarn prihodnosti je zelo pomembno, da bo na razpolago Nacionalni demonstracijski center (NDC), ki je sestavni del celovite strategije SRIP Tovarne prihodnosti za izvajanje raziskovalno-razvojno-inovacijskega sistema v okviru Strategije pametne specializacije. NDC bo služil kot demonstracijsko okolje tehnoloških produktov in storitev slovenskih podjetij za ponudbo na globalnih trgih. V sklepnem delu so predstavljene tudi zahteve in potrebni pogoji za vzpostavitev NDC.*





## Nacionalni demonstracijski center Tovarn prihodnosti: vizija, cilji in zahteve

Dr. Zoran Marinšek  
Zavod KC-STV  
zoran.marinsek@inea.si

Prof. Dr. Niko Herakovič  
UL Fakulteta za strojništvo, LASIM  
niko.herakovic@uni-lj.si

17. posvet  
Avtomatizacija Strege in montaže 2020, ASM '20



Predstavitel ASM 20

Z. Marinšek

1

## Struktura predstavitve

- Vizija in poslanstvo
- Cilji in koncepti
  - Koncept dvonivojske integracije
- .. Nekaj zahtev in potrebnih pogojev



Predstavitel ASM 20

Z. Marinšek

2

## Vizija in poslanstvo NDC

- **NDC je sestavni del celovite strategije SRIP** Tovarne prihodnosti za izvajanje raziskovalno-razvojno-inovacijskega sistema v okviru Strategije pametne specializacije
- **Demonstracijsko okolje** je tehnoloških produktov in storitev slovenskih podjetij za ponudbo na globalnih trgih
- **Dvojno poslanstvo** centra:
  - o spodbujanje fokusiranja RRI kompetenc v razvoju produktov in storitev
  - o Spodbujanje tehnološkega in poslovnega povezovanja pri nastopanju na globalnih trgih



Predstavitel ASM 20

Z. Marinšek

3

## Vizija in poslanstvo NDC (2)

- **NDC je strateški instrument spodbujanja konkurenčne ponudbe slovenskega gospodarstva**
  - o Omogoča demonstriranje produktov v različnih področjih uporabe in različnih nivojih kompleksnosti
  - o NDC predstavlja prototipe delujoče v realnem okolju, na nivoju prototipov razvitih do TRL 7-8.
    - o Pri tem je predhodni razvoj rešitev od TRL3 do TRL7-8, vključno z razvojem v okviru laboratorijskih demonstracijskih centrov, podprt v okviru programov in projektov v okviru nacionalnih razpisov za industrijske raziskave in razvoj ter razpisov RIA v okviru EC
  - o NDC gradi na **tehnološki povezljivosti** kot ključnemu elementu, ki upošteva strukturno značilnost slovenskega gospodarstva:
    - o Pretežni del visoko in srednje tehnološke ponudbe je v SME (MSP) in „majhnih-velikih“ podjetjih



Predstavitel ASM 20

Z. Marinšek

4

## Cilji in koncepti NDC (1)

**1. Segmentna struktura NDC**

- NDC je strukturiran po tehnoloških proizvodnih procesov in domenah trga (n.pr. hrana, ...)
- Omogoča geografsko različne lokacije NDC za posamezne segmente, glede na koncentracije kompetenc

**2. Zgradba segmenta - koncept večnivojske integracije gradnikov**

- Proizvodna celica
- Zaključen proizvodni proces ali linija
- Zaključena proizvodnja (ali tovarna)

Proizvodne celice so samostojni proizvodi, ki se zaradi standardiziranih komunikacijskih protokolov in tehnoloških značilnosti (agenti) lahko enostavno povezujejo v enotno proizvodnjo

**3. Ključna lastnost: povezljivost med gradniki, horizontalno in vertikalno**

- Standardizacija protokolov
- Tehnološki agenti

Z. Marinišek

Predstavitev ASM 20

5



## Cilji in koncepti NDC (1)

- Proizvodna celica
  - Zaključen proizvodni proces ali linija
  - Zaključena proizvodnja (ali tovarna)
- Proizvodne celice so samostojni proizvodi, ki se zaradi standardiziranih komunikacijskih protokolov in tehnoloških značilnosti (agenti) lahko enostavno povezujejo v enotno proizvodnjo
- 3. Ključna lastnost: povezljivost med gradniki, horizontalno in vertikalno**
- Standardizacija protokolov
  - Tehnološki agenti

Z. Marinišek

Predstavitev ASM 20

5

## Koncept integracije proizvodnih celic v (virtualno) proizvodnjo tovarne - dvonivojska

Slika 1: Povezava proizvodnih celic z agenti in digitalnimi dvojniki v virtualno distribuirano pametno tovarno.

Z. Marinišek

Predstavitev ASM 20

7



## Cilji in koncepti NDC (4)

### Razvoj gradnikov NDC

- Razvoj gradnikov**
  - So lahko v posameznih segmentih NDC
  - Se razvijajo od TRL3 naprej
- Laboratorijska postavitev centra in testiranje** (do TRL5-6):
  - Laboratorijski center Top
  - Segmentni laboratorijski centri (v povezavi z drugimi domenami uporabe - SNIPI)

### Poslovni model NDC

- Temejni na koncentraciji kompetenc s povezovanjem (tehnološko, poslovno)
- Sinerģija nacionalnih ciljev in podjetjskih ciljev podjetij, ki demonstrirajo svoje prototipe

### Promocija koncepta in ponudbe

- Promocija koncepta NDC v okviru nacionalne strategije razvoja (SPS)
- Promocija demonstriranih prototipov in rešitev v NDC s strani podjetij, ki jih uvajajo na trg



Z. Marinišek

Predstavitev ASM 20

6

Predstavitev ASM 20

8

## Cilji in koncepti NDC (2)

### Tehnološki agenti - Toolkit rešitev in agentov za napredno vodenje proizvodne celice

- Toolkit vsebuje na osnovi AI zasnovane agente za nadgradnjo vodenja proizvodne celice, ki zagotavljajo učinkovitejšo delovanje celice z naprednimi funkcijami v skladu z smernicami Industrije 4.0. Toolkit vsebuje agente, ki jih je glede na vrsto proizvodne celice možno poljubno izbrati in vključiti v algoritem vodenja celice za njeno bolj učinkovito delovanje.
  - Diagnostika stanja proizvodne celice
  - Celostna kontrola kvalitete končnega izdelka
  - Prediktivno vzdrževanje
  - Digitalni agent (AI)
  - Digitalni dvojniček procesa posamezne proizvodne celice.
  - Krojni (globalni) digitalni dvojniček.
  - Storitve enerģetske učinkovitosti
  - (in drugi)

Z. Marinišek

## Nekaj zahtev – potrebnih pogojev

- Umestitev NDC v nacionalno strategijo razvoja in v industrijsko strategijo
  - Razdelava koncepta in načrt
  - Zagotovitev finančnih virov
- Razdelava koncepta in načrt izgradnje NDC z oceno investicije in opredelitvijo možnih korakov
  - Opredelitev skupnega koncepta NDC
  - Opredelitev možnih korakov (na osnovi skupnega koncepta)
  - Ocena potrebnih sredstev v 10-12 letnem obdobju
    - za vzpostavitvev in delovanje centra za obdobje 10-12 let
    - sredstva za razvoj gradnikov v RRI projektih
- Okvirna ocena za NDC segment Top
  - Za vzpostavitvev DCM 10 mio €
  - Za delovanje centra v 10-12 letnem obdobju 10 mio €
  - Za razvoj 10-15 gradnikov za segment Top (TRL3-7) in laboratorijski demonstracijski center Top 20 mio €
- **Skupaj groba ocena NDC segment Top 40 mio €**
- Okvirna ocena celotni NDC (4 segmenti) 130 mio €

Z. Marinšek



Predstavitvev/ASM 20

9



Hvala za pozornost!

**Vprašanja???**

Z. Marinšek



Predstavitvev/ASM 20

10



# Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

## **Edge Computing in digitalni dvojček kot osnova Pametne tovarne**

*Jernej Protner, Miha Pipan, Hugo Zupan, Matevž Resman,  
Marko Šimic, Niko Herakovič, UL FS, LASIM*

### *POVZETEK*

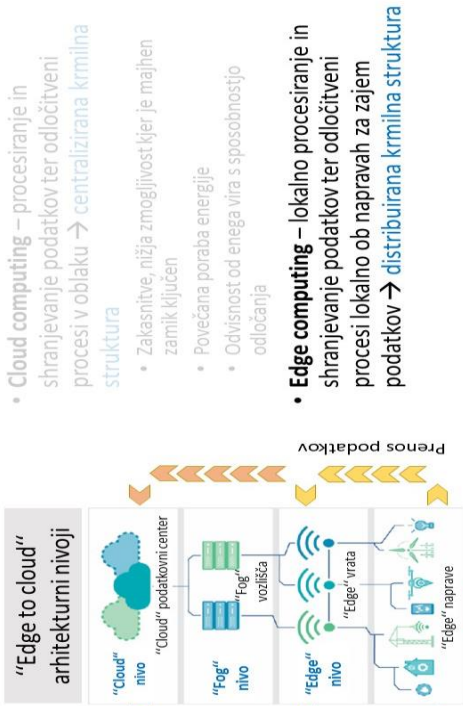
*Današnji princip delovanja Pametne tovarne temelji na decentralizirani več-nivojski krmilni strukturi podprti z oblachno tehnologijo. Podatki o dejanskem stanju proizvodnega procesa se tako zbirajo na nižjih vertikalnih nivojih tovarne s pomočjo senzorjev in se s tehnologijo IoT prenašajo na višji nivo centralnega nadzora v globalnem oblaku, kjer se z računalništvom v oblaku ti podatki shranjujejo, analizirajo in obdelujejo. Pri tem gre za prenos podatkov med nivoji in velika možnost vdora v podatkovne baze kar je veliko problem v smislu kibernetske varnosti. Vsaka nenadzorovana sprememba podatkov bi povzročilo motnjo in nepravilno upravljanje aktivnosti, krmiljenju proizvodnih procesov. Izboljšanje kibernetske varnosti, hitrejši odziv sistemov v realnem času brez podatkovne zakasnitve lahko dosežemo z uporabo distribuirane krmilne strukture, ki temelji na pametnem omrežju kibernetsko-fizičnih sistemov osnovano po principu holonov z vgrajenimi digitalnimi agenti in digitalnimi dvojčki (multi-agent sistemi). Aktivnosti potrebne za delovanje posameznih proizvodnih sistemov oziroma vozlišč se izvajajo v celoti na lokalnem nivoju, torej obravnavamo računalništvo na robu (Edge computing). Prav tako se komunikacija in izmenjava podatkov v večini izvaja med nivojskimi podsistemi, torej podsistemi znotraj proizvodne linije. Podatki potrebni za vizualizacijo proizvodnega procesa in podatki potrebni za sprotno optimiranje proizvodnega plana se po potrebi prenašajo iz proizvodnje v višje nivoje sistemov MES, ERP ali SCADA.*





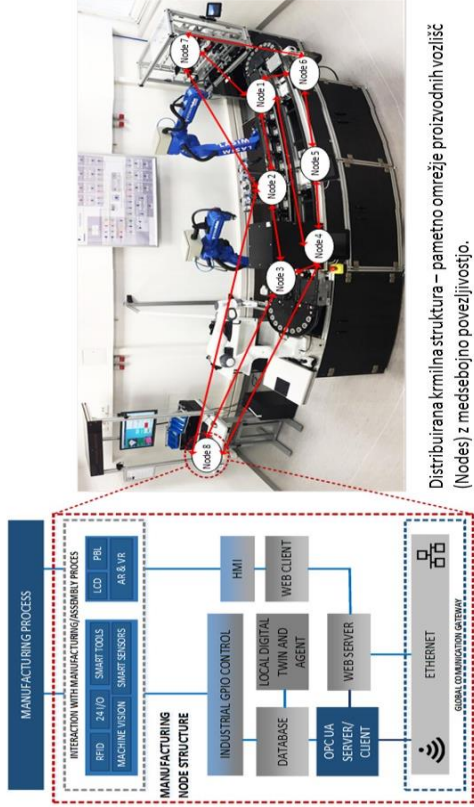


### Cloud computing proti edge computing



- Cloud computing – procesiranje in shranjevanje podatkov ter odločitveni procesi v oblaku → centralizirana krmilna struktura
- Zakasnitve, nižja zmogljivost kjer je majhen zamik ključen
- Povečana poraba energije
- Odvisnost od enega vira s sposobnostjo odločanja
- Edge computing – lokalno procesiranje in shranjevanje podatkov ter odločitveni procesi lokalno ob napravah za zajem podatkov → distribuirana krmilna struktura

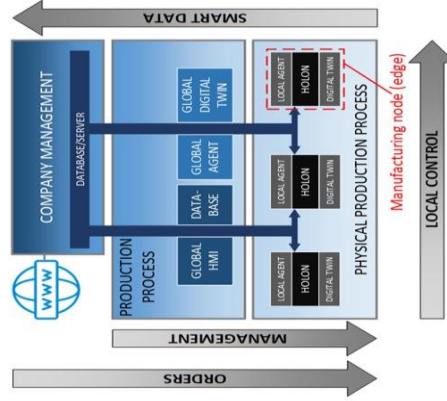
### Sistem proizvodnih vozlišč in struktura



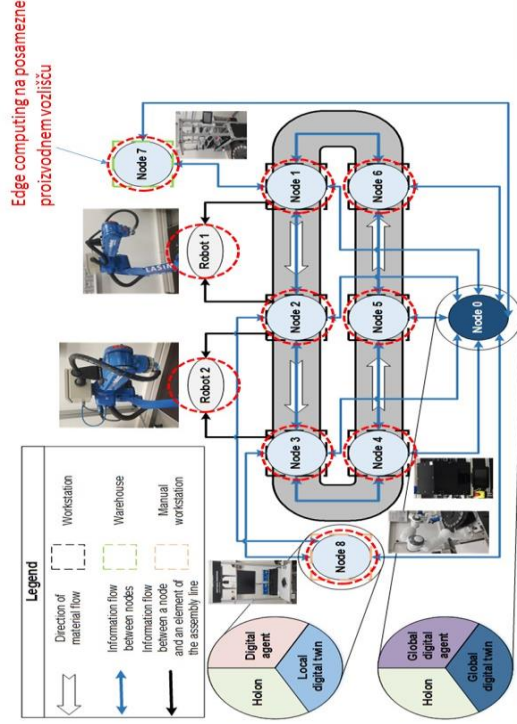
Distribuirana krmilna struktura – pametno omrežje proizvodnih vozlišč (Nodes) z medsebojno povezljivostjo.

### Edge computing in digitalni dvojček

- Globalni digitalni dvojček za optimizacijo globalnih proizvodnih parametrov (število naročil, zaporedje naročil, potrebne operacije...)
- Naročila razporejena glede na trenutnen status podsistemov
- Optimalno zaporedje poda globalni digitalni dvojček
- Proizvodno vozlišče, node → „edge“



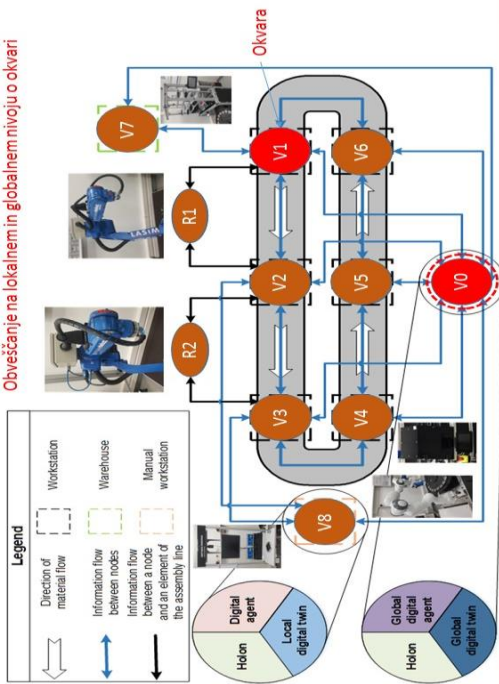
### Integracija Edge computing koncepta v realni sistem



Edge computing na posamezne proizvodnem vozlišču

## Integracija Edge computing koncepta v realni sistem

Obveščanje na lokalnem in globalnem nivoju o okvari

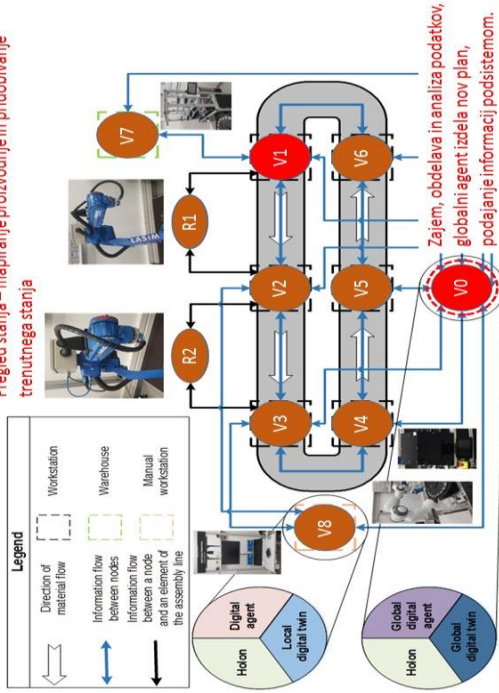


AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 – ASM '20

LASIJU<sup>9</sup>  
LUMENIUM INTELLIGENT MANUFACTURING

## Integracija Edge computing koncepta v realni sistem

Pregled stanja – mapiranje proizvodnje in pridobivanje trenutnega stanja

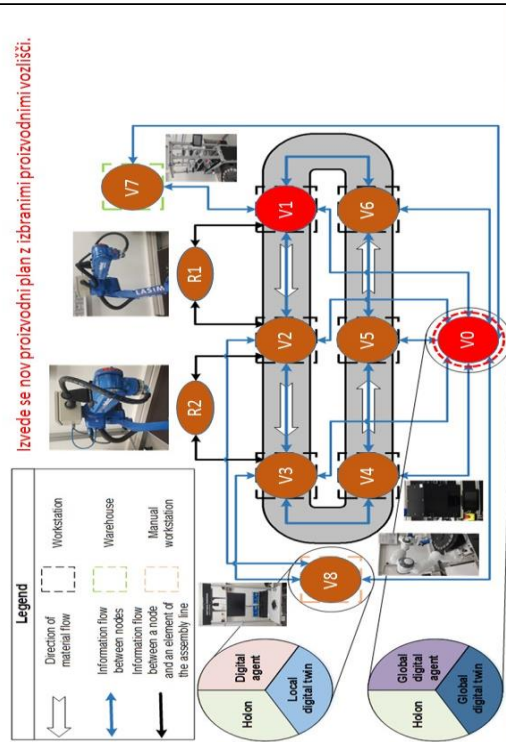


AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 – ASM '20

LASIJU<sup>10</sup>  
LUMENIUM INTELLIGENT MANUFACTURING

## Integracija Edge computing koncepta v realni sistem

Izvede se nov proizvodni plan z izbranimi proizvodnimi vozliči.



AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 – ASM '20

LASIJU<sup>11</sup>  
LUMENIUM INTELLIGENT MANUFACTURING

## Zaključki in ugotovitve

- ✓ Vpeljava koncepta distribuiranih sistemov, pametna omrežja, multi-agent sistemi, IIoT
- ✓ Kibernetsko fizični sistemi (CPSs) avtonomni in sposobni samoregulacije, samoodločanja
- ✓ CPSs kot proizvodna vozlišča (holoni, DD, DA)
- ✓ **Edge computing (distributed computing)** in Cloud computing
- ✓ Podatkovni procesi na lokalnem nivoju hitrejši, varnejši, energijsko manj potratni (prenos, shranjevanje, obdelava v realnem času, podatkovna zakasnitev, kibernetska varnost)
- ✓ Povečana zmožnost odkrivanja lokalnih napak in hiter odziv
- ✓ Zmanjšana možnost odpovedi celotnega sistema oz. zaustavitve procesa

## Vabljeni na predstavitev demo centra pametne tovarne

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020 – ASM '20

LASIJU<sup>12</sup>  
LUMENIUM INTELLIGENT MANUFACTURING



# Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

## **Stopnje 4. Industrijske transformacije v 3D kosovni pametni tovarni**

*Gorazd Rakovec, KIBERNOVA d.o.o.*

### *POVZETEK*

*Različnih transformacij je toliko, kot družb, vendar pa je treba ločiti vsaj štiri zelo različne. Nekibernetska definicija tovarne nam poveča razumevanje družb in njihovih tipičnih transformacij. Za osnovo je izbran najkompleksnejši model kosovne pametne tovarne in druge vrste družb dobimo z odstranjevanjem določenih poslovnih funkcij in di8menzij izdelkov. Štiri različne transformacije tvorijo Spiralo 4. revolucije industrijske geneze. Transformacije so prikazane v desetih stopnjah in razvrščene od najkompleksnejše do najmanj kompleksne. Obravnavane so tudi nove kibernetične kompetence potrebne za vodenje in konceptualni razvoj pametne tovarne. Kompetence so razdeljene na pet nivojev. Nove kibernetične kompetence so definirane v skladu s sintezo sistemov nekibernetske definicije pametne tovarne. Izbira in določitev kompetentnega vodje in arhitekta transformacije je prva naloga vodstva tovarne, ki pomeni tudi dejanski začetek prave transformacije.*





# STOPNJE 4. INDUSTRIJSKE TRANSFORMACIJE V 3D KOSOVNI PAMETNI TOVARNI

mag. Gorazd Rakovec  
**kibernetični razvojni inženiring**  
**KIBERNOVA**

[info@kibernova.com](mailto:info@kibernova.com)

## Vsebina

1. Uvod
2. 4 vrste transformacije:  
Spirala 4. revolucije industrijske geneze
3. Glavne stopnje transformacije:  
Stopnje spirale 4. revolucije industrijske geneze
4. Kadrovski vidiki 4. transformacije
5. Sklep

## 1 Uvod

V mnogih virih se pojavljajo različne transformacije o industriji 4.0.

Dejansko je transformacij toliko kot družb.

Vendar je možno najti nekaj tipičnih transformacij.

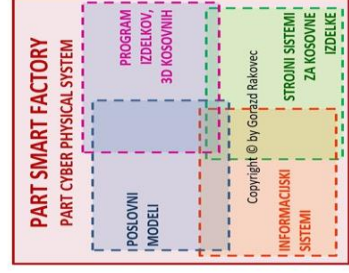
## 2. Spirala 4. revolucije industrijske geneze

Ena od nekibernetskih definicij tovarne:

Kosovna pametna tovarna

je sinteza podsystemov (s procesi), ki so:

1. strojni sistem za kosovne izdelke
2. informacijski sistem – stac. in agilni
3. program 3D izdelkov
4. poslovni modeli z ljudmi
5. Ostalo zanemarimo





<p><b>Kadrovski vidiki 4. transformacije</b></p> <p>Kdor hoče določati, razvijati in ocenjevati kompetence, jih mora najprej <b>sam imeti</b>.</p> <p>Učitej <b>slovensčine</b> ne more poučevati in ocenjevati <b>matematike</b>.</p> <p>Za ocene in razvoj je potrebna pedagoško <b>andragoška</b> izobrazba.</p> <p>Večina ljudi je <b>nekompetentnih</b> za kompetence transformacije, zato kompetence <b>z anketami ni možno</b> pridobivati ali ocenjevati.</p> <p><b>Kompetence</b> so v grobem sestavljene <b>iz znanj in veščin</b>.</p> <p>Teoretična znanja osebe pridobijo na <b>šolah</b> in kasneje z dodatnimi izobraževanji. Veščine pa lahko dobijo samo s <b>prakso</b> v industriji na področjih transformacije.</p>	<p>G. Rakovec</p> <p>9</p>
<p><b>KIBERNOVA</b></p> <p>Stopnje 4. industrijske transformacije</p> <p>info@kibernova.com</p> <p><i>kibernetski, razvojni inženiring</i></p>	<p>G. Rakovec</p> <p>9</p>

<p><b>Kadrovski vidiki 4. transformacije</b></p> <p>Pomembna je delitev nivoja kompetenc na:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>strateški</b> razvoj in vodenje industrijske transformacije</li> <li>2. <b>konceptualne</b> raziskave in razvoj sistemov ter poslovnih modelov industrijske transformacije</li> <li>3. razvoj <b>učnih</b> gradiv industrijske transformacije, izvedba izobraževanj in treningov</li> <li>4. <b>projektno vodenje</b> industrijske transformacije</li> <li>5. <b>projektiranje</b> in konstruiranje</li> </ol>	<p>G. Rakovec</p> <p>10</p>
<p><b>KIBERNOVA</b></p> <p>Stopnje 4. industrijske transformacije</p> <p>info@kibernova.com</p> <p><i>kibernetski, razvojni inženiring</i></p>	<p>G. Rakovec</p> <p>10</p>

<p><b>Kadrovski vidiki 4. transformacije</b></p> <p>Kibernetske kompetence</p> <p><b>v skladu z nekibernetsko definicijo:</b></p> <p>strokovne kompetence 4. industrijske transformacije – <b>krajše kibernetske</b> - so v grobem <b>sinteza strojnih - smer avtomatizacija</b> (vključena elektrotehnika, <b>informatika v strojih</b>), <b>poslovno-informacijskih in organizacijskih kompetenc</b></p> <p>V širšem pomenu spada v kompetence 4.0 <b>sinteza vseh strok</b> na področju tovarn nastalih v 3. industrijski revoluciji.</p>	<p>G. Rakovec</p> <p>11</p>
<p><b>KIBERNOVA</b></p> <p>Stopnje 4. industrijske transformacije</p> <p>info@kibernova.com</p> <p><i>kibernetski, razvojni inženiring</i></p>	<p>G. Rakovec</p> <p>11</p>

<p><b>Kadrovski vidiki 4. transformacije</b></p> <p>Kibernetske kompetence - temeljna kompetence industrijske transformacije</p> <p>Idealno kibernetsko kompetentni inženir razume in obvlada <b>konceptualni razvoj vseh kibernetskih področij enako</b> in zna vsa področja <b>sintetizirati</b> – spojiti v eno homogeno celoto.</p> <p>Od vseh naštetih strok samo <b>strojna stroka vključuje tudi elektrotehniške, informacijske kompetence</b> vključene v strojih.</p> <p>Samo <b>strojna stroka</b> vključuje <b>razvoj izdelkov in strojev</b> za njihovo izdelavo hkrati.</p> <p><b>Šole elektrotehnike in informatike ne vsebujejo strojništva.</b></p> <p><b>Strojništvo se večinoma uči s prakso</b> v industriji, se ga <b>ne da hitro naučiti</b>.</p>	<p>G. Rakovec</p> <p>12</p>
<p><b>KIBERNOVA</b></p> <p>Stopnje 4. industrijske transformacije</p> <p>info@kibernova.com</p> <p><i>kibernetski, razvojni inženiring</i></p>	<p>G. Rakovec</p> <p>12</p>



## Zaključek

- 4. Industrijska revolucija je revolucija v vodstvu
- Vodenje po principih iz 3. revolucije je kontraproduktivno
- Najprej je transformacija vodstva, kadrovanja
- Kibernetično kompetentni strojni inženirji vodijo in razvijajo celoto
- Igra prestolov je možna blokada
- Celovit razvoj tovarne je možen samo pod vodstvom namestnika direktorja za kibernetične raziskave in razvoj

G. Rakovec

**KIBERNOVA**  
kibernetični, razvojni inženiring

Stopnje 4. industrijske transformacije  
info@kibernova.com

13

# Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

## **Digitalizacija proizvodnega procesa izdelave mobilnih hiš in šotorov**

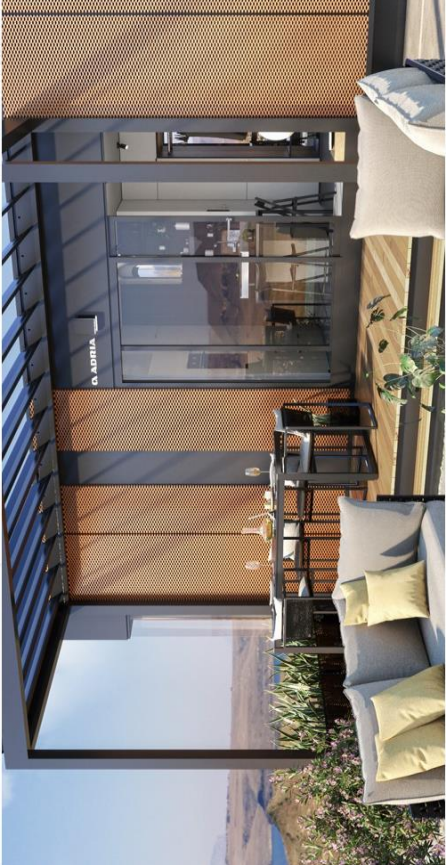
*Jure Žagar, Nejc Weiss, Adria Dom d.o.o.*

### *POVZETEK*

*V prispevku je predstavljen pristop pri uvajanju koncepta pametne tovarne v podjetju Adria Dom (AD), ki je del večje skupine TRIGANO, po številu zaposlenih in po prihodkih pa sodi v kategorijo malih in srednje velikih podjetij (SME). Proizvodnja mobilnih hišk je v podjetju AD zelo kompleksna. Izdelujejo 1300 izdelkov letno, pri tem pa je skoraj vsaka hiška drugačna. Proizvodnja poteka na eni proizvodni liniji. Podjetje AD je želelo povečati produktivnost in učinkovitost vseh procesov, predvsem pa proizvodnih in logističnih. Zato so v prispevku predstavljeni koraki in postopki uvajanja digitalizacije v proizvodne in logistične procese. Ključni dosežek je dinamično planiranje in usmerjanje logističnih dejavnosti in človeških virov s pomočjo digitalnega dvojčka in digitalnih agentov. Rezultat je povečanje produktivnosti v prvem letu za okrog 20%, v naslednjem letu pa se pričakuje še dodaten dvig produktivnosti za 15 do 20%.*



**ADRIA**  
Living in Motion

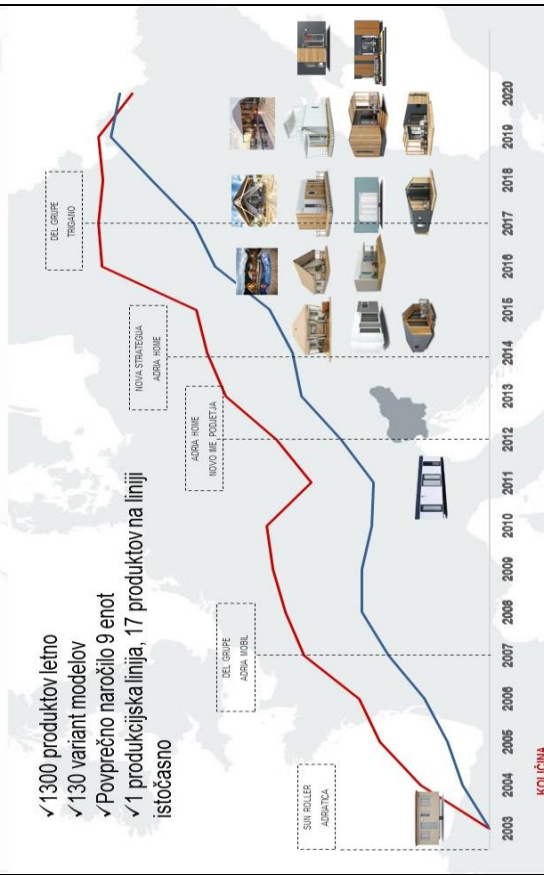


**ADRIA HOME**  
Creating accommodations to reconnect people with nature.  
Jure Žagar in Nejc Weiss

**ADRIA**  
Living in Motion

**KAJ IN KAKO**

- ✓ 1300 produktov letno
- ✓ 130 variant modelov
- ✓ Povprečno naročilo 9 enot
- ✓ 1 produkcijska linija, 17 produktov na liniji istočasno




**KOLČINA PRODAJO V €**

2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020

ADRIA Dom d.o.o. / Adria Home Ltd.

2

**ADRIA**  
Living in Motion



**Hvala za vašo pozornost!**

[j.zagar@adria-mobilehome.com](mailto:j.zagar@adria-mobilehome.com)  
[n.weiss@adria-mobilehome.com](mailto:n.weiss@adria-mobilehome.com)

[WWW.ADRIAMOBILEHOME.COM/](https://www.adriamobilehome.com/)  
[WWW.ADRIAHOLIDAYS.NET](https://www.adriaholidays.net/)

[f](#) [i](#) [t](#) [v](#) [p](#)



## Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

*Programska oprema za upravljanje pametnih tovarn  
Jakob Perko, Franc Žaberl, Fanuc Adria d.o.o.*

*POVZETEK*

*Eden od ključnih gradnikov pametnih tovarn je programska oprema za upravljanje le-teh. Fanuc na tem področju razvija in ponuja tri rešitve glede na velikost podjetij: MT-LINKi, ZDT ter FIELD. S pomočjo teh orodij se zbrani podatki o stanju proizvodnje uporabljajo za vpogled v status posameznih strojev in linij ter za analizo obratovalnih in tehnoloških parametrov za izbrano časovno obdobje.*



**FANUC**

**AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020**

**16. december 2020**

**Programska oprema za upravljanje  
pametnih tovarn**

**FANUC Adria, Franc Žaberl**

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

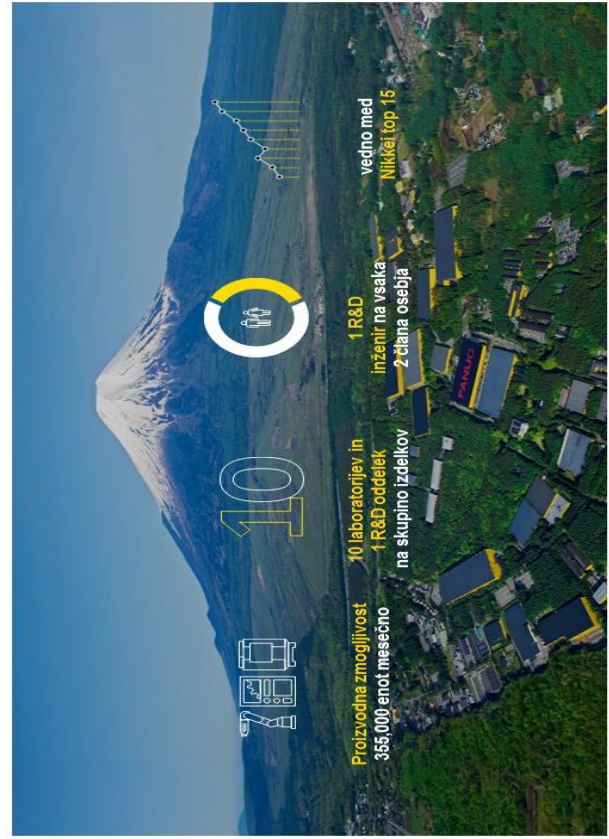


**Jakob Perko, dipl. inž.**  
Servisni inženir za CNC in laser sisteme  
[jakob.perko@fanuc.eu](mailto:jakob.perko@fanuc.eu)



**Franc Žaberl, dipl. inž.**  
Tehnični direktor  
[franc.zaberl@fanuc.eu](mailto:franc.zaberl@fanuc.eu)

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020



AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020



AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020



**MT-LINKi**

**ZDT**

**FIELD**

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Kaj je MT-LINKi ?**

**FANUC**

- Zbiranje podatkov na enem mestu
- Prikazovanje podatkov v realnem času
- Uporabniški vmesnik je dostopen preko brskalnika
- Prikaz podatkov si uredite po vaših željah

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Povezovanje**

**FANUC**

**Komunikacija do višjih sistemov preko:**

- Open Database (MongoDB)
- Web API\*

**Komunikacija do naprav preko:**

- FOCAS → za FANUC CNC
- Robot Interface → za FANUC Robote
- OPC UA → Stroj drugih proizvajalcev
- MTConnect → Stroj drugih proizvajalcev
- I/O moduli → Starejši stroji, kateri nimajo možnosti priklopa na ethernet

\*Application Programming Interface

UPPER HOST SYSTEM

COMMUNICATING

MT-LINKi  
Operation Management Software

COMMUNICATING

COLLECTING

ETHERNET

MTConnect

CONNECTING

MONITORING

PLC & other Devices

OPC UA

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Hitri pregled - Overview**

**FANUC**

**Monitoring - Overview**

DISCONNECT	11	68.8%
STOP	0	0.0%
EMERGENCY	4	25.0%
SUSPEND	0	0.0%
STOP	1	6.2%
MANUAL	0	0.0%
WARNING	0	0.0%
TOTAL	16	100.0%

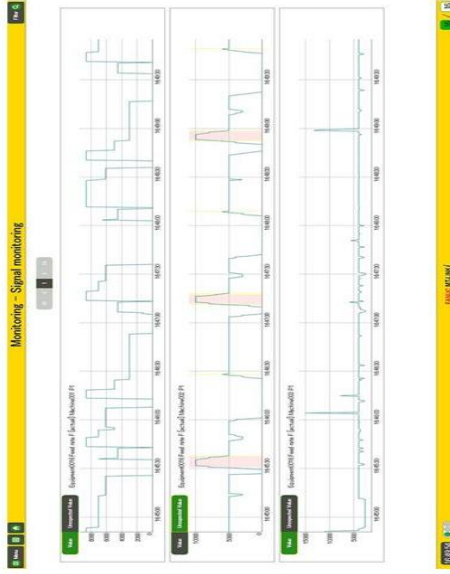
- Osnovni zaslon v katerem imate celoten pregled nad vašo delavnico
- Z malo informacijami lahko hitro vidite v kakšnem stanju so vaši stroji
- Več podrobnih informacij o stroju pridobite z klikom nanj
- V primeru zastoja lahko ukrepate takoj

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## Pregled signalov

FANUC

Za posamezen stroj lahko opazujemo izbrane signale, kot so servo/spindle navoj, pomiki osi, temperature motorjev...



AUTOMATIZACIA STREGE IN MONTAŽE 2020

## Pregled alarmov

FANUC

- Zaslona omogoča prikaz trenutnih alarmov na strojih v realnem času
- Pomaga pri identifikaciji alarmov na hitrejši način

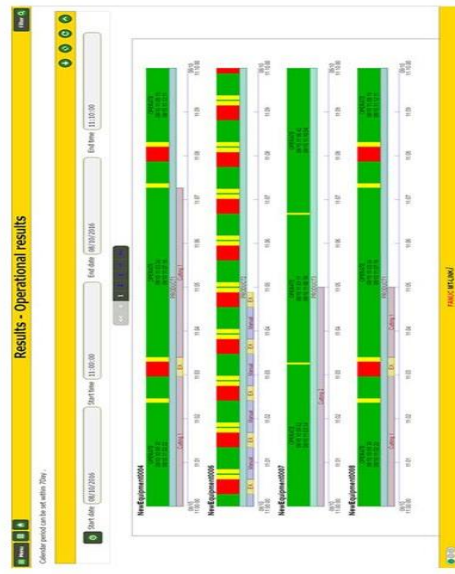


AUTOMATIZACIA STREGE IN MONTAŽE 2020

## Obratovalni parametri

FANUC

- Zaslona omogoča prikaz časovnice koliko časa je stroj v operativnem ali stoječem stanju
- Podatke lahko izvozite v CSV datoteki
- Lahko vidite koliko časa stroj dejansko deluje ali stoji

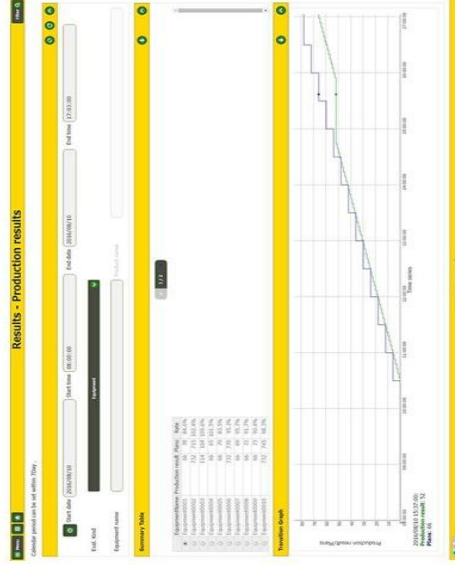


AUTOMATIZACIA STREGE IN MONTAŽE 2020

## Obratovalni dosežki

FANUC

- Zaslona omogoča prikaz ujemanja dejanskega števila kosov v primerjavi s planom
- Podatke lahko izvozite v CSV datoteko
- Lahko opazujete ali se dejanski plan sklada z načrtovanim



AUTOMATIZACIA STREGE IN MONTAŽE 2020

## FANUC

### Zgodovina alarmov

- Prikazuje zgodovino vseh alarmov
- Podatke lahko izvozite v CSV datoteko
- Lažje odkrijemo alarme, ki se pojavljajo pogosteje in jih odpravimo

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## FANUC

### ... in še:

### Zgodovina izvajanja programov

### Pošiljanje sporočil

### Zgodovina signalov

### Generiranje poročil:

- Dnevna
- Tedenska
- Mesečna...

### Povezava z nadrejenimi sistemi

### Zgodovina makro spremenljivk

### Prenos programov

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## FANUC

### Mnenje zadovoljnega uporabnika

**OMCO CROATIA D.O.O.**  
 OMCO CROATIA Ltd.  
 Hum Na Suti 107/5  
 49231, Hum Na Suti, Croatia  
 +385-49232327  
[www.omcoald.com.hr](http://www.omcoald.com.hr)  
 Company Type: Private Limited Company Independent

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## FANUC

### Mnenje zadovoljnega upravnika

“Instalacija programske opreme MT-LINKi in povezava strojev v omrežje poteka hitro in enostavno.”

“MT-LINKi nam omogoča zbiranje podatkov v realnem času. Podatke uporabljamo za vpogled v status posameznih strojev in linij, ter za analizo obratovalnih in tehnoloških parametrov za izbrano časovno obdobje.”

**Vanja Ranogajec, OMCO Croatia**

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020



**MT-LINK**

**ZDT**

**FIELD**

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Zero Down Time / obratovanje brez zastojev**

**ZDT**

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Programska oprema za poglobljen nadzor delovanja industrijskih robotov FANUC**

**ZDT**

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Reduktorji**

S pomočjo parametrov in temperature servomotorjev lahko učinkovito nadzorujemo delovanje reduktorjev

**FANUC**

Measurement Index

Alert

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## Neplanirane zaustavitve

# FANUC




**A Servo Off Counts Detail Graph**

Legend: Low Speed, Medium Speed, High Speed

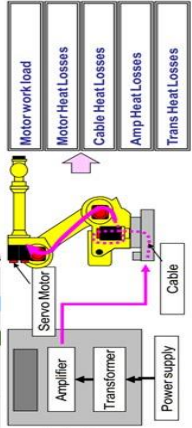
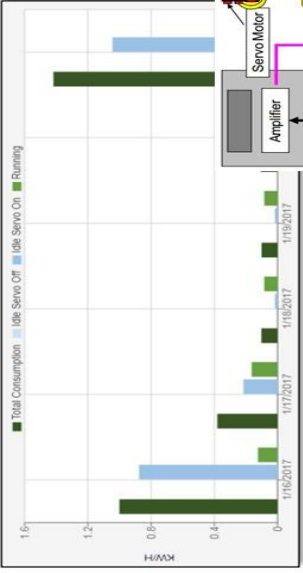
Y-axis: Servo Off Counts (0 to 5)

X-axis: Low Speed, Medium Speed, High Speed

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## Poraba energije

# FANUC

Legend: Total Consumption, Idle Servo Off, Idle Servo On, Running

Y-axis: H/MH (0 to 1.6)

X-axis: 1/16/2017, 1/17/2017, 1/18/2017, 1/19/2017

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## Opozorilo na redni servis

# FANUC

**1st mechanical check**

Service Due: November 2015

Calendar hours: 0% [0/1318 hour(s)]

Running hours: 35% [467 hour(s)]



Maintenance time out !!

**Mechanical check**

Service Due: October 2017

Calendar hours: 0% [0/190 hour(s)]

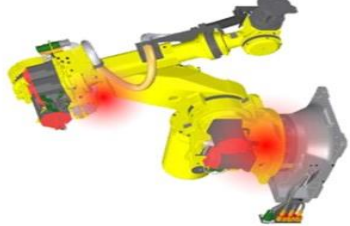
Running hours: 100% [190 hour(s)]

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020


## Opozorilo na menjavo mazalnega sredstva

# FANUC




**J1 i-grease change**

Grease life: 43% [0/100%]



**J2 i-grease change**

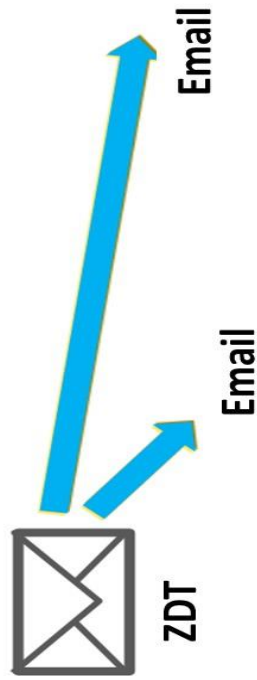
Grease life: 3% [0/100%]



AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Obveščanje**

**FANUC**



AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

**Verzije programske opreme ZDT**

**FANUC**

**“Uporabniška verzija” – popolnoma integrirana v proizvodno okolje uporabnika**

**Verzija “v oblaku” - FANUC nadzoruje robote in obvešča uporabnika o morebitnih anomalijah in potrebnih posegih**

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020



**FANUC**



AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020



# FANUC

**FIELD system**

FIELD Base Pro  
CISCO UCS

Ethernet /O konverter  
RS232: Stroji's starejšimi vmesniki

MTConnect  
OPC UA

Ekskluzivni konverter

FANUC CNC, Robot, Robomachine (leta 2000 dalje)

CNC, PLC, senzorji

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

# FANUC

Spletna stran z razvojnimi orodji

<https://portal.field-system.org/portal-eu/>

**FIELD system**  
Partner Website

CONNECT • MONITOR • THINK • DRIVE

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

# FANUC

## Trgovina z aplikacijami in konverterji

FIELD system Store			
AV OPC UA	AV MTConnect	AV PIMA	AV PMA FIELD
AV RS232/RS485	AV OPC UA	AV PIMA	AV PMA FIELD
AV OPC UA	AV MTConnect	AV PIMA	AV PMA FIELD
AV OPC UA	AV MTConnect	AV PIMA	AV PMA FIELD
AV OPC UA	AV MTConnect	AV PIMA	AV PMA FIELD
AV OPC UA	AV MTConnect	AV PIMA	AV PMA FIELD

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

# FANUC

**Energy and Process Control App**

**Energy and Process Control App**

**SCHMALZ**

**FANUC FIELD system**

Energy and Process Control App

**DESCRIPTION**

The Energy and Process Control App connects Schmalz intelligent products with our customer FIELD system platform - it is Plug & Web ready. The app identifies connected devices automatically, visualizes them and stores the device data in the FIELD system database. It contains the Energy and Process Control dashboard for Schmalz vacuum systems with a real-time overview of the production status. The Energy and Process Control App can be used as a standalone device or as an expanded device to existing Field system installations.

**KEY BENEFITS**

- Plug & Web connectivity of Schmalz intelligent products to FANUC FIELD system
- Access to reliable automation
- One-click to start any FIELD system application
- Real-time overview of the production status
- Real-time overview of the production performance indicators for the vacuum system
- Prevent unplanned downtimes
- Clear and understandable warning messages
- Easy integration into the vacuum system
- Easy planning of upcoming maintenance actions

AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

# FANUC



**Mitsutoyo**  
Connection for  
measuring instruments



**FANUC**  
FIELD system



**Mitsutoyo**  
Connection for  
measuring instruments



**FANUC**  
FIELD system

**APP PREVIEW**



**DESCRIPTION**

The Connect uses the SING (Smart Monitoring System) developed by Mitsutoyo for realisation and calibration of real time data automatically (Mitutoyo CNC measuring machines or standard measuring instruments).

Mitsutoyo SING enables data collecting and sharing between different applications, products or industrial worlds, and propose The connect provides operational data, real time measurement analysis for machine conditions. It also compares the utilization of these datasets for many other applications. This leads to improvements regarding availability, efficiency and predictable maintenance, accuracy and quality.

SING by Mitsutoyo is compliant to the various communication standards, like MTConnect, OPC UA, Ethernet, TCP/IP, CC Link, PROFINET, which allows seamless connection with PLC, platforms, machine tools, SCADA, and other peripheral devices.

**KEY BENEFITS**

- Improved operations rate and setup maintenance
- Flexible data in various applications
- Streamlined quality control operations
- Improved availability, accuracy and quality
- Real time monitoring of machine status

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020

## MT-LINKi

Enostavna, cenovno ugodna programska oprema za spremljanje delovanja strojev

## ZDT

Programska oprema za nadzor delovanja industrijskih robotov FANUC

## FIELD

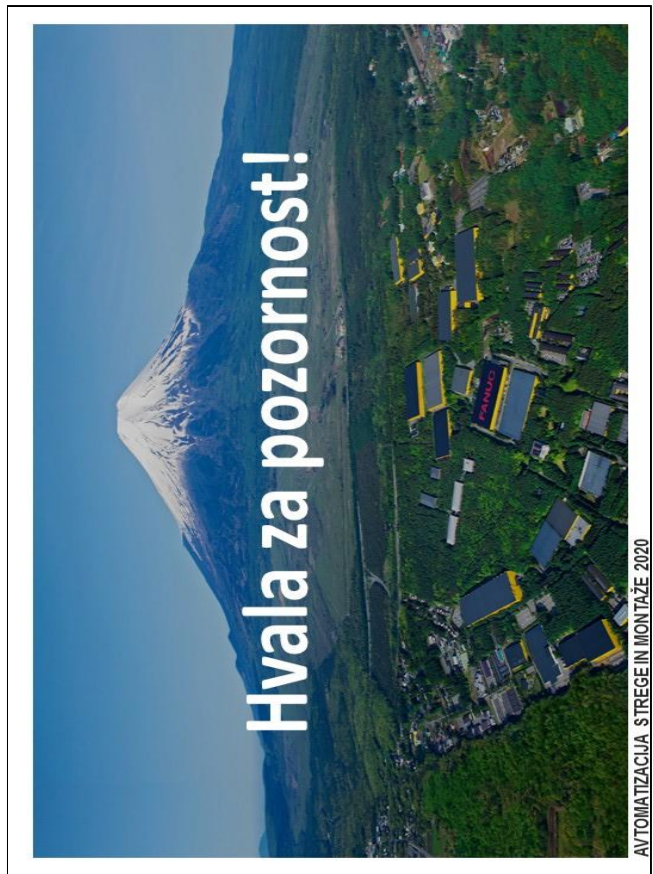
Programska oprema za nadzor kompleksnih sistemov

Razvoj lastnih aplikacij

IA aplikacije

Nakup aplikacij v "trgovini"

AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020



AVTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020





# Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

## **Robotska celica za lasersko varjenje nizko serijskih izdelkov z 3D vodenim laserskim žarkom na osnovi 3D scana objekta**

*<sup>1</sup>Hubert Kosler, <sup>2</sup>Damian Širaj, <sup>2</sup>Peter Arko, <sup>2</sup>Erih Arko, <sup>1</sup>YASKAWA Slovenija in <sup>2</sup>YASKAWA Ristro*

### **POVZETEK**

*YASKAWA na ASM 2020 predstavlja rešitev za robotske sisteme laserskega varjenja nizko serijskih produktov. Robotski sistem z z 3D vodenim laserskim žarkom na osnovi 3D scana objekta vsebuje številne visoko tehnološke rešitve, kot so:*

#### **Programiranje robotskega procesa v offline okolju MOTOSim VRC**

*Omogoča predpripravo robotskega programa med časom, ko robotska celica proizvaja. S tem principom drastično zmanjšamo »downtime« stroja pri prehodu na nov izdelek.*

#### **Oprema za lasersko varjenje**

*Prava izbira fokusne optike in laserskega izvora je ključnega pomena za konstantno zagotavljanje kakovosti zvara. V našem primeru predstavitve je bila uporabljena laserska varilna oprema podjetja TRUMPF*

#### **Oprema za skeniranje**

*MOTOSense 3D vision platforma omogoča različno funkcionalnost adaptivnega vodenja robota in laserskega žarka. S funkcijo skeniranja in algoritmov prepoznavne zvarnega spoja, definiramo precizno trajektorijo za robotsko lasersko varjenje .*

#### **High Accuracy robot za lasersko varjenje MC2000**

*Za laserske aplikacije je uporabljen robot z visoko natančnostjo in ponovljivostjo. Robot omogoča nosilnost opreme do 50kg.*

#### **Laserska varnost**

*Aktivna laserska varnost v kombinaciji z robotskim varnostnim krmilnikom FSU omogoča najvišjo stopnjo varnosti za laserske aplikacije*



**ROBOTSKA CELICA ZA LASERSKO VARIENJE NIZKO SERIJSKIH IZDELKOV Z 3D VODENIM LASERSKIM ŽARKOM NA OSNOVI 3D SCANA OBJEKTA.**

YASKAWA

Dr. Hubert KOSLER

Damian ŠIRAJ,

Peter ARKO,

Erih ARKO,

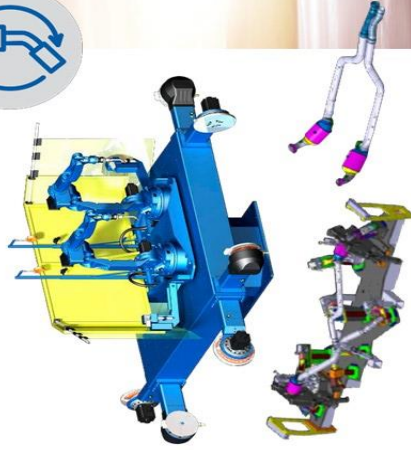
YASKAWA Slovenija d.o.o.

YASKAWA Ristro d.o.o.

Erih Arko 2020

© 2017 YASKAWA. CONFIDENTIAL INFORMATION. ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPTX\_Template\_2017

## VISOKO SERIJSKA AVTOMATIZACIJA



YASKAWA

December 17, 2020

2

## AVTOMATIZACIJA V SPLOŠNI INDUSTRIJI



## VARILNI ROBOTSKI SISTEMI ZA SPLOŠNO INDUSTRIJO



YASKAWA

December 17, 2020

© 2017 YASKAWA. CONFIDENTIAL INFORMATION. ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPTX\_Template\_2017

3

## LASERSKE ROBOTSKE CELICE AVTOMOBILSKA INDUSTRIJA

Laser remote welding (TRUMPF TruDisc laser + PFO 3D), car seats welding (first & second row)

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPT\_Template\_2017 December 17, 2020 5

YASKAWA

## LASERSKE ROBOTSKE CELICE AVTOMOBILSKA INDUSTRIJA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPT\_Template\_2017 December 17, 2020 6

YASKAWA

## LASERSKE ROBOTSKE CELICE SPLOŠNA INDUSTRIJA

Laser welding (TRUMPF TruDisc laser + BEO D70), MOTOSense vision system

BEO D70 welding stick

MC2000 robot

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPT\_Template\_2017 December 17, 2020 7

YASKAWA

## PRIMER MALOSERIJSKEGA KOSA

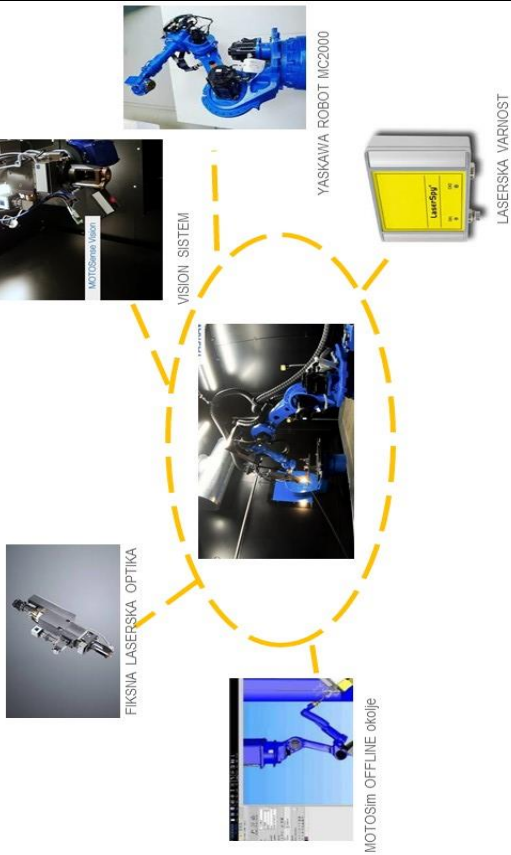
YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPT\_Template\_2017 December 17, 2020 8

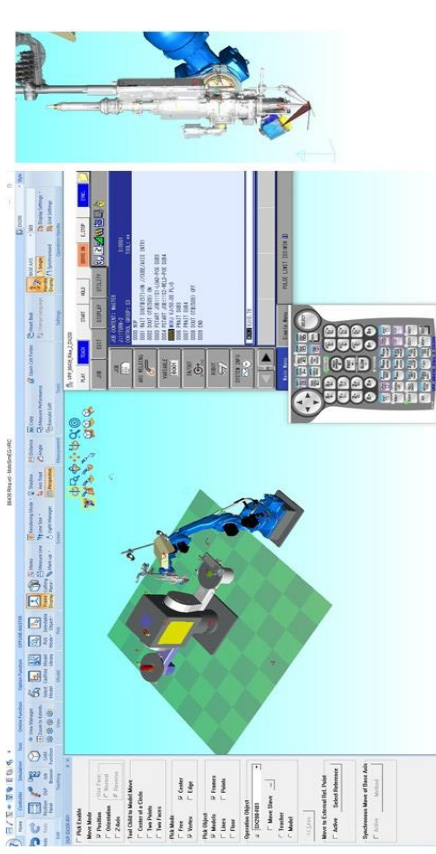
YASKAWA



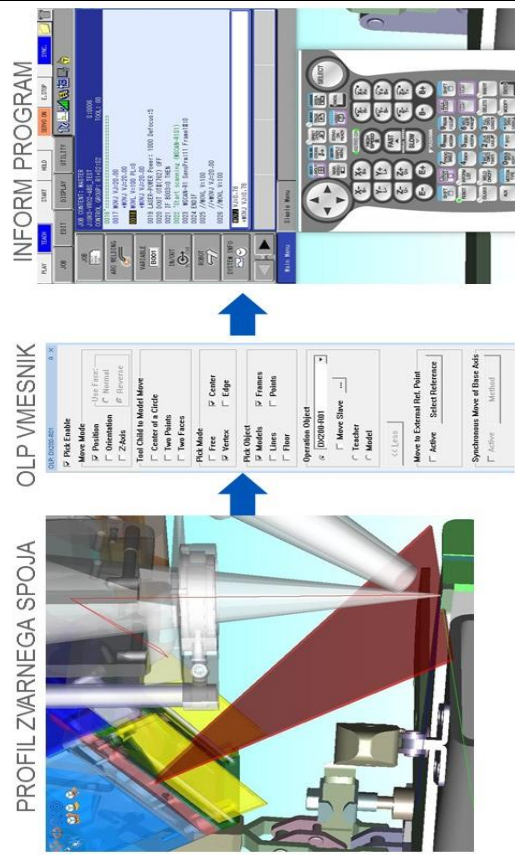
# UPORABLJENE PODPORNE TEHNOLOGIJE



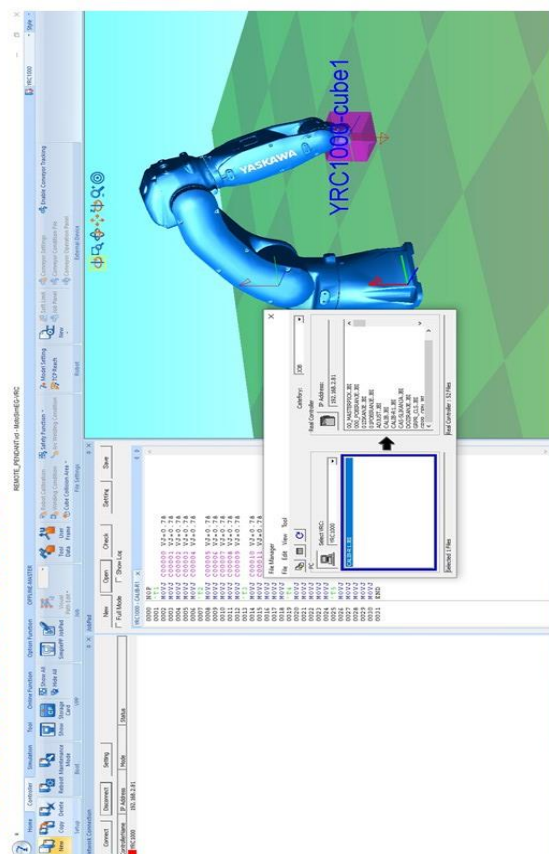
# MOTOSIM VRC



# MOTOSIM VRC - PRINCIP PROGRAMIRANJA



# MOTOSIM ONLINE FUNCTION





## MOTOSENSE PLATFORMA ZA ROBOTSKI STROJNI VID

MOTOSense strojni vid je rešitev za robotske aplikacije, kjer je potrebno iskanje zvarnega spoja, sledenje tega v realnem času ali pa gre za robotsko skeniranje površin.




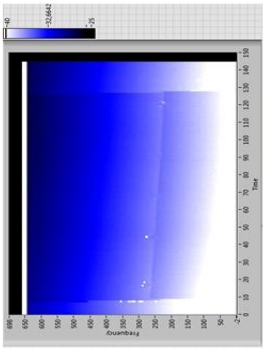


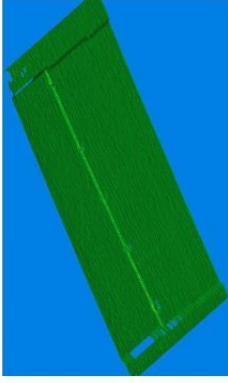
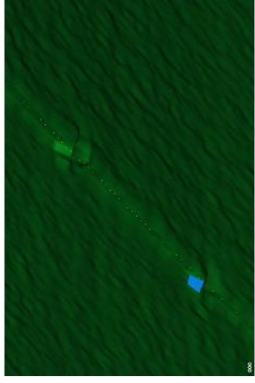


YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPFX\_Template\_2017 | December 17, 2020 | 13

## MOTOSENSE SCAN FUNKCIJA

YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPFX\_Template\_2017 | December 17, 2020 | 14

## SCAN DEMONSTRATION

- Delovni doseg do 1440 mm
- Enostavno vzdrževanje



YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPFX\_Template\_2017 | December 17, 2020 | 15

## POTEK PROCESA PROIZVODNJE

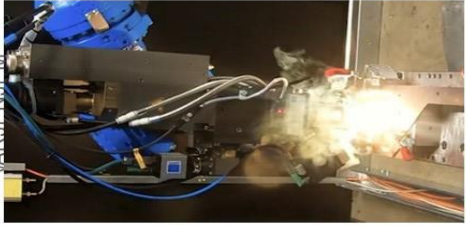
SKEN ZVARNEGA SPOJA



GENERIRANJE 3D OBLAKA



NOVA TRAJEKTORIJA Z VARIJENIJEM



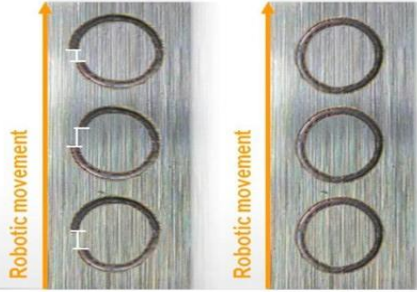
YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PPFX\_Template\_2017 | December 17, 2020 | 16

# YASKAWA HIGH ACCURACY ROBOT MC2000



Controlled axes	6
Max. payload [kg]	50
Repeatability [mm]	±0.07
Max. working range R [mm]	2088
Temperature [°C]	0 to +40
Humidity [%]	20 - 80
Weight [kg]	845
Power supply, average [kVA]	3.5



YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PP77\_Template\_2017

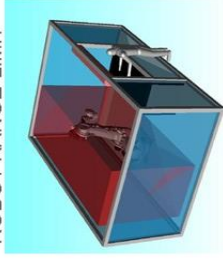
December 17, 2020 | 17

# KONSTRUKCIJSKA IN PROGRAMSKA LASERSKA ZAŠČITA

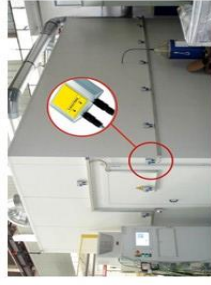
PASIVNA ZAŠČITA



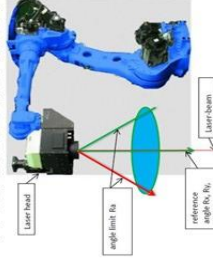
ROBOT RANGE LIMIT



AKTIVNA ZAŠČITA



TOOL ANGLE MONITOR



YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PP77\_Template\_2017

December 17, 2020 | 18

HVALA

YASKAWA

© 2017 YASKAWA CONFIDENTIAL INFORMATION ALL RIGHTS RESERVED | YEU\_PP77\_Template\_2017

December 17, 2020 | 19



# Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

## **Meritve momentov in sil pri robotski manipulaciji**

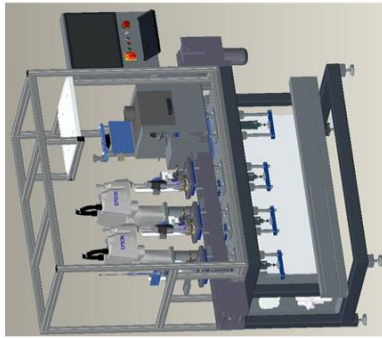
*Darko Koritnik, Tomaž Koritnik, DAX d.o.o.*

### *POVZETEK*

*Robotske aplikacije omogočajo več načinov merjenja sil in momentov. Najkvalitetnejše meritve omogočajo namensko razviti večosni piezo senzorji, ki se montirajo med vrh robota in prijemalo. Običajno ti senzorji omogočajo meritve treh sil in treh momentov. Izhodni signal senzorja je priključen na dodatno kartico za obdelavo signala v samem robotskem krmilniku ali na zunanjo elektroniko, ki komunicira s krmilnikom preko ethernet. Za manj natančne meritve in relativne meritve ESPON omogoča tudi meritve sil in momentov posredno preko tokov motorjev posameznih sklepov robota. V prispevku sta opisna oba načina na primeru meritve zagonskega momenta elektromotorja na proizvodni liniji.*



## MERITVE SIL IN MOMENTOV PRI ROBOTSKI MANIPULACIJI



Dariko Koritnik, univ.dipl.ing.el., [dariko.dax@siol.net](mailto:dariko.dax@siol.net)  
 Dr. Tomaž Koritnik, univ.dipl.ing.el., [tomaž.dax@siol.net](mailto:tomaž.dax@siol.net)  
 DAX Electronic Systems, d.o.o.



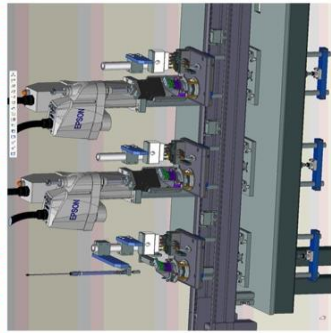
## Analiza zagonskega momenta omogoča:

- Detekcijo napak na statorskih in rotorskih navitjih
- Detekcijo defektnih magnetov
- Detekcijo mehanskih okvar
- Detekcijo okvar krmilnikov
- Meritev zagonske karakteristike omogoča praktično enakovredne meritve kot „SERVO“ meritev z zavoro na gredi motorja



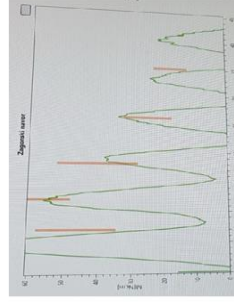
## Postaja za preizkus EC elektromotorjev

- VN AC in DC prebojni test
- Meritev upornosti faznih navitij, meritev upornosti NTC
- Utekanje motorja, meritev DC toka EC krmilnika
- Meritev radialnih vibracij motorja
- **Meritev časa zaustavitve, detekcija smeri vrtenja, meritev zagonskega momenta**



## Izvedba s strain gauge senzorji

- pnevmatski/servo dvizna enota
- Prijemalo in rotacijska enota
- Merilnik momenta, izvedba s strain gauge – **samo za detekcijo smeri vrtenja**
- Meritev vibracij motorja



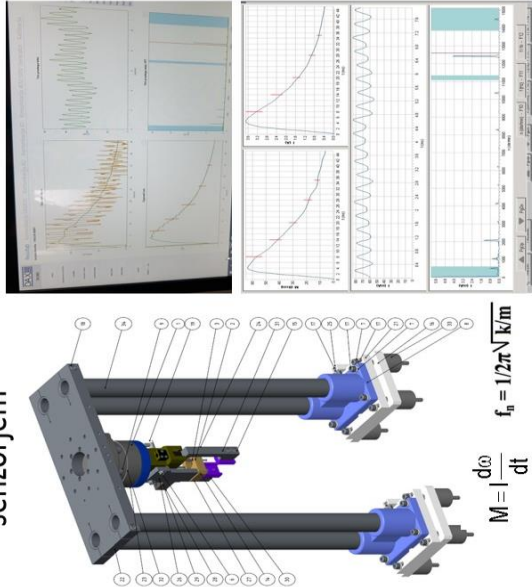
$$f_r = 1/2\pi \sqrt{K/m} \quad M = I \frac{d\omega}{dt}$$





### Meritev zagonnega momenta s piezo senzorjem

Rigiditeta 80  
Nomi (upad)

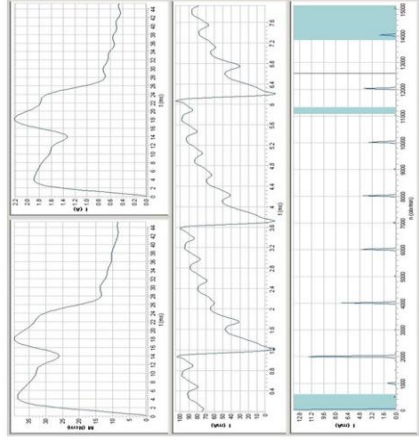


$$M = I \frac{d\omega}{dt}$$

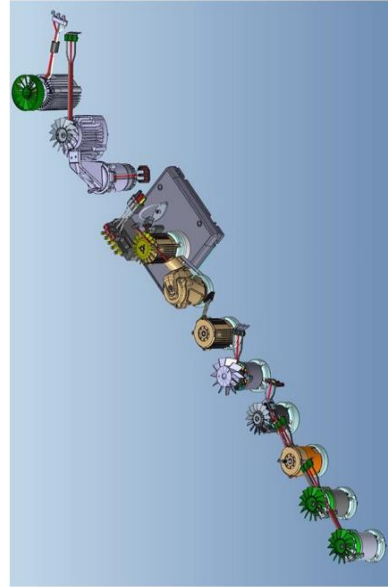
$$f_0 = 1/2\pi \sqrt{k/m}$$



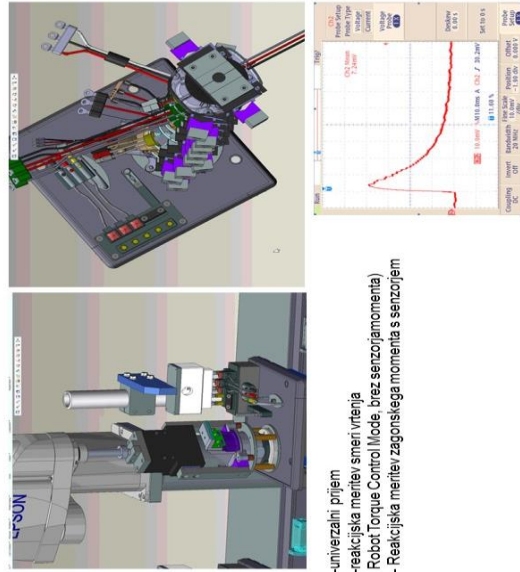
### Defekten motor



### EC motorji



### Merilna postaja – SCARA Robot





## EPSON Force Sense

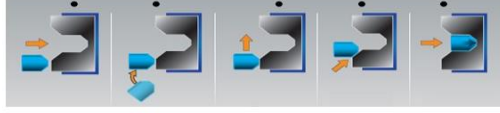
- Univerzalni 6-DOF senzor (3F + 3M)
- Integracija v Epson RC+
- Omogoča haptično delovanje robota
- Območje 250 N / 18 Nm
- Ločljivost 0.1 N / 0.003 Nm



## EPSON Force Sense

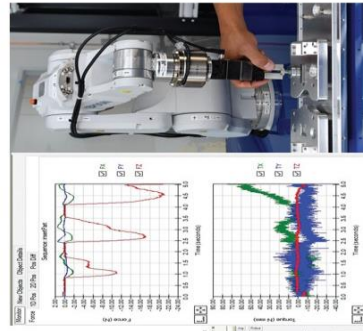
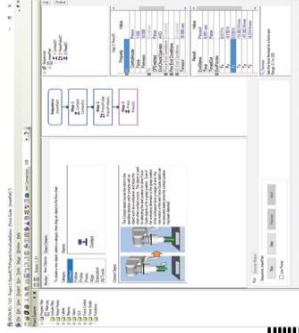
### GLAVNE FUNKCIJE

- Meritve sil/momentov med gibanjem -> meritev poljubnih **3D karakteristik sila-pot**
- Izvajanje poljubnih programskih funkcij ali gibov ob prekoračitvi **nastavljenih območij**
- Nadgradnja pozicijskega vodenja -> primarno **vodenje robota po sili**
- Zaznava kontakta
- Poravnava
- Zaznava lastnosti
- Sledenje
- Regulirana sila pritiska



## EPSON Force Sense

- Grafično okolje: enostavno obvladovanje **kompleksne aplikacije** (kompenzacija gravitacije, filtriranje signalov, omejitve prostostnih stopenj, navidezno dušenje/prožnost...)



- Prikaz v realnem času
- Prilagodljivo ročno učenje



## EPSON T3-401S

- doseg 400 mm, Hod Z osi 150mm
- Vgrajen krmilnik, software Epson RC+7
- masa bremena do 3 kg





## Avtomatizacija strege in montaže 2017 – ASM '17

### **Avtomatizacija in nadzor temperature vstavljanja kovinskih vložkov v brizgalno orodje s pomočjo kolaborativnega robota**

*Aleš Hančič, Dragan Kusić, Matjaž Milfelner, Jakob Jelenc, TECOS*

#### *POVZETEK*

*Osredni cilj eksperimenta v okviru OISAIR projekta, ki sta ga izvedla TECOS in FLEXIDO, je bil razviti inovativno avtomatizirano rešitev za optimizacijo porabe energije in materiala znotraj proizvodnega cikla brizganja pri proizvodnji kompleksnih kovinsko-plastičnih delov v skladu s smernicami Industrije 4.0. Po pregledu dosedanjih rešitev na področju brizganja polimernih izdelkov je bilo ugotovljeno, da trenutno na trgu ni na voljo takšne rešitve, ki bi se posebej osredotočila na dvig učinkovitosti proizvodnje med zabrizgavanjem kovinskih insertov, saj je večina rešitev usmerjena izključno na optimizacijo orodij in procesov brizganja. Z izvedbo eksperimenta, kjer smo testirali kolaborativni robot TM 12, smo uspeli znižati porabo materiala in energije ter dvigniti proizvodno učinkovitost v primerjavi s prejšnjim stanjem.*



**ASM '20**  
POSVET  
AUTOMATIZACIJA STREGE IN MONTAŽE 2020  
16. decembra 2020

## Avtomatizacija in nadzor temperature vstavljanja kovinskih vložkov v brizgalno orodje s pomočjo kolaborativnega robota

Avtorji: Aleš Hantič, Dragan Kusić, Matjaž Milfelner in Jakob Jelenc

RAZVOJNI CENTER ORODJARSTVA SLOVENIJE  
 SLOVENIAN TOOL AND DIE DEVELOPMENT CENTRE

TECOS  
 FLEXIDO d.o.o.  
 We make automation easier.

[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20


## TECO Delo v sklopu projekta OISAIR

- Glavna vloga obeh partnerjev je bila razviti inovativno rešitev za proizvodnjo kompleksnih kovinsko-plastičnih delov v skladu s smernicami Industrije 4.0 in povečati energijsko učinkovitost med proizvodnim ciklom brizganja.
- Izvedba fizičnega eksperimenta na TECOS-u




[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20

## TECO Problematika

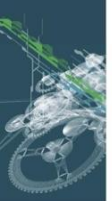


- Problem ustreznega temperiranja kovinskih vložkov
- Večja dodatna poraba energije in materiala
- Daljši proizvodni časi
- Zaradi neustrezno ogreth kovinskih vložkov prihaja do velikega števila slabih kosov (tako nezalith kot prebrizganih)
- Kontrola temperature ogreth vložkov pred vstavljanjem
- Natančna manipulacija vstavljanja vložkov v orodje (natančno pozicioniranje v orodju)
- Vizualna kontrola nabrizganih izdelkov (sortiranje dobrih in slabih kosov)



[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20

## TECO Rešitev



- Zagotoviti manjšo porabo električne energije na osnovi optimizacije z algoritmi umetne inteligence
- Senzor, ki bo med procesom nadziral temperaturo kovinskih vložkov (IR temperaturni senzor)
- Vzpostavitev komunikacije med kolaborativnim robotom in KM strojem
- Razvoj prijemal za manipulacijo kovinskih vložkov in izdelka
- Hitro pobiranje nabrizganih kosov (optimalna pot in hitrost pobiranja) in sprotna kontrola nabrizganih kosov s pomočjo računalniškega vida.

[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20



**TECO Rešitev**

- Uporaba kolaborativnega robota TM 12
- Techman Robot je vstopil v svet robotike leta 2012 z namenom revolucije na trgu.
- Njihovi roboti združujejo štiriletno raziskave in razvoj s pomočjo 100+ strokovnjakov, ki se osredotočajo na odpravljanje tradicionalnih nevarnosti, pogosto povezanih z industrijsko robotiko.
- **Prvi industrijski robot na svetu z vgrajenim vidom.**
- Info na: [TM-ROBOT \(tm-robot.com\)](mailto:TM-ROBOT@tm-robot.com) ali na [www.kms.si](http://www.kms.si)



[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20

**TECO Rešitev**

- Razvoj prijemal in nastavitev drčce za vstavljanje ogreth kovinskih vložkov




[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20

**TECO Rešitev**


- Predhodno opravljene številni testi prijetanja nabrizganega kosa iz orodja po koncu cikla



[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20

**TECO Rešitev**

- Zagotovitev ustreznega temperiranja kovinskega vložka pred vstavljanjem v orodje – meritve z IR senzorjem



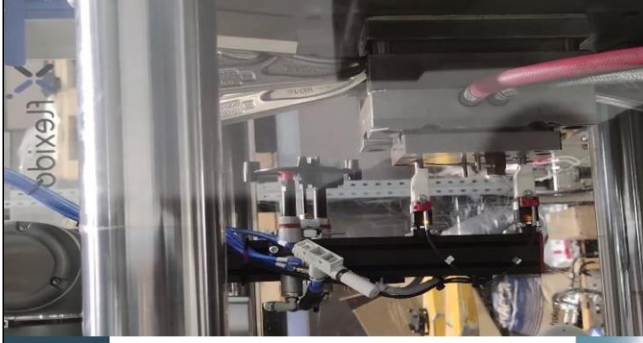
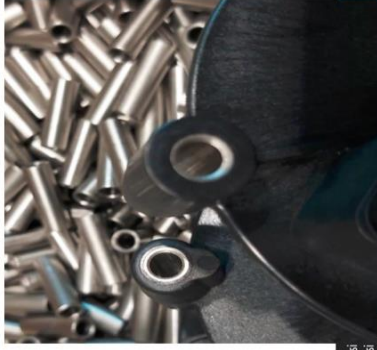

[www.tecos.si](http://www.tecos.si)  
[info@tecos.si](mailto:info@tecos.si)  
 +386 3 490 09 20



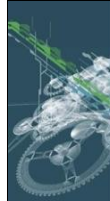
- Zagotovitev ustreznega prijemanja s pomočjo vakuumu (nastavitve) in nato vstavljanja kovinskih vložkov v brizgalno orodje.



- Vstavljanje kovinskih vložkov v orodje
- Kontrola izdelka s pomočjo vgrajenega vision sistema



- Optimalno vstavljanje ogreth kovinskih vložkov z ustrezno razvitiimi prijemali in temperaturnim nadzorom
- Zagotovljeno vizualno spremljanje kakovosti nabrizganih kosov (sortiranje dobrih/slabih kosov)
- Dosežena optimizacija porabe energije in materiala znotraj proizvodnega cikla brizganja pri proizvodnji kompleksnih kovinsko-plastičnih delov



**HVALA ZA POZORNOST!**



## Avtomatizacija strege in montaže 2020 – ASM '20

### **Novosti in ABB RobotStudio za novo realnost** *Tomaž Lasič, Karl Jerman, Robert Logar, ABB d.o.o.*

#### *POVZETEK*

*ABB RobotStudio je globalno najbolj razširjeno orodje za podporo programiranju in simulaciji robotskih aplikacij. V RobotStudiosu so vgrajene napredne funkcije, ki omogočajo delo na daljavo. To je v današnji situaciji koronavirusa še posebej pomembno.*

*Prva funkcija so virtualni sestanki (virtual meetings), ki omogoča udeležencem z različnih koncev sveta, povezavo v skupno virtualno robotsko celico. Vsak udeleženec si lahko ogleduje virtualno celico iz svojega zornega kota in drugim udeležencem skicira svoje pripombe v virtualnem okolju. Pri tem lahko uporabljajo pripomočke za navidezno resničnost ali so vključeni samo preko običajnih monitorjev.*

*Druga funkcija je uporaba obogatene resničnosti. Iz RobotStudia lahko izvozimo delujoč 3D virtualni model robotske celice. Na pametni telefon si prvo naložimo aplikacijo »RobotStudio AR Viewer«. Aplikacijo najdemo v App Store ali GooglePlay. Nato v aplikacijo »RobotStudio AR Viewer« naložimo 3D virtualni model in si ga ogledujemo na poljubni lokaciji iz vseh zornih kotov.*

*Za virtualni zagon robotske aplikacije kjer imamo naprave krmiljene tudi s SIMATIC krmilnikom, lahko vzpostavimo povezavo med RobotStudiosom in SIMIT simulatorjem.*

*V zadnjem času smo RobotStudiosu poleg obstoječih programskih nadgradenj dodali 3DP PowerPack programski paket, ki omogoča 3D tiskanje z robotom.*

*RobotStudio je tudi platforma za robotski sistem PixelPaint, ki omogoča tiskanje poljubnih vzorcev na vozila. Za nanos barve se uporablja posebno v ta namen razvito inkjet brizgano glavo.*





16.12.2020

# ABB RobotStudio za novo realnost

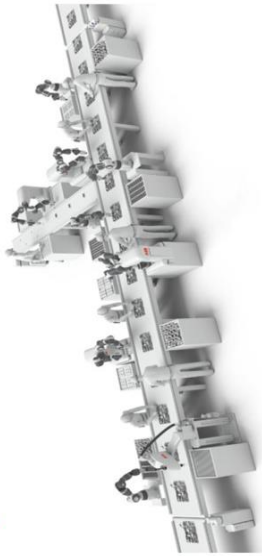
## ASM 2020

Tomaž Lasič, Karl Jerman, Robert Logar

## Agenda

### Napredne funkcije v RobotStudio okolju:

- Virtualni sestanki.
- Navidezna resničnost.
- Obogatena resničnost.
- Virtualni zagon.
- Digitalni dvojček.
- 3D tiskanje.
- PixelPaint.



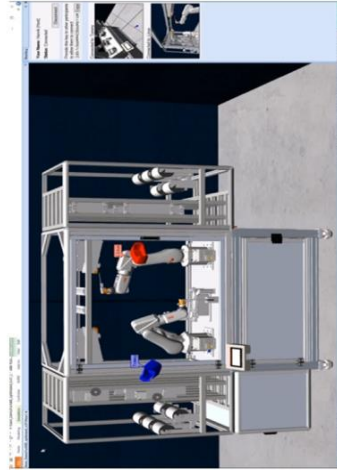
## Virtualni sestanki

RobotStudio - Virtual Meetings

### Prednosti

- Predstavitve:
- Predloge tehnične rešitve je možno na daljavo predstaviti končnemu uporabniku.
  - Možnost uporabe pripomočkov za navidezno resničnost VR.
- Pregled tehničnih rešitev:
- Navidezna resničnost omogoča resnično ocenjevanje dimenzij, ergonomije in dostopnosti.
  - Konstrukcijske napake je možno hitreje zaznati in jih precizno odpraviti.
  - Zmanjšana potreba za potovanja in sestanke v živo.

Virtualni tečajji.

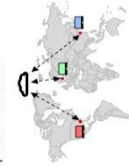


## Virtualni sestanki

RobotStudio - Virtual Meetings - Video

### Prednosti

- Več udeležencev.
- Pripomočki za navidezno resničnost priporočeni niso pa nujni.
- Samo gostitelj sestanka mora biti RobotStudio ekspert.
- Glas preko Skype / Teams / Zoom...
- Dostop preko vsakega internetnega omrežja.
- Popoln 3D občutek.



<https://youtu.be/YNpRSxUsgI>



## Navidezna resničnost

Visualization

### VR- Virtual Reality

- Plug & Play.
- Ko inštaliramo VR komplet se v RobotStudio avtomatično dodajo ikone za delo s pripomočki za navidezno resničnost.
- Možna uporaba opreme različnih proizvajalcev/Oculus Rift, Microsoft Mixed Reality, HTC...
- Popolni 3D občutek.



©ABB  
December 18, 2020 | Slide 5

ABB

## Obogatena resničnost

RobotStudio - Augmented Reality

### Enostavna uporaba

RobotStudio® AR Viewer



Uporaba pametnega telefona ali tablice

Aplikacija je na voljo na:

- App Store,
- GooglePlay.

Boljša izkušnja s pomočjo posebnih očal.



©ABB  
December 18, 2020 | Slide 6

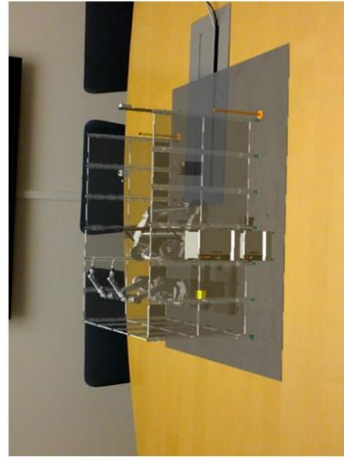
ABB

## Obogatena resničnost

RobotStudio - Augmented Reality - Video

### Popoln pogled aplikacije

- Pregled tehničnih detajlov.
- Pogled iz poljubnega zornega kota.
- Postavitve na končni lokaciji.
- Vsak uporabnik si lahko prilagaja svoj pogled.



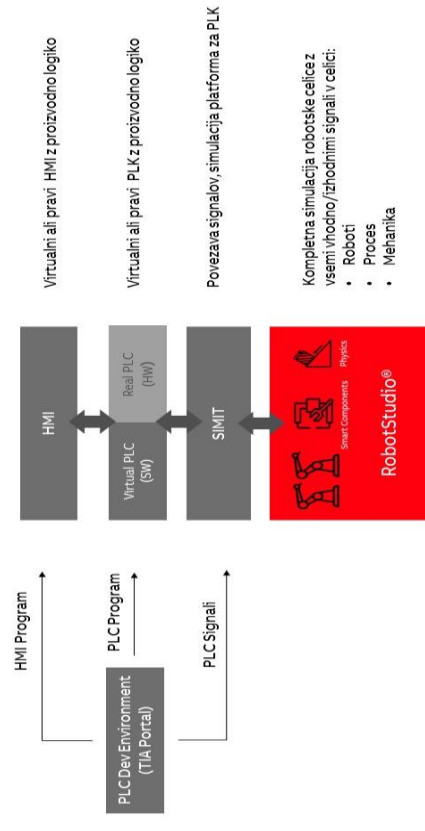
<https://youtu.be/-ZT65Bd-J0w>

©ABB  
December 18, 2020 | Slide 7

ABB

## Virtualni zagon robotske celice

Virtual Commissioning ABB RobotStudio® and SIMIT



©ABB  
18.12.2020 | Slide 8

ABB

## PixelPaint

Brez overspaya

### Lakirna tehnologija prihodnosti

- Vzorci po želji kupca.
- Injektivna glavnina preko 1.000 šob.
- 20µm - 50µm velikosttočke.
- Ni potrebno maskiranje vozil.
- Popolni izkoristekbarve.
- Bolji ekološko.



©ABB  
December 18, 2020 | Slide 13

ABB

## PixelPaint

PixelPaint - video

### Prispevek ABB k trajnostnem razvoju

<https://youtu.be/XfVsdsm6gw8>



©ABB  
December 18, 2020 | Slide 14

ABB

## PixelPaint

Brez overspaya

### Lakirna tehnologija prihodnosti

- Vzorci po želji kupca.
- Injektivna glavnina preko 1.000 šob.
- 20µm - 50µm velikosttočke.
- Ni potrebno maskiranje vozil.
- Popolni izkoristekbarve.
- Bolji ekološko.



©ABB  
December 18, 2020 | Slide 13

ABB

## RobotStudio 3DP PowerPac

Video

S 3DP PowerPack-om je možno začetiv 30 minutah tiskati izdelke iz 3D CAD datoteke.

<https://youtu.be/0MZNduGLRM>



©ABB  
December 18, 2020 | Slide 15

ABB

