

**19. KONFERENCIJA  
HRVATSKOG DRUŠTVA ZA  
KVALITETU  
10. ZNANSTVENI SKUP HDK**

**IVICA VEŽA**

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i  
brodogradnje



19. HRVATSKA  
KONFERENCIJA O KVALITETI  
10. znanstveni skup Hrvatskog društva za kvalitetu

**MODEL INOVATIVNOG  
PAMETNOG PODUZEĆA (HR-  
ISE) I TVORNICE ZA UČENJE  
(FESB LEARNING FACTORY)**

Fakultet elektrotehnike,  
stojarstva i brodogradnje  
Sveučilišta u Splitu



Prof. dr. sc.  
**IVICA VEŽA**

# Sadržaj

1. Globalizacija
2. Od Toyota Production System do Industrije 4.0
3. Inovativno pametno poduzeće
4. Tvornica za učenje – FESB Learning Factory
5. Zaključak

# Mega trendovi - pregled



Izvor: Abele & Reinhart, 2011; Credit Suisse, 2009; Credit Suisse, 2010; Geisberger & Broy, 2012; Z\_punkt & BDI, 2011



# NUMBER OF YEARS IT TOOK FOR EACH PRODUCT TO GAIN 50 MILLION USERS:



When will STEEM break 50 million users?

# Vizija

Platforme "jedu" vaše poslovanje: „Danas idete u krevet kao proizvodno poduzeće, a ujutro se budite kao softversko ili analitičko poduzeće.  
(Marc Andreessen, osnivač Netscape)

Uber



Najveći svjetsko  
taksi poduzeće  
**nema ni jedan  
taksi**

Facebook



Najveće i najpopularnije  
svjetsko medijsko  
poduzeće **ne stvara  
nikakav sadržaj**

Airbnb



Najveći svjetski  
pružatelj  
smještaja  
**nema ni jednu  
nekretninu**

Alibaba.com



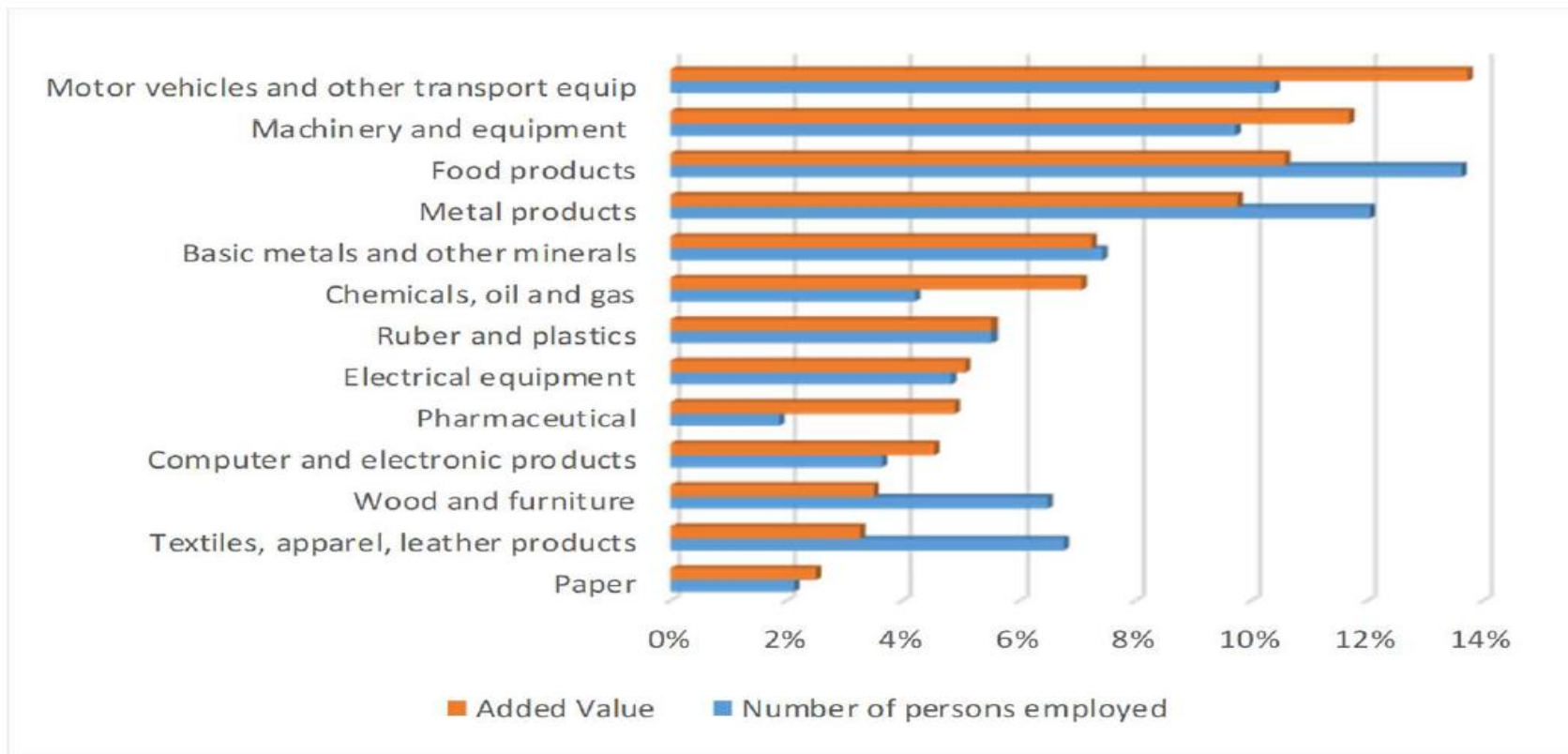
Najvrednija svjetska  
trgovačka tvrtka  
**nema skladišta**

**XY**

Najveće i najuspješnije  
svjetsko poduzeće koje  
osigurava mobilnost  
**nema ni proizvodna  
postrojenje niti razvoj  
proizvoda**

U budućnosti će se kvalitet određivati s povećanim povezivanjem s kupcima, odnosno kroz optimalnu integraciju s njima.

# Analiza proizvodnih sektora



Izvor: EU-28, Eurostat 2014

# MANUFUTURE Vizija i strategija za 2030

- Digitalizacija, proizvodne tehnologije i novi poslovni modeli
- Ovladavanje kompleksnošću proizvoda, procesa i sustava
- Učinkovitost resursa i održivi razvitak
- Fleksibilna proizvodnja, prilagodba na rapidnu promjenu okoline
- **Inovativni eko sustav:** visoko umreženi i socijalno-tehnički sustav usmjeren na životni ciklus koji se bavi i potrebama i izazovima obrazovanja i osposobljavanja

Izvor: MANUFUTURE Vision for 2030

# MANUFuture 2030 Osnovni blokovi



Izvor: MANUFUTURE Vision for 2030

# Sadržaj

1. Globalizacija
2. **Od Toyota Production System do Industrije 4.0**
3. Inovativno pametno poduzeće
4. Tvornica za učenje – FESB Learning Factory
5. Zaključak

# Kako izgleda Vaša tvornica?

Je li ovo Vaša tvornica?

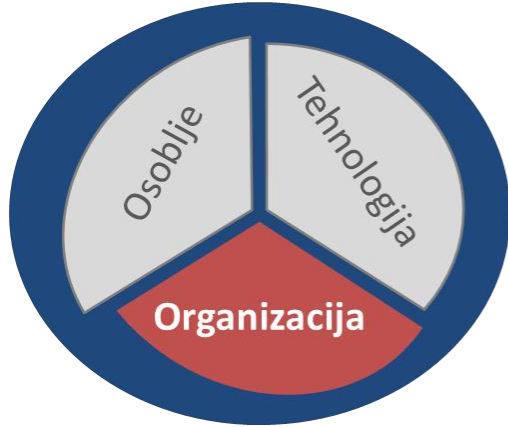


Ili Vaša tvornica  
u stvarnosti izgleda ovako?

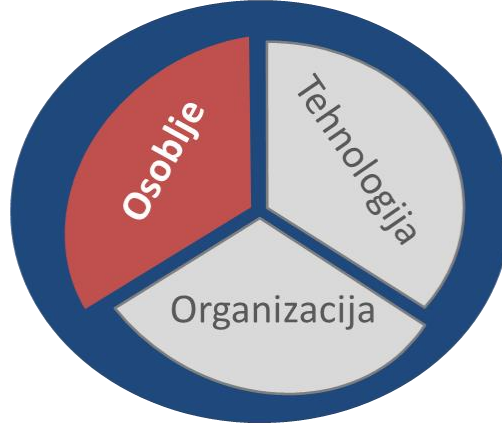
# Paradigme oblikovanja proizvodnih sustava

## U što investirate u cilju povećanja konkurentnosti?

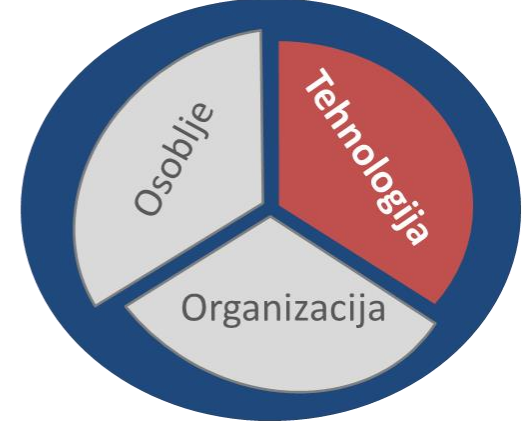
Fokus: Organizacija



Fokus: Osoblje



Fokus: Tehnologija



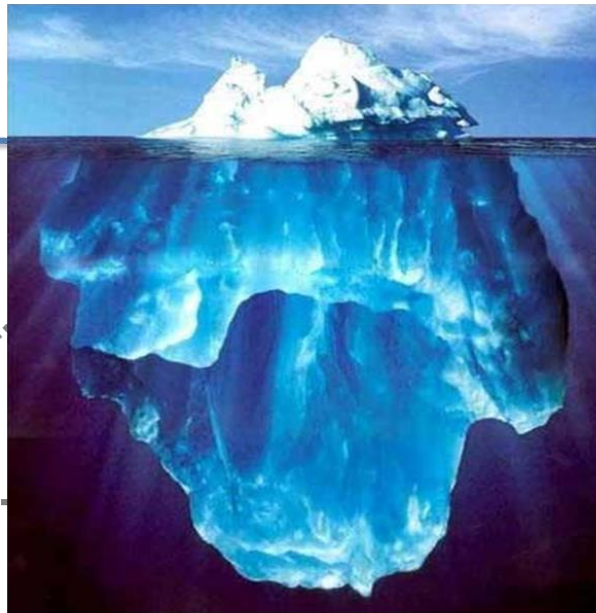


# Elementi promjene

Tehnologija

vidljivo

nevidljivo



Organizacija

Zaposlenici

Poboljšavanje:

Mnogo 'Value'  
za for  
Mnogo 'Money'

Poboljšavanje:

Mnogo 'Value'  
za for  
'Money'  
Malo

Lean management

# Elementi promjene

Tehnologija

*Tehnologijski management  
(automatizacija, digitalizacija)  
→ Cilj: inovativni, orijentirani  
na budućnost, skalirani sustavi*

Organizacija

*Proizvodni management i  
oblikovanje montažnih sustava  
→ Cilj: međunarodna  
konkurentnost (produktivan,  
fleksibilan, lean)*

Zaposlenici

*Znanost o radu (socio-tehničko  
oblikovanje)  
→ Cilj: zdravi, demografsko  
robustni, cjeloživotno obrazovni  
sustavi*

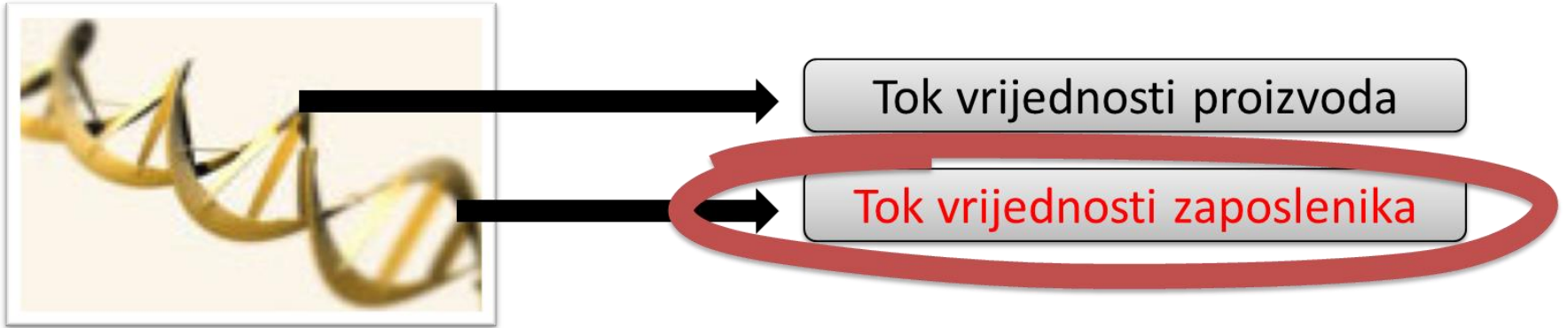
# Iske-ov zakon

$$NT + SO = SSO$$

**Nova tehnologija + stara organizacija  
= skupa stara organizacija**

„Konzentracija isključivo na tehniku je siguran put za vrlo skup neuspjeh”

# Toyotina DNA



# Korijeni Toyotine kulture



Uzgajivači riže – **zajednički identitet.**

Samuraji – **tradicija i čast.**

Zen – **slobodni um** otvara nove vidike.

Konfucije – **častiti zajednicu** i njena pravila.

Obitelj Toyoda – **težiti doprinosu.**

Deming – primjena **alata kvalitete**, jer je menadžment izvor većine problema.

Henry Ford – **pošteni pristup** prema radnicima.



# Pet glavnih principa Kiichira Toyode

## The Five Main Principles Of Toyoda

- Always be faithful to your duties, thereby contributing to the Company and to the overall good.
- Always be studious and creative, striving to stay ahead of the times.
- Always be practical and avoid frivolousness.
- Always strive to build a homelike atmosphere at work that is warm and friendly.
- Always have respect for God, and remember to be grateful at all times.

The above statements, as compiled by Risaburo and Kiichiro Toyoda, are the essence of the beliefs which Sakichi Toyoda held during his lifetime. They were announced on October 30, 1935 on the sixth anniversary of Sakichi's death. These precepts have continued, to this day, to be the guidelines for the Toyota Group.

- budi uvijek vjerman svojim dužnostima, te tako pridonosi poduzeću i svekolikom dobru
- budi uvijek revnosan i kreativan, trudi se biti ispred vremena,
- budi uvijek praktičan i izbjegavaj neozbiljnost
- uvijek se trudi graditi na poslu domaću atmosferu, koja je topla i prijateljska
- uvijek pokazuj poštovanje prema Bogu, i ne zaboravi biti zahvalan u svakom trenutku

# TPS – Toyota Production System

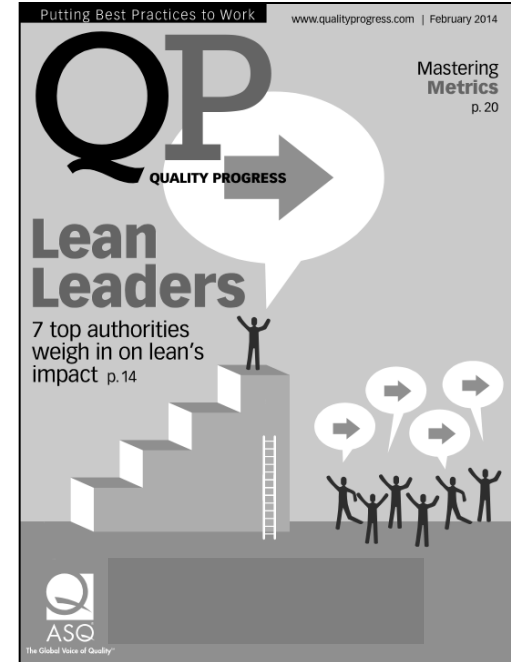


# Definicija Lean-a

Mnoge definicije pokušaju definirati Lean nabranjem njegovih principa i alata. Međutim, druga vrsta definicije odmiče se od "stvari" povezane s Leanom i više usvajaju razmišljanja Lean praktičara.

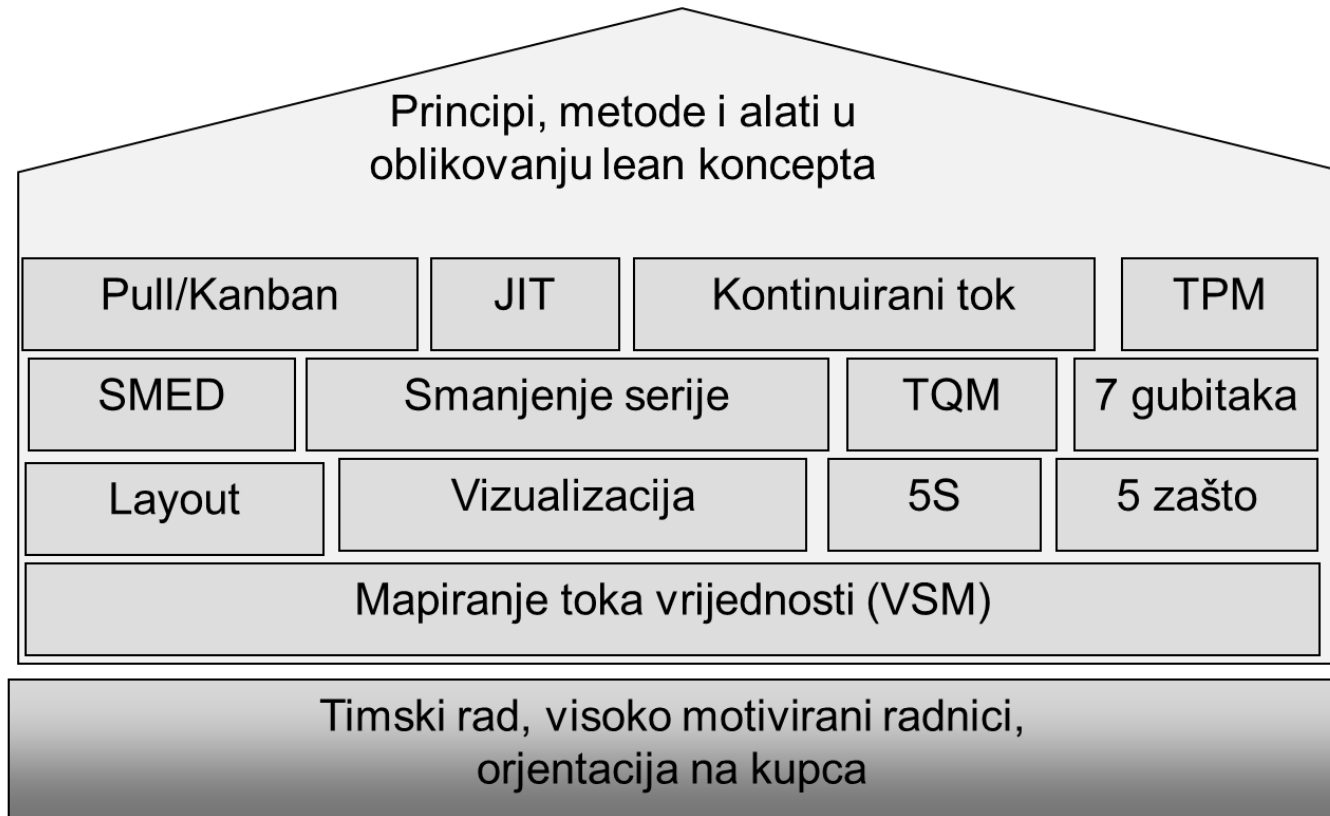
Na primjer, Quality Progress je u broju od veljače 2014. postavio sljedeću definiciju Leana:

***„Lean je stalna borba za davanje vrijednosti pojedinom kupcu”***





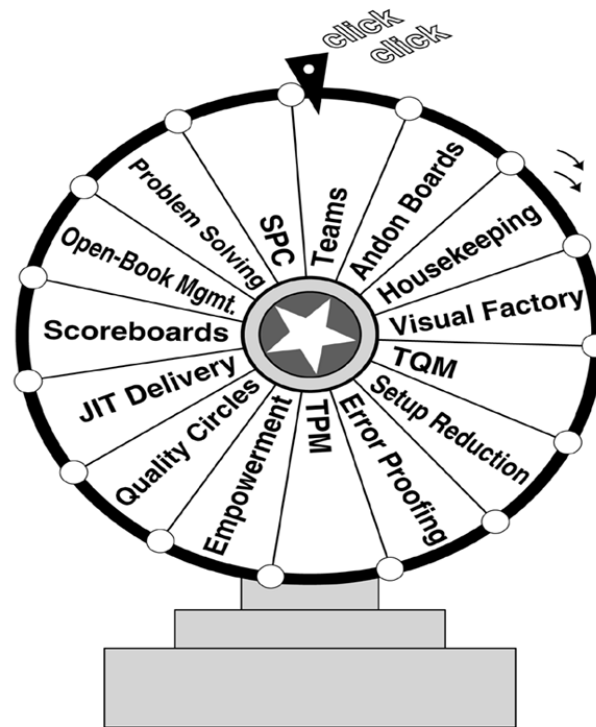
# Principi, metode i alati u oblikovanju Lean koncepta



# Zašto Lean iskustvo?

## Tehnike → Sustav → Razmišljanje

- Slučajni odabir alata nije dovoljno
- Alati sadrže sustav
  - Fokus na na tok vrijednost za stvaranje sustava
- Način razmišljanja temeljen na alatima i sustavu

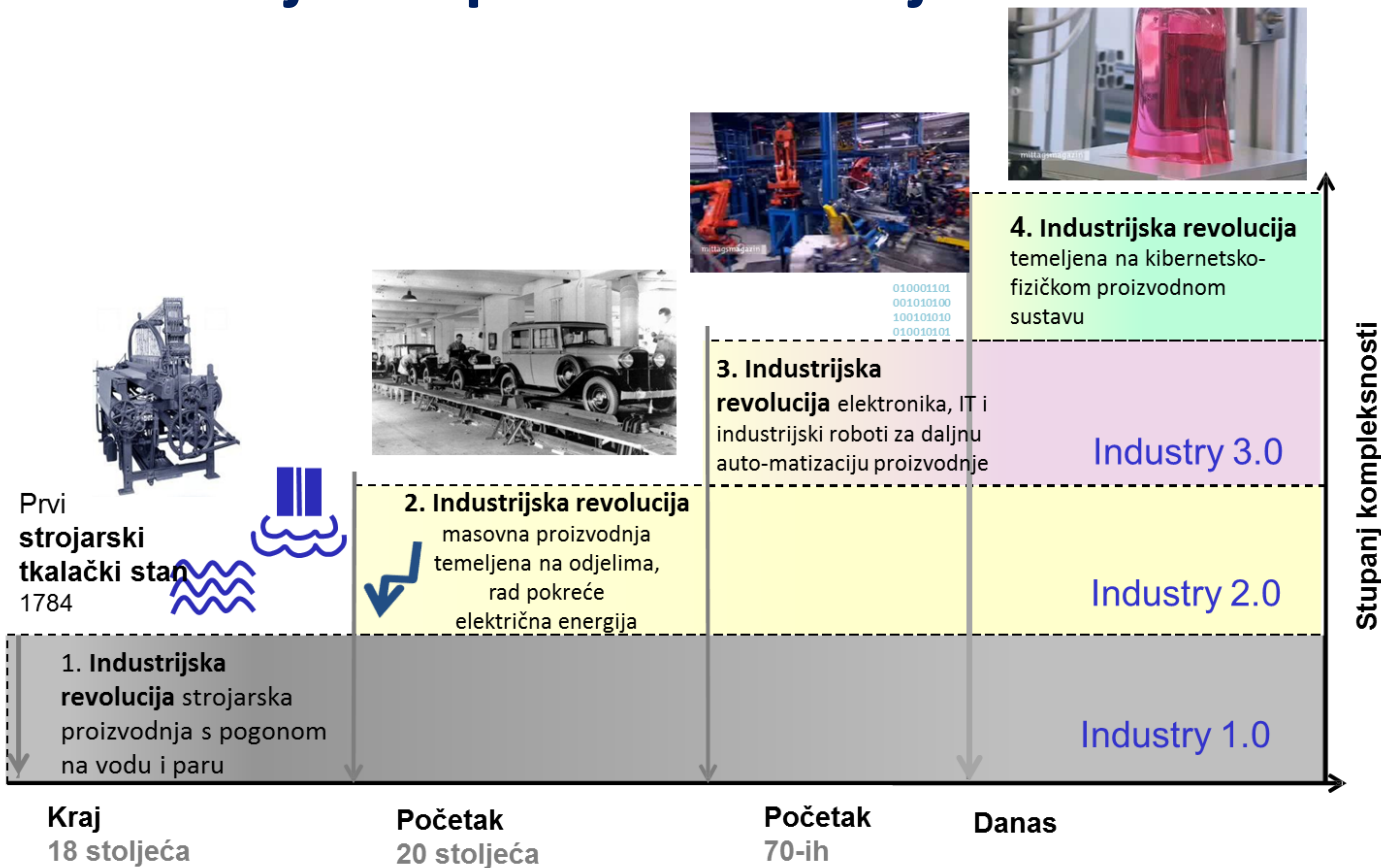


**Naučiti razmišljati na drugačiji način kroz iskustvo rada**

# Lean transformacijski model

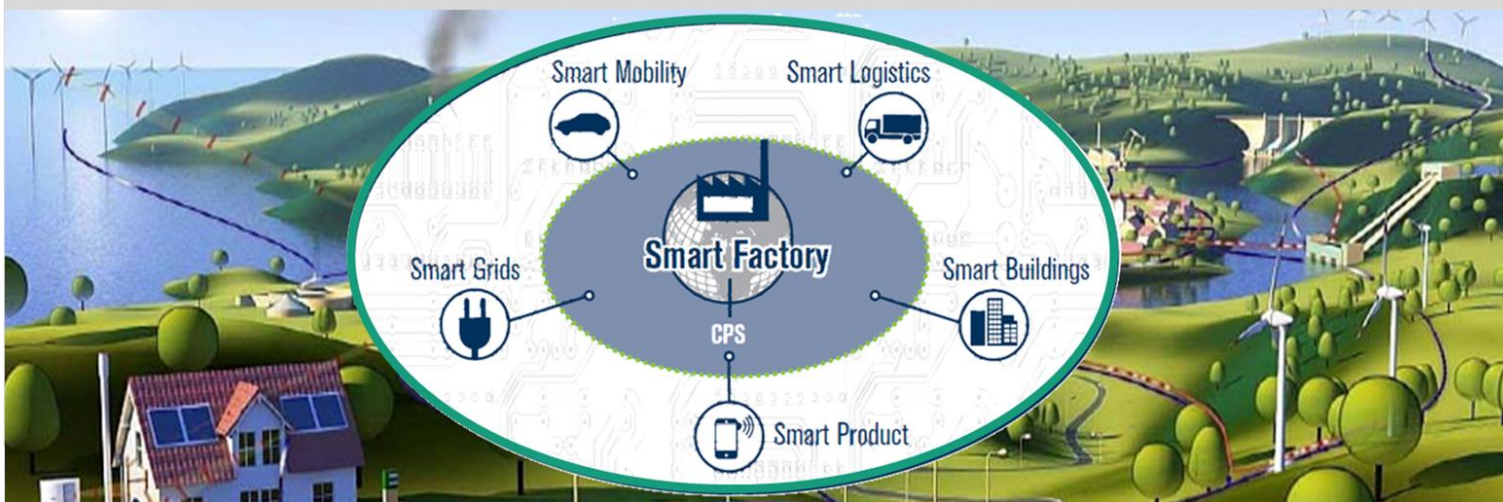


# Od Industrije 1.0 prema Industriji 4.0

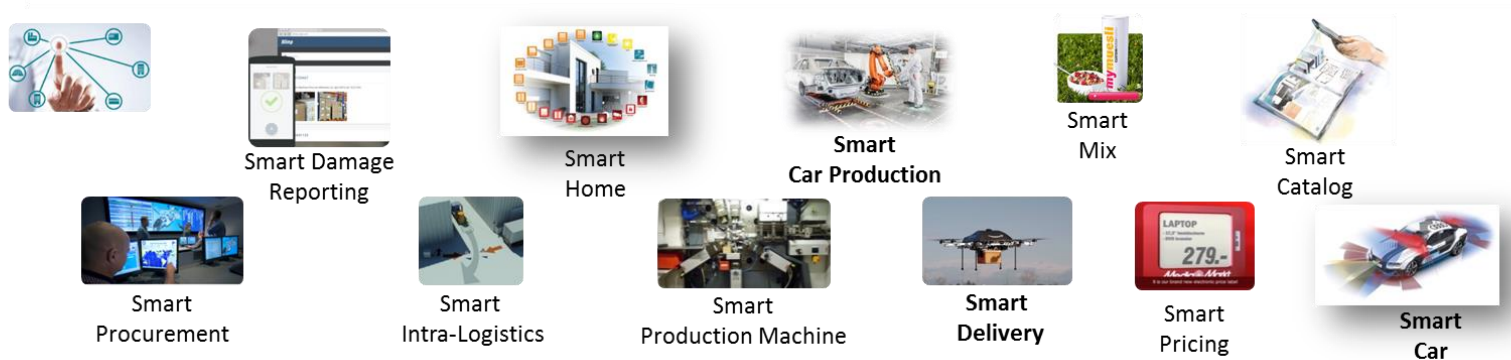
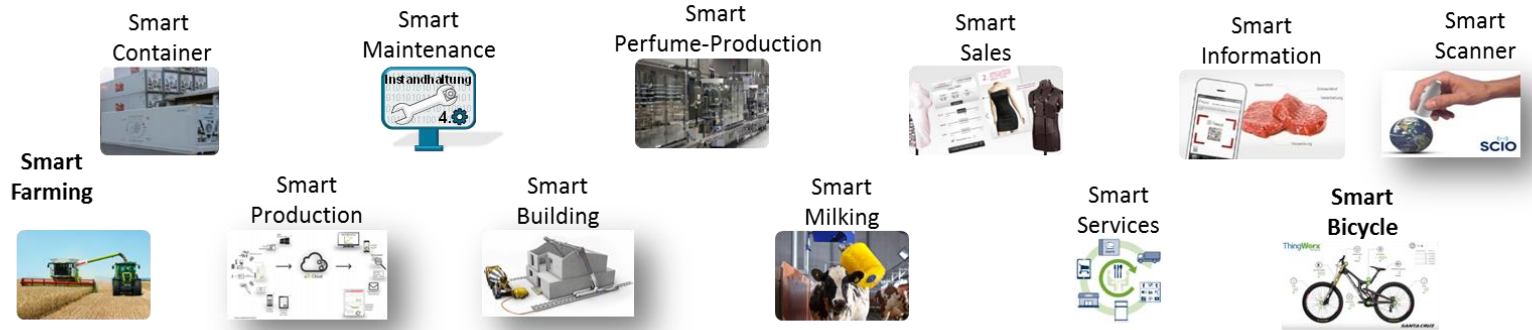


# Industrija 4.0 - Definicija

- "Industrija 4.0" obuhvaća **integraciju suvremenih informacijsko komunikacijskih tehnologija (ICT) s konvencionalnom fizičkom proizvodnjom i procesima**, što omogućuje **razvoj novih tržišta i poslovnih modela**.
- "Industrija 4.0" je time usmjerena na pitanje **kako ta integracija može pružiti individualnom kupcu korist**, koju je on spreman platiti.

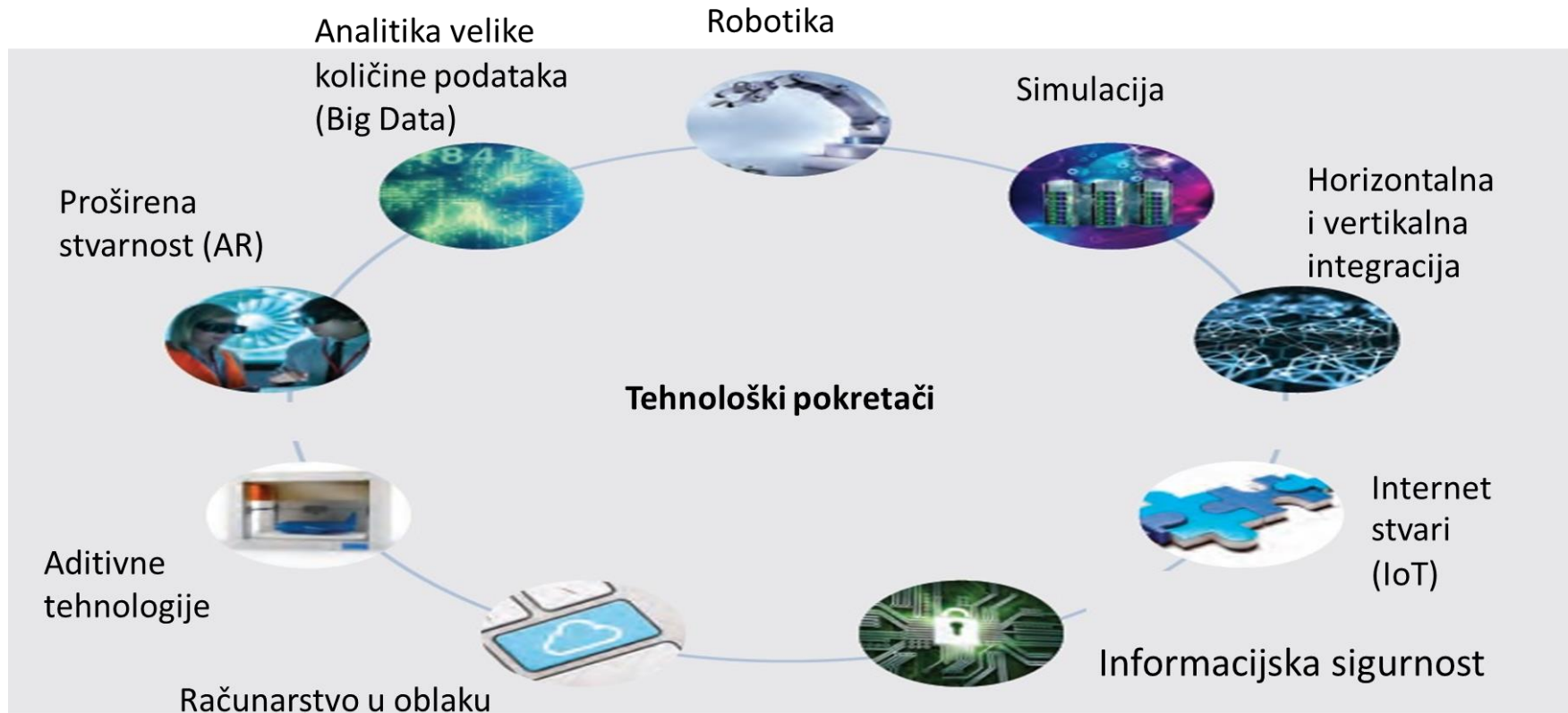


# Industrija 4.0 | Obuhvaća cijeli lanac vrijednosti





# Industrija 4.0 - Tehnološki pokretači



Izvor: BCG-Industry 4.0

# Sadržaj

1. Globalizacija
2. Od Toyota Production System do Industrije 4.0
3. **Inovativno pametno poduzeće**
4. Tvornica za učenje – FESB Learning Factory
5. Zaključak



# Industrija 4.0

2013.

U travnju 2013, u Njemačkoj je predstavljen završni izvještaj radne skupine njemačke vlade: ***Die Plattform Industrie 4.0***

Dokument je sadržavao okvir i smjernice nove industrijske platforme utemeljene na **pametnoj tvornici**, odnosno **kibernetско-fizičkom proizvodnom** sustavu podržanog od međusobno umreženih uređaja (***Industrial Internet of Things***).

U listopadu 2013, istraživačka grupa s FESB-a, zajedno s kolegama s EFST Split i FSR Mostar, prijavljuje u projekt: **Inovativno pametno poduzeće (INSENT)**.

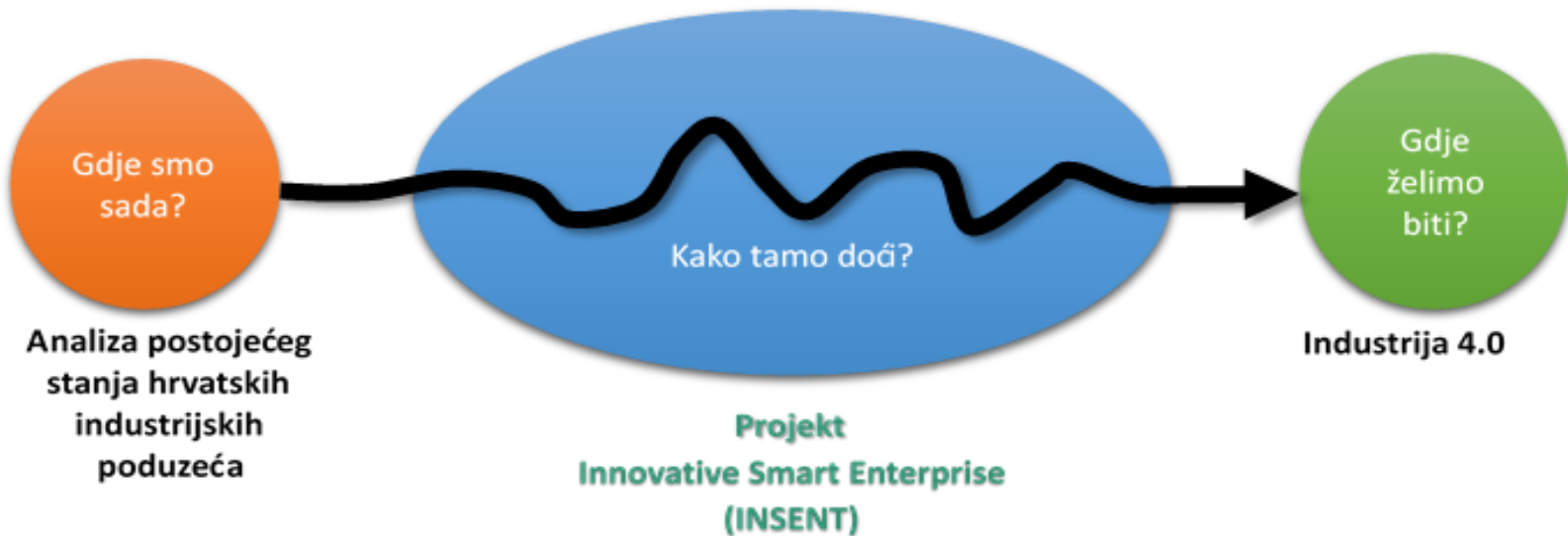
Kao glavni cilj projekta postavljen je **razvoj Hrvatskog modela inovativnog pametnog poduzeća (HR-ISE model)** utemeljenog na novoj industrijskoj platformi Industrija 4.0.

**Projekt INSENT odobren je od strane HRZZ-a za razdoblje rujan 2014. – kolovoz 2018.**

# Analiza stanja hrvatske industrije

2014.

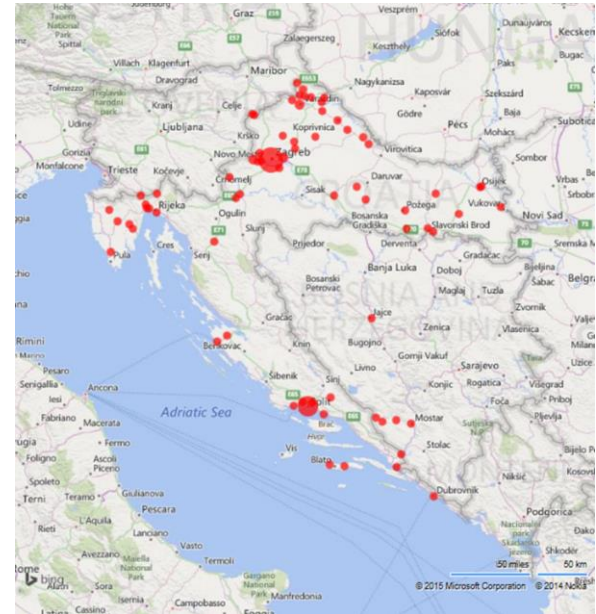
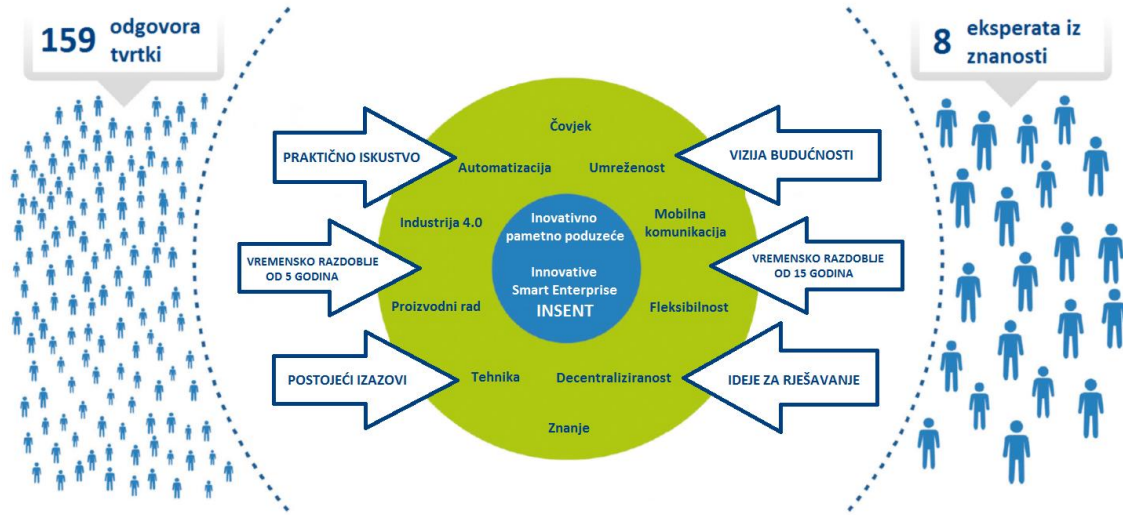
- U prvoj godini projekta INSENT trebalo je utvrditi trenutno stanje hrvatske prerađivačke industrije.
- Trebalo je empirijskim istraživanjem dokazati, iskustveno već poznatu činjenicu, da hrvatska industrija ne stoji baš najbolje.



# Analiza stanja hrvatske industrije

2015.

- Putem upitnika i intervjuiranjem prikupljeni su podaci o 159 industrijskih poduzeća iz RH, te još dodatnih 5 poduzeća iz BiH.



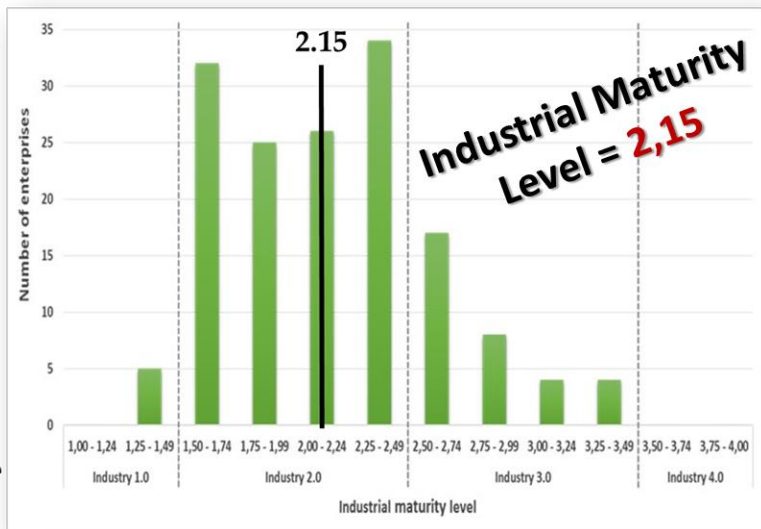
# Stanje hrvatske industrije

2015.

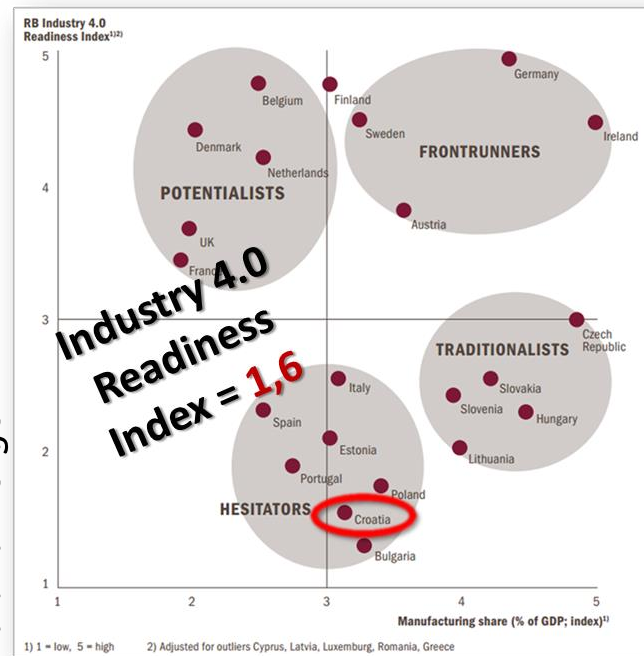
Analiza stanja hrvatske industrije nedvosmisleno je dokazala zašto su RB konzultanti **Hrvatsku ubrojili u zemlje 'oklijevala'**, po pitanju spremnosti na Industriju 4.0.

Industrija 4.0? → Hrvatska = **Industrija 2.15**

Projekt INSENT



Roland-Berger

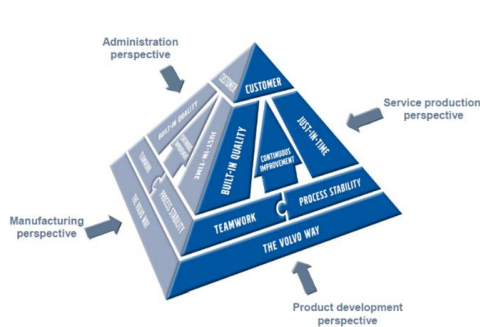


# Početak oblikovanja HR-ISE modela

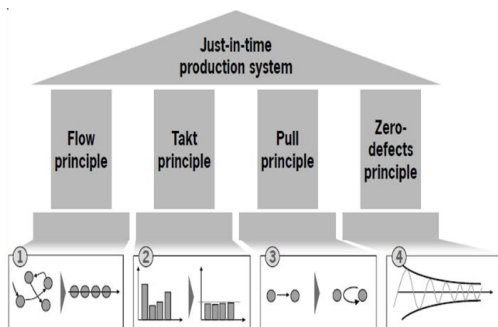
2016.

Analiza modela proizvodnih sustava najboljih svjetskih poduzeća, u kojoj je uočeno: *Tko nije napravio svoj domaću zadaću na temu Lean i Green, ne može biti uspješan u uvođenju Industrije 4.0!*

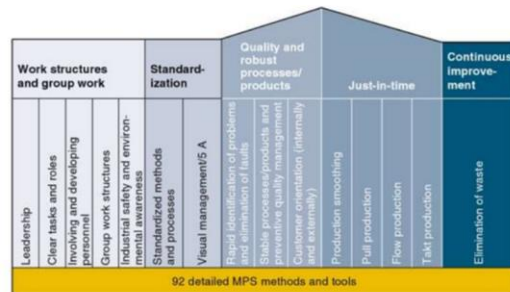
Ako poduzeće **ne poznaje i ne prati svoje procese** (Lean načelo) ne može tako lako prijeći na platformu Industrija 4.0.



Volvo model



Porsche model



Mercedes model



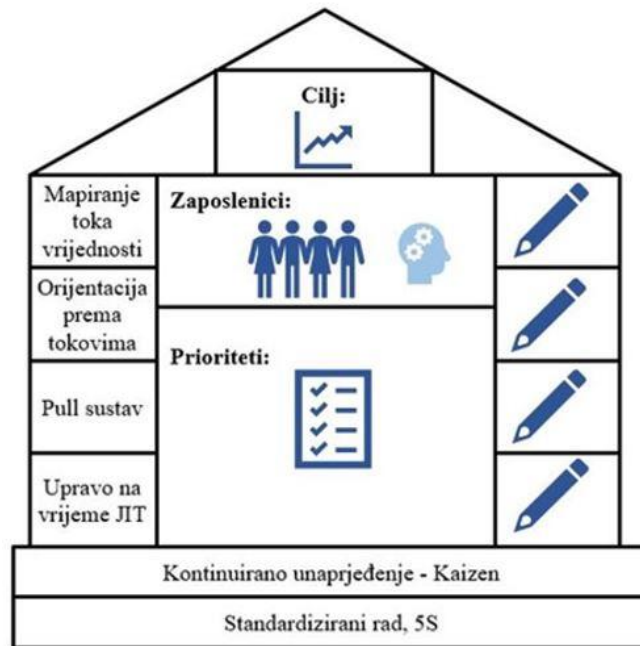
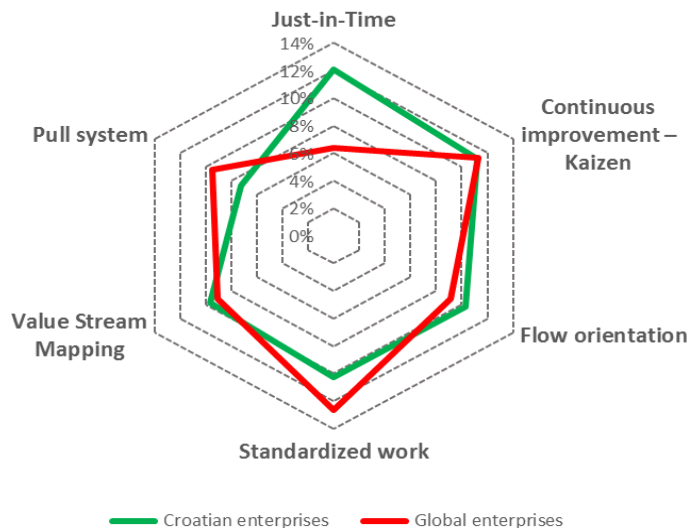
Bosch model

# Prva skica HR-ISE modela



Analiza Lean alata i metoda koje najčešće koriste hrvatska poduzeća pokazala je slične učestalosti alata kao i kod svjetskih poduzeća.

Nastaje **prva skica HR-ISE modela** utemeljena na najčešće korištenim Lean alatima.

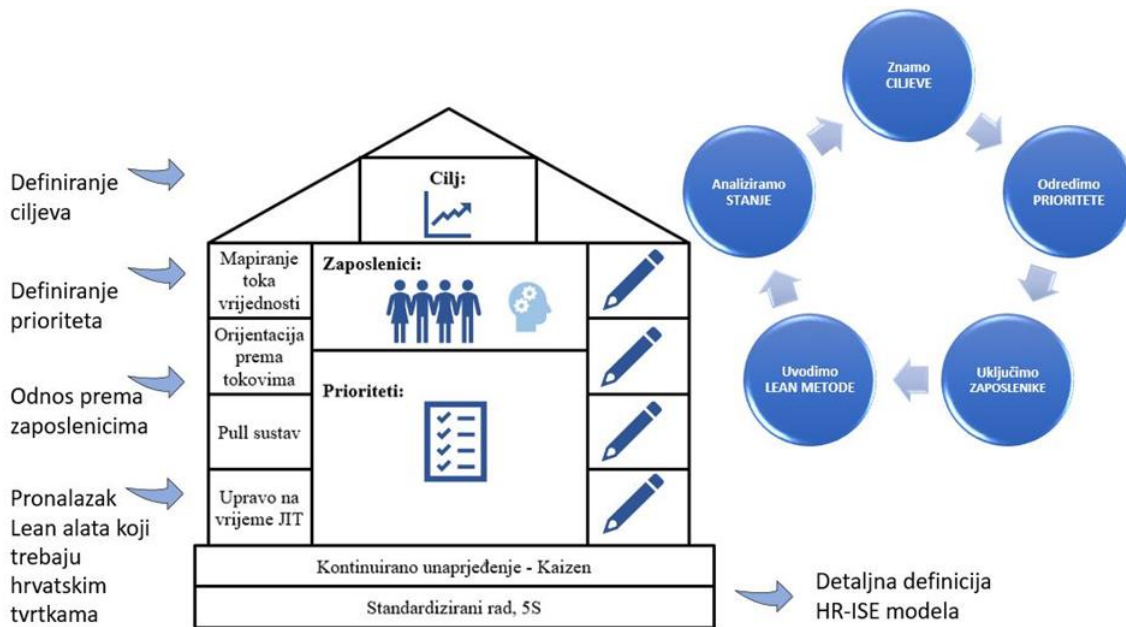




# Završno oblikovanje HR-ISE modela

2017.

Posjetom 37 poduzeća napravljena je detaljna analiza njihovih proizvodnih sustava, u svrhu **definiranja konačnog oblika HR-ISE modela**.



# Predstavljen HR-ISE model

U prvoj polovici 2017, predstavljen je konačan oblik Hrvatskog inovativnog poduzeća: **HR-ISE model**.



2017.



# HR-ISE model

Fokus poduzeća je apsolutno na kupcu i njegovim željama.

Zaposlenici poduzeća su njegova najveća vrijednost, te stoga i u centru modela.

2017.

Procesna orijentiranost poduzeća ključ je uspjeha. Bez poznavanja i praćenja vlastitih proizvodnih i poslovnih procesa (tokova vrijednosti) svaki oblik unaprjeđivanja sustava je znatno otežan, kao i prilagodljivost poduzeća na promjene. Unaprjeđenjem proizvodnih procesa može se prijeći na Pull način poslovanja, te omogućiti Just-In-Time isporuku. Koliko god Pull sustav bio organizacijski zahtjevan, ekonomski je isplativiji – proizvodnja se pokreće tek kada je proizvod već prodan kupcu.



Vrlo teško je ostvariti bilo kakvo unaprjeđenje ne radeći timski. Naime, mali timovi kojima se mogu dodijeliti i određene organizacijske, ali i financijske odgovornosti, ključ su uspjeha za podizanje razine kvalitete proizvoda, ali i proizvodnog procesa. Pouzdanost proizvodnog procesa postiže se cjelovitim učinkovitim održavanjem, a smanjene pripremno-završnih vremena (SMED) podiže razinu fleksibilnosti proizvodnog sustava.

Kontinuirano unaprjeđenje moguće je postići samo kroz uključivanje i motiviranje zaposlenika, posebno onih na najnižoj razini. Ključni alati za uspjeh su standardizacija rada i radnog mjesta (5S), te svakodnevno napredovanje malim koracima (Kaizen).

# Načela upravljanja kvalitetom prema ispitanim tvrtkama

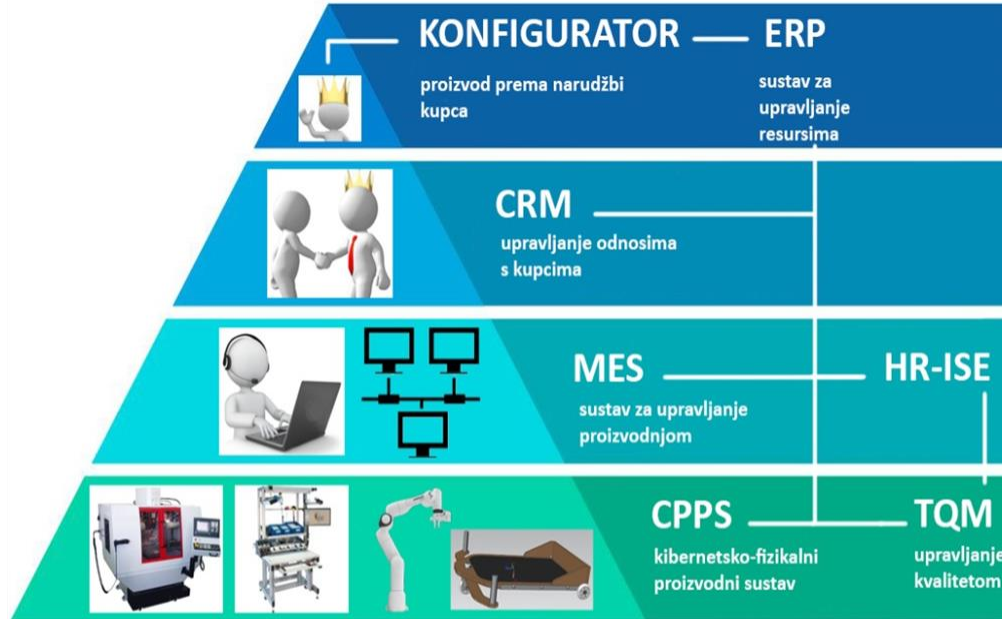
Načela upravljanje kvalitetom	Odgovori ispitanih poduzeća
Usmjerenost na kupca	Kao najvažniji cilj navodi se zadovoljstvo kupca, čija očekivanja se žele ispuniti i nadmašiti.
Vodstvo	Vodstvo je ključno u uvođenju HR-ISE modela, a ističe se i potreba za edukacijom vodstva, kontinuiranim treninzima, učenju od boljih i dobrim odnosima sa zaposlenicima.
Angažman osoblja	Najvažnije načelo, kako bi se uspješno provelo uvođenje promjena, a zatim nastavilo kvalitetno održavati nove načine rada i uvijek tražiti novije, koji će više doprinijeti radu.
Procesni pristup	Za procesni pristup 19% ispitanika tvrdi kako je <i>PDCA</i> ciklus važan u sustavnom definiranju i upravljanju procesima, također se <i>DMAIC</i> metodologija spominje kroz odgovore poduzeća, ističe se kako ona nedostaje HR-ISE modelu pa je kroz upravljanje kvalitetom uključena u HR-ISE modelu.

# Načela upravljanja kvalitetom prema ispitanim tvrtkama

Poboljšavanje	Kontinuirano unaprijeđenje čini temelj HR-ISE modela, s čim se slažu i ispitane tvrtke. Podupiru temelje modela koji se odnose na standardizirani rad i kontinuirano unaprijeđenje, gdje se uvijek promatraju potencijalne prilike za unaprijeđenje u bilo kojem dijelu organizacije.
Donošenje odluka na temelju dokaza	Kao što je ranije navedeno, sve metode i njihovo provođenje ide u smjeru digitalizacije. Za većinu metoda koje uvode i provode ispitane tvrtke postoji sakupljanje podataka putem različitih softvera. Cilj je dobiti pravovremene informacije, provesti analize, sastaviti rezultate, interpretirati ih i što je brže moguće provesti radnje koje će poboljšati stanje. Odluke se ne donose na temelju iskustva, već pomoću dokaza.
Upravljanje odnosima	Potrebno je upravljati odnosima kako unutar poduzeća tako i prema okolini. Prema okolini poduzeća su među ostalim prisutni odnosi s kupcima. Tvrtke putem anketiranja prikupljaju podatke o zahtjevima kupaca i na temelju njih rade smjernice za unaprijeđenje kvalitete proizvoda. Također ističu važnost dobre komunikacije među zaposlenicima, kako bi se jasno razumjeli zadaci, rokovi i odgovornosti.

# Shematski prikaz razvijenog Inovativnog pametnog poduzeća modela

2018.



**Skraćenice:**

**CPPS** – Cyber-physical Production System  
 (Kibernetско-fizikalni proizvodni sustav)  
**CRM** – Customer Relationship Management  
**ERP** – Enterprise Production System

**HR-ISE** – Hrvatski model – Innovative Smart Enterprise  
**MES** – Manufacturing Execution System  
**TQM** – Total Quality Management

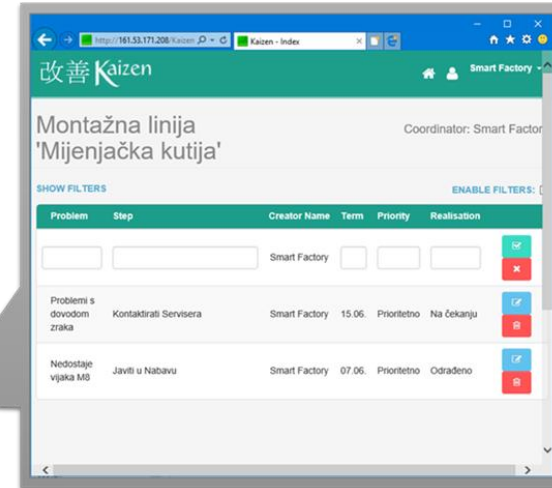
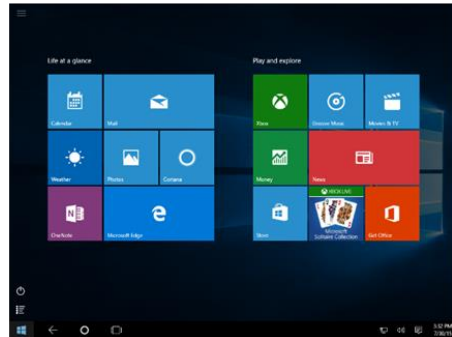
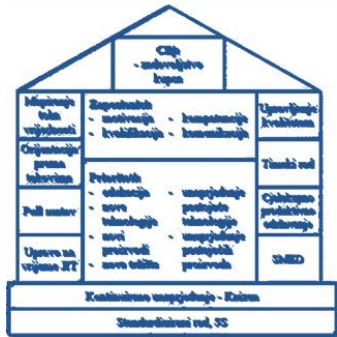
# HR-ISE model u kontekstu Industrije 4.0

2018.

HR-ISE model je procesno orijentiran, te stoga utemeljen na alatima i metodama Lean managementa.

Međutim, vrijeme je da i **Lean alati i metode pređu u digitalno doba** (Industriju 4.0)!

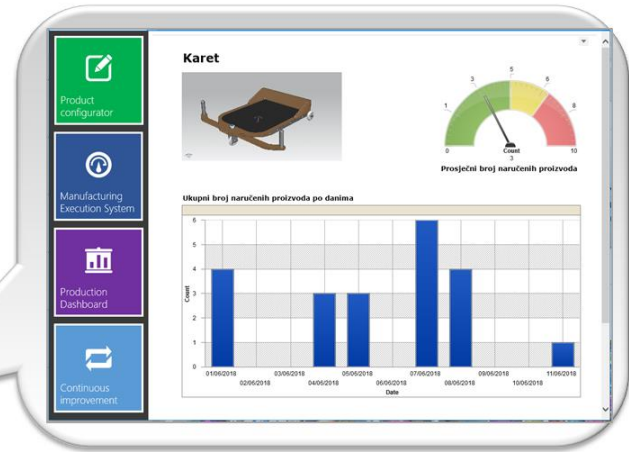
Prava primjena HR-ISE modela zahtjeva **pametnu tvornicu**.





# World of Apps

Neupitna je činjenica da sveprisutni *svijet aplikacija*, putem Industrije 4.0, ulazi u industrijske proizvodne sustave.



# Koncept pametne tvornice (*Smart Factory*)

- Nova industrijska platforma **Industrija 4.0**, bazirana na kibernetičko-fizičkom informacijskom sustavu, zahtjeva **visok stupanj implementacije informacijsko-komunikacijskih tehnologija** u proizvodni sustav tj. *Smart Factory* koncept.
- To s jedne strane zahtjeva **ugrađivanje senzorskih sustava** u proizvodni pogon, a s druge strane **razvoj novih informacijskih sustava** za upravljanje proizvodnjom.



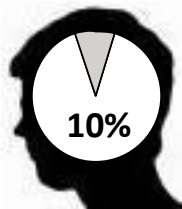
# Sadržaj

1. Globalizacija
2. Od Toyota Production System do Industrije 4.0
3. Inovativno pametno poduzeće
4. **Tvornica za učenje – FESB Learning Factory**
5. Zaključak



# Učenjem kroz iskustvo u pogonu stječe se znanje i vještine

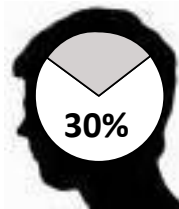
Imamo na umu samo dio onoga što vidimo:



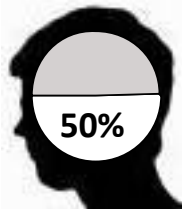
10% od onoga što čitamo



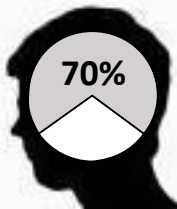
20% od onoga što slušamo



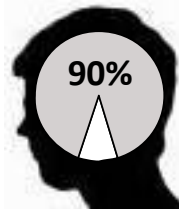
30% od onoga što vidimo



50% od onoga što čujemo i vidimo



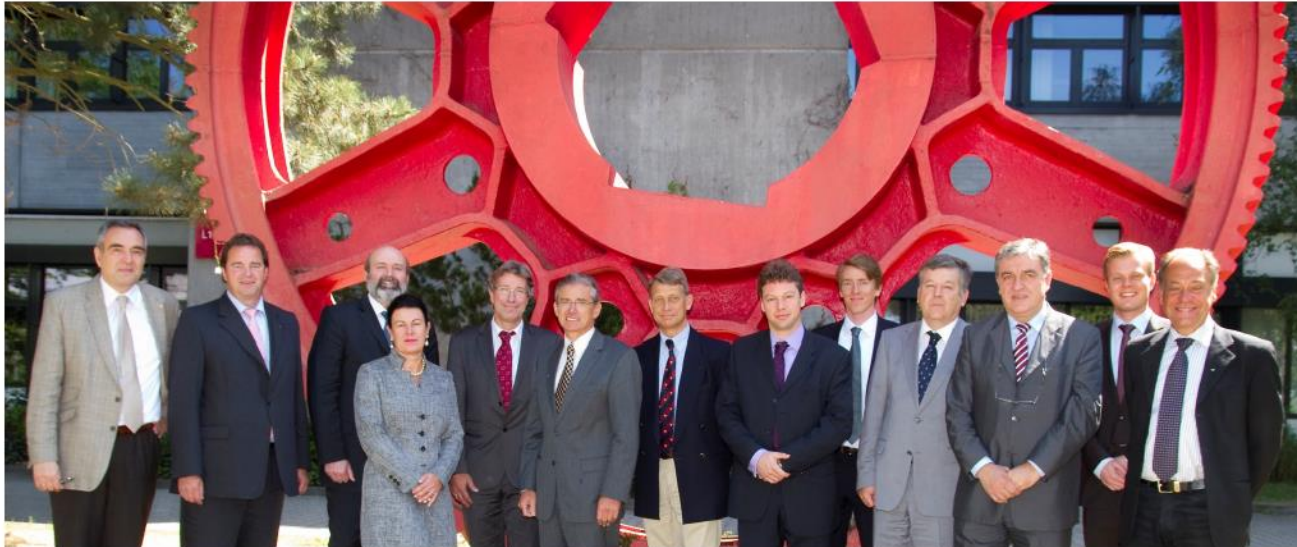
70% od onoga što govorimo



90% od onoga što radimo

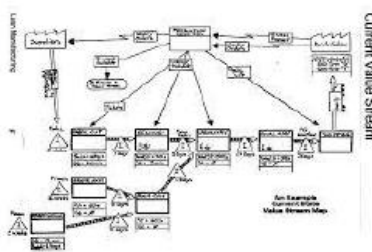


## Founders of the Initiative on European Learning Factories in 2011



RTL: Professor Laszlo Monostori, Professor Wilfried Sihm, Professor Friedrich Bleicher, Professorin Vera Hummel, Professor Kurt Matyas, Professor Eberhard Abele, Dr. Thomas Lundholm, Dr. Dimitris Mavrikios, Christian Morawetz, Professor Ivica Veza, Professor Toma Udiljak, Jan Cachay, Professor Bengt Lindberg. Not on the picture: Professor Gunther Reinhart, Professor Pedro Cunha

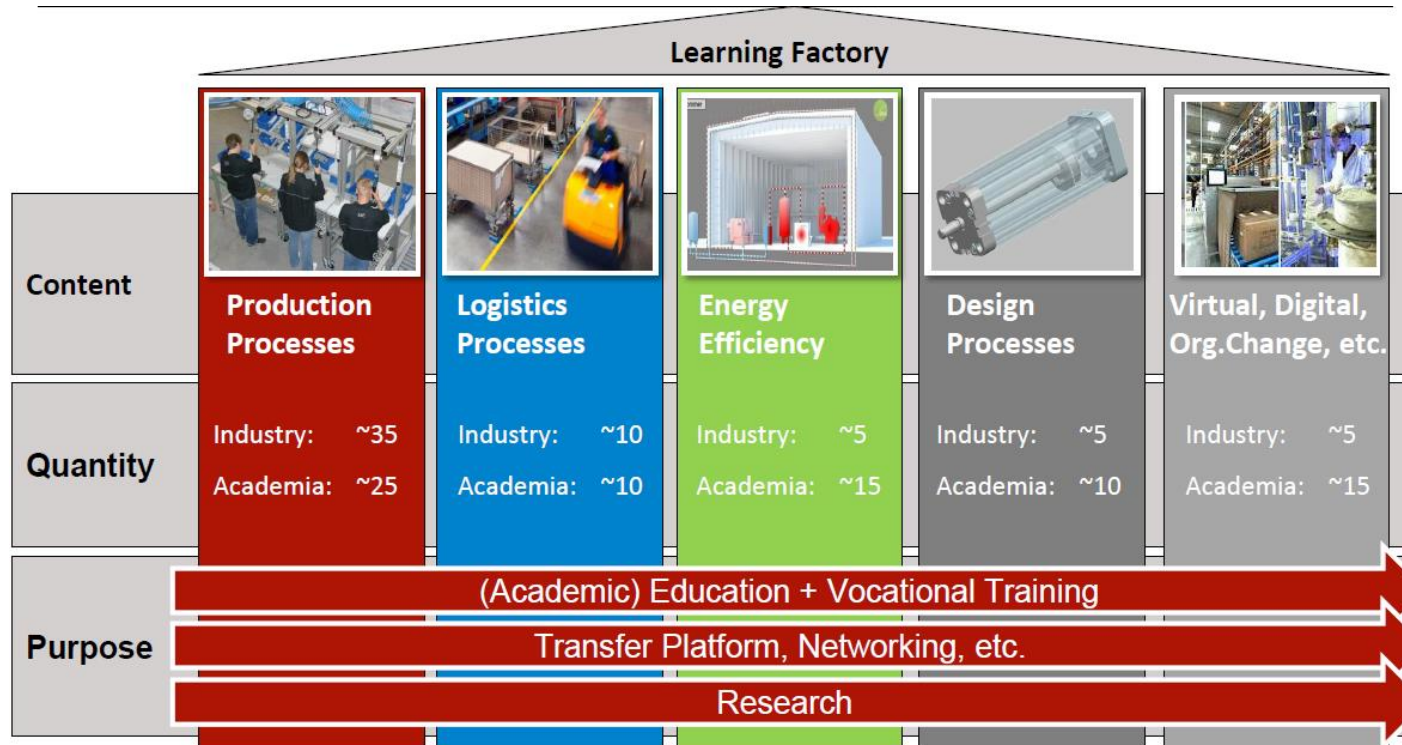
# Definicija „Learning Factory“ prema the Initiative on European Learning Factories



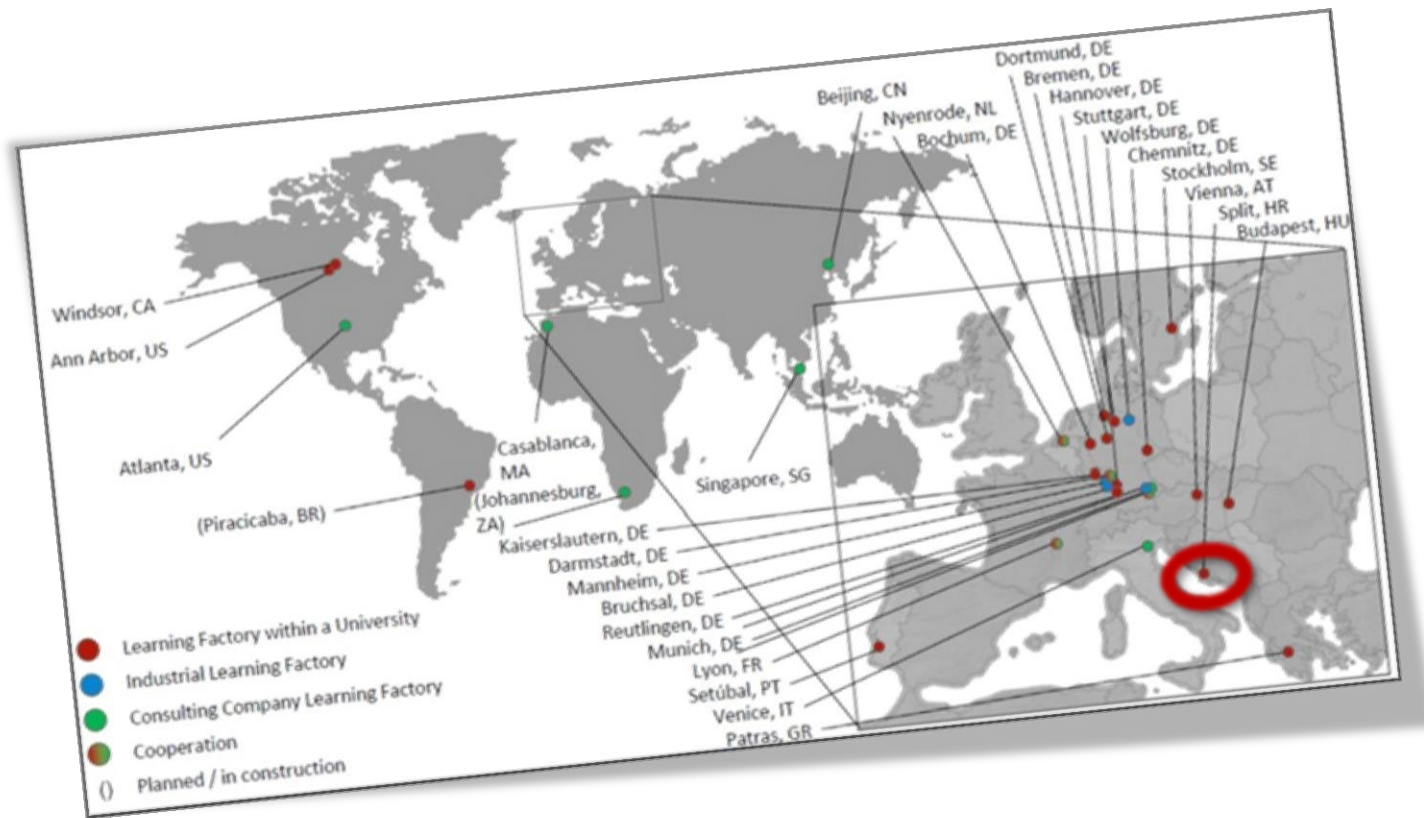
Tvornica za učenje (***learning factory***) je okruženje za učenje gdje se **procesi i tehnologije** temelje na **stvarnom industrijskom pogonu** koji omogućuje izravan pristup procesu **razvoja proizvoda**. Tvornice za učenje temelje se na **didaktičkom konceptu** koji naglašava kako eksperimentalno učenje tako i ono na rješavanju problema. Filozofija kontinuiranog unapređenja podržana je **vlastitim djelovanjem i interaktivnim uključivanjem** sudionika.

Izvor: European Initiative on Learning Factories (2013)

# Analiza: U nekoliko zadnjih godina razvijeno je nekoliko “Learning Factories”, koje se temelje na različitim sadržajima

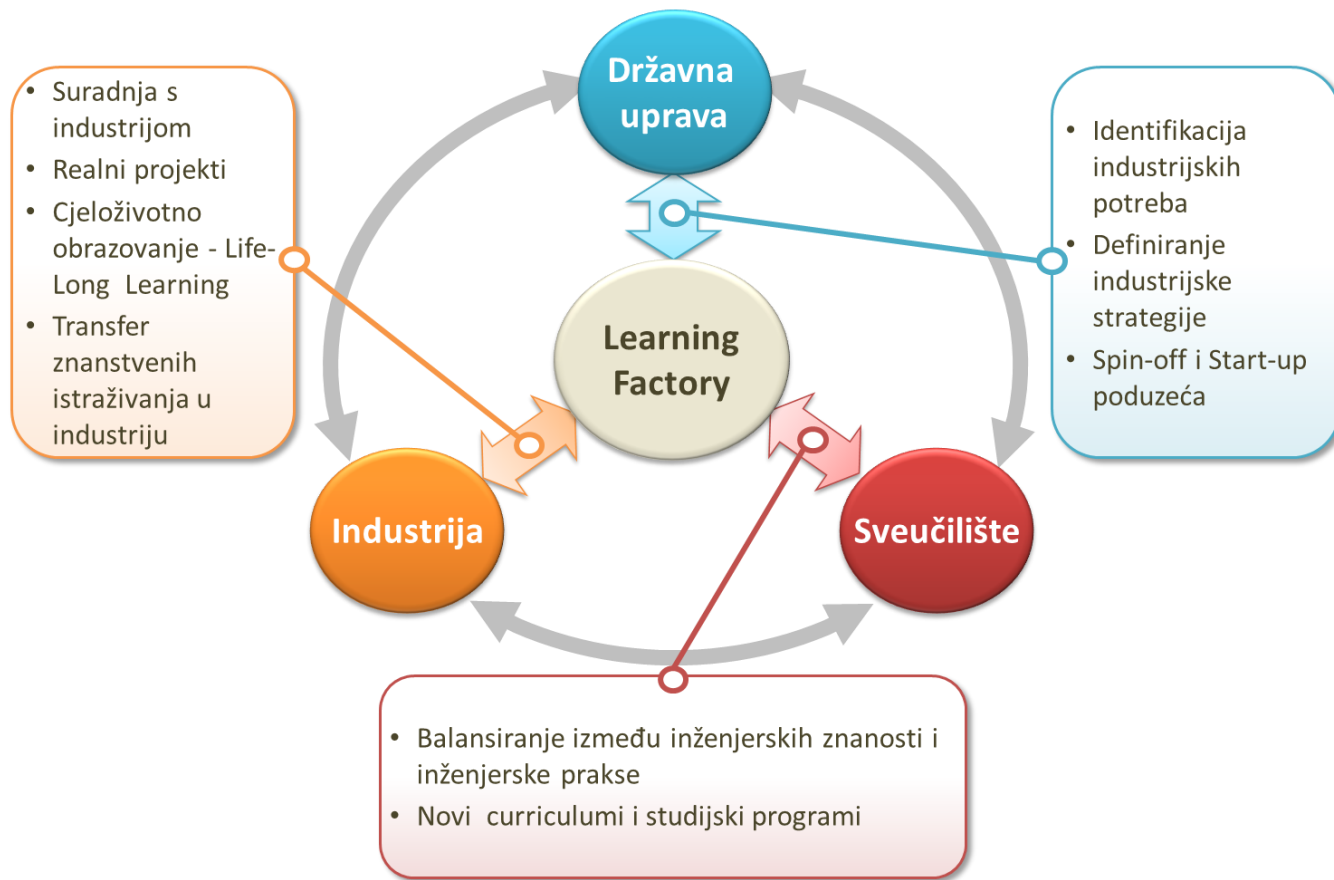


# Learning Factory koncept diljem svijeta

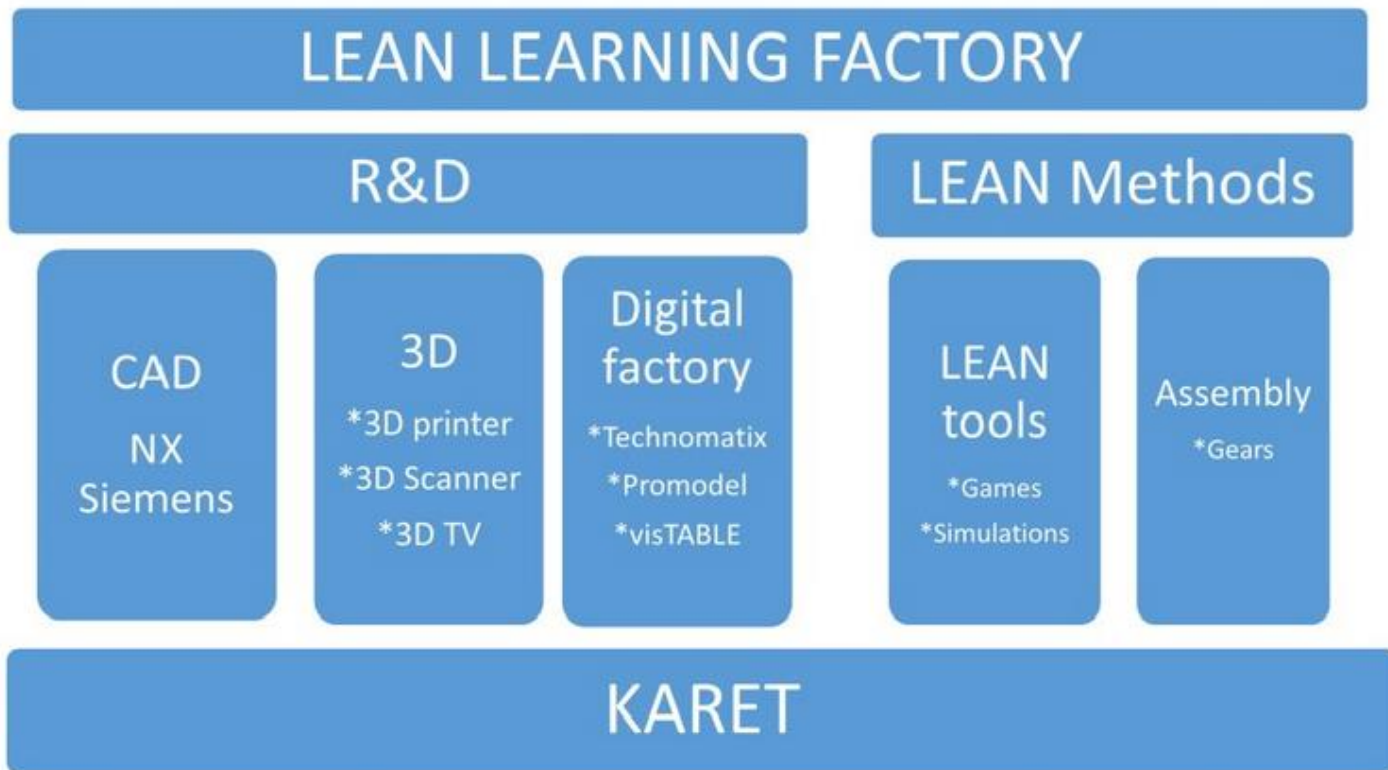




# FESB Learning Factory povezuje sudionike Triple helix modela



# Koncept Lean Learning Factory na FESB-u



# 3D model laboratorija u softveru VisTable





# Demonstracija pametne tvornice kroz Learning Factory

- **Learning Factory koncept** (Tvornica koja uči) podrazumijeva edukacijsko okruženje koje mora, što je moguće realnije, **predstavljati stvarnu tvornicu**.
- Laboratorij C417 na FESB-u se kroz različite znanstveno-istraživačke projekte (EU-TEMPUS MAS-PLM, DAAD NIL, EU-LDV LOPEC, HRZZ INSENT, UKF DEPROCIM) **transformirao u 'Lean Learning Factory @ FESB'**.
- 'Lean Learning Factory @ FESB', osim za učenje, služi i za **demonstraciju koncepta pametne tvornice** utemeljene na najnovijoj industrijskoj platformi.



# Cjeloživotno obrazovanje

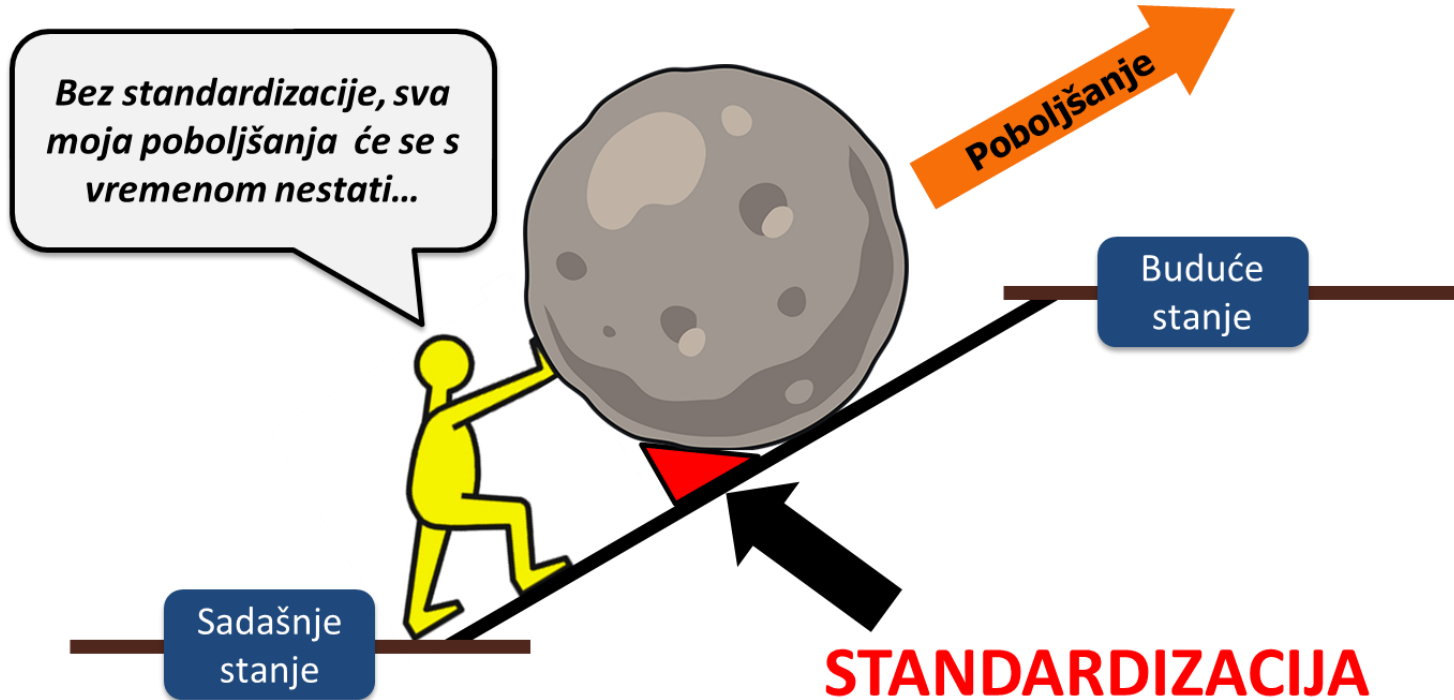
- 'Lean Learning Factory @ FESB' nudi **cjeloživotno obrazovanje zaposlenika** iz područja organizacije rada i proizvodnje, *Lean* managementa, upravljanja projektima, i sl.
- Kao i projekt **osmišljavanja, organiziranja i postavljanja *Learning Factory* koncepta** u proizvodnom pogonu poduzeća, za obuku postojećih i novih zaposlenika.



# Tri koraka edukacije zaposlenika za uspješnu implementaciju Lean koncepta

<b>1. korak: Osnove Lean-a</b>	<b>2. korak: Elementi Lean-a</b>	<b>3. korak: Lean način razmišljanja</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Toyota Production System</li><li>• Lean principi</li><li>• Standardizacija rada</li><li>• 7+1 vrsta rasipanja</li><li>• Osiguravanje kvalitete</li><li>• Didaktičke igre (lego autići, beer game etc.)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Just-in-Time</li><li>• Heijunka (balansiranje linije)</li><li>• Push-Pull proizvodnja</li><li>• Jednokomadni tok</li><li>• Brze izmjene kalupa (SMED)</li><li>• Takt</li><li>• Supermarket</li><li>• Kanban</li><li>• Kaizen</li><li>• Mapiranje toka vrijednosti (VSM)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lean vodstvo</li><li>• Lean u svim područjima (administracija, zdravstvo, državna uprava, itd.)</li><li>• Hoshin Kanri</li><li>• Kata za unaprjeđenje</li><li>• Vizualni menadžment (Obeya)</li></ul>

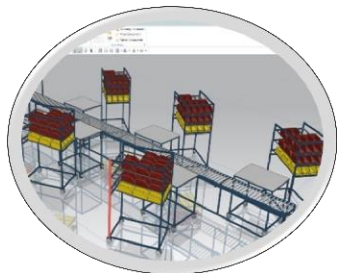
# Standardizacija je način održavanja poboljšanja



Standardizacija je alat koji će osigurati održavanje postignutih poboljšanja.

# Unaprjeđenje procesa

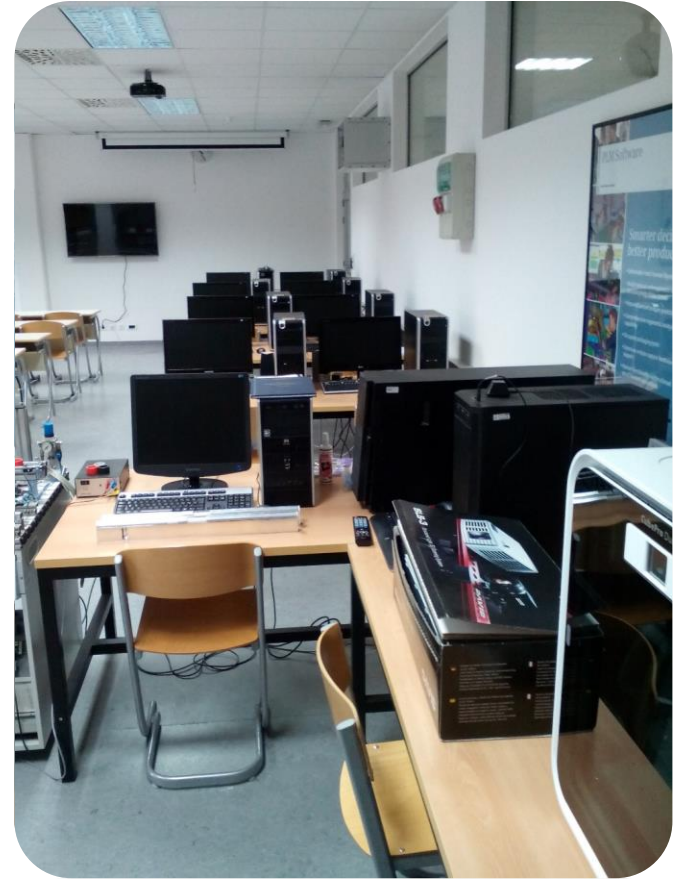
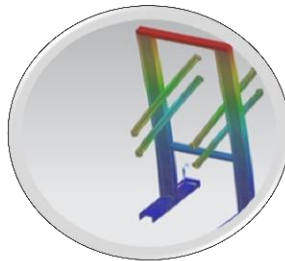
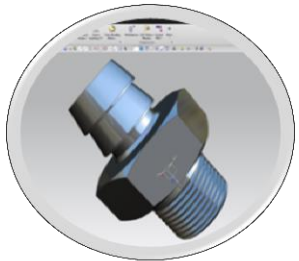
- 'Lean Learning Factory @ FESB' nudi **podršku u unaprjeđenju proizvodnih procesa** kroz projektiranje i optimiranje *proizvodnih* sustava, te obuku zaposlenika iz područja Lean managementa.
- Na raspolaganju je čitav set **metoda i alata iz Lean managementa**, softver za **projektiranje i optimiranje proizvodnih sustava**, te didaktičke igre za obuku zaposlenika.





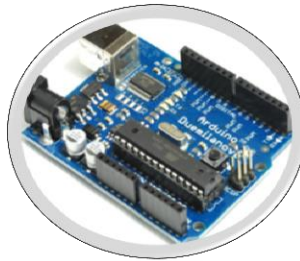
# Razvoj prototipova

- ‘Lean Learning Factory @ FESB’ nudi podršku u **istraživanju i razvoju novog proizvoda** s posebnim naglaskom na **brzoj izradi prototipova**.
- Na raspolaganju je sva potrebna hardverska i softverska oprema: **3D skener**, **3D printer**, **CAD/CAM** softver, **PLM** softver, softver za **simulaciju**, softver za projektiranje i **optimiranje proizvodnih sustava**, itd.



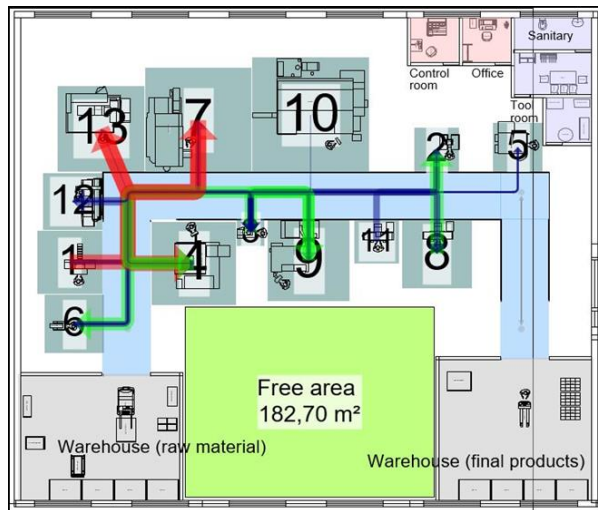
# R&D: Industrija 4.0

- 'Lean Learning Factory @ FESB' prati najnovija znanstvena istraživanja vezana uz industriju, pa tako i razvoj **nove kibernetско-fizičke industrijske platforme: Industrija 4.0.**
- Montažna stanica je opremljena **tabletima**, **RFID sustavom**, te vlastitim rješenjima za inteligentnu montažnu liniju baziranima na **PLC jedinici** i **Arduino** mikrokontrolerima.



# Praćenje proizvodnje

- Praćenje proizvoda na razini jednog komada, **zahtjeva inteligentno praćenje proizvodnje**, odnosno praćenje proizvodnog procesa uživo (*real-time*).
- **Proces i proizvodni pogon** trebaju biti predstavljeni u obliku **kiberneticko-fizičkog sustava (CPS)**, za što je preduvjet: poznavati vlastite organizacijske procese.





# Praćenje proizvodnje u Industriji 4.0

- *Smart Factory* koncept ide za tim da se **metrika proizvodnih procesa prati uživo (real-time)**, te **prikazuje na dashboard sučeljima**.
- No, kako to postići unutar već postojećih pogona?

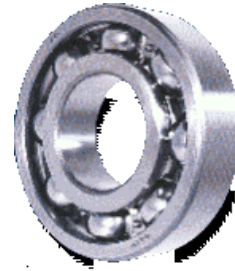


# INSENT: Inteligentna montažna linija

- Jedan dio 'Lean Learning Factory @ FESB' namijenjen je inteligentnoj montažnoj liniji:



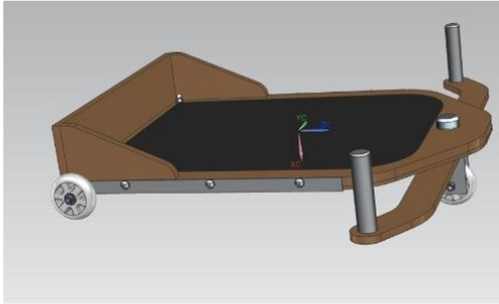
# Proizvod FESB Learning Factory - karet



# Oblikovanje inteligentne montažne linije

- Za inteligentnu montažnu liniju kreirani su proizvod i njegov proizvodni proces.

## Proizvod:

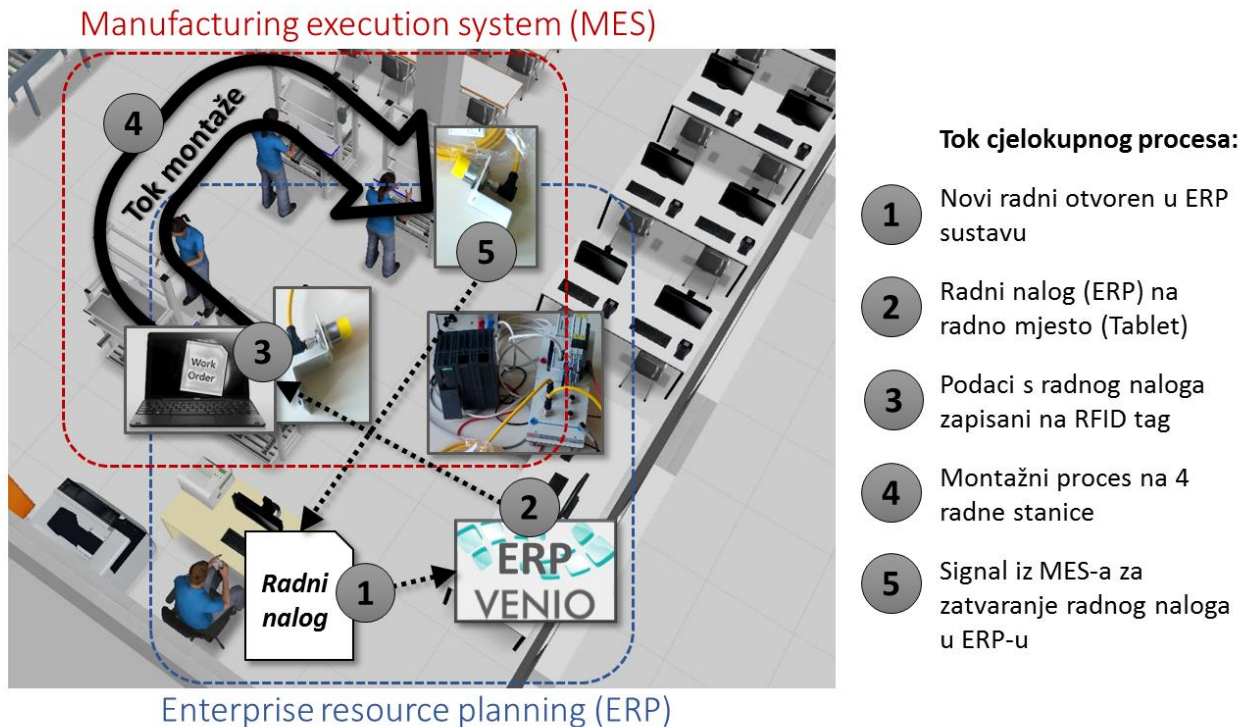


## Proizvodni (montažni) proces:



# Oblikovanje inteligentne montažne linije

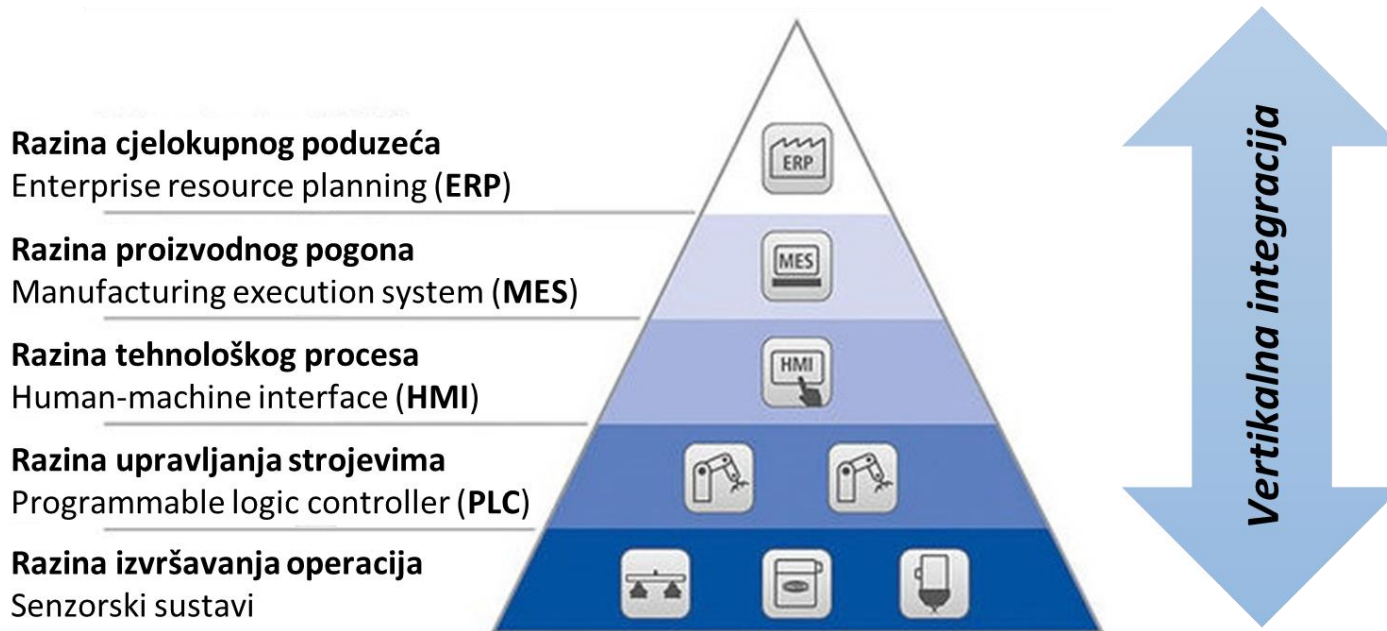
- Jedan od glavnih izazova bio je uspostavljanje veze između MES i ERP sustava.





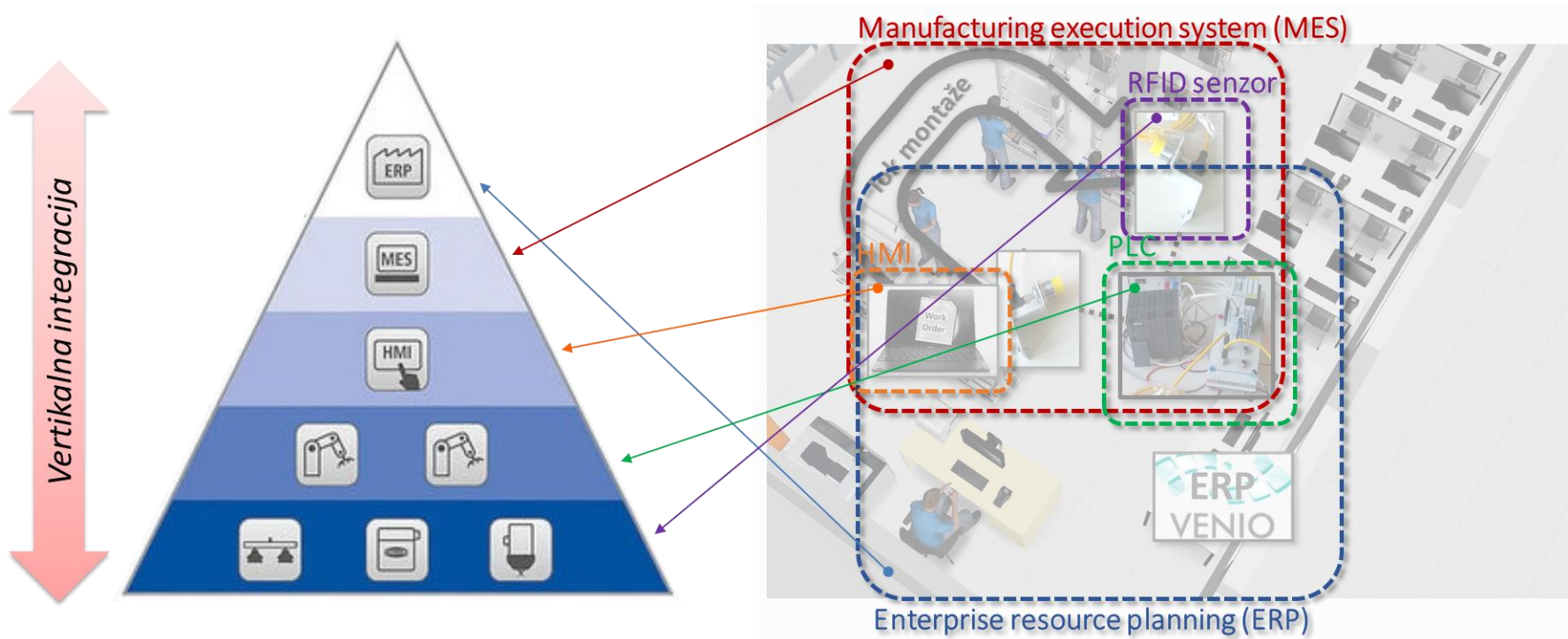
# Smart (pametna) proizvodnja

Načelo *Smart* (pametne) proizvodnje podrazumijeva **vertikalnu integraciju svih informacijskih i upravljačkih sustava** koji se koriste u proizvodnji.



# Oblikovanje inteligentne montažne linije

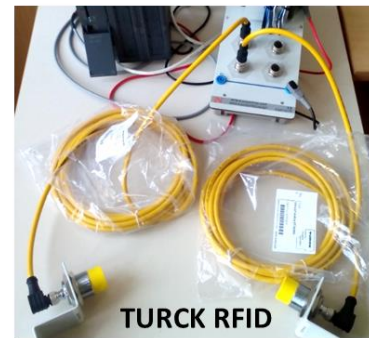
- U konačnici, na ovoj liniji bit će uspostavljena **kompletna vertikalna integracija sustava**.



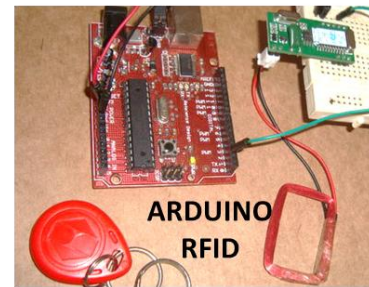
# Industrijska vs. *Low-cost* automatizacija

- Pri oblikovanju senzorskog sustava moguće se **odlučiti i za *low-cost* rješenja:**

<i>I4.0 element</i>	<i>Element ugrađen u LLF@FESB</i>	<i>Cjenovni razred</i>
RFID antena	TURCK BL R/W Antenna 13.56 MHz (2 – 4 antennas)	1.000 – 5.000 EUR
RFID I/O modul	TURCK BL I/O modular system	1.000 – 5.000 EUR
CPU	Siemens PLC 314	5.000 – 10.000 EUR
User interface	Tablet Lenovo MIIX 300	100 – 500 EUR
<b>UKUPNO</b>		<b>7.100 – 20.500 EUR</b>



<i>I4.0 element</i>	<i>Element ugrađen u LLF@FESB</i>	<i>Cijena na tržištu</i>
4 x RFID antenna	Arduino RFID RC522	2 – 8 EUR (x 4)
30 x Ultrasonic sensor	Arduino Ultrasonic HC-SR04	3 - 10 EUR (x 40)
5 x CPU	Arduino Mega microcontroller	8 – 40 EUR (x 5)
4 x User interface	Custom-made box with led display	10 – 30 EUR (x 4)
<b>UKUPNO</b>		<b>178 – 652 EUR</b>

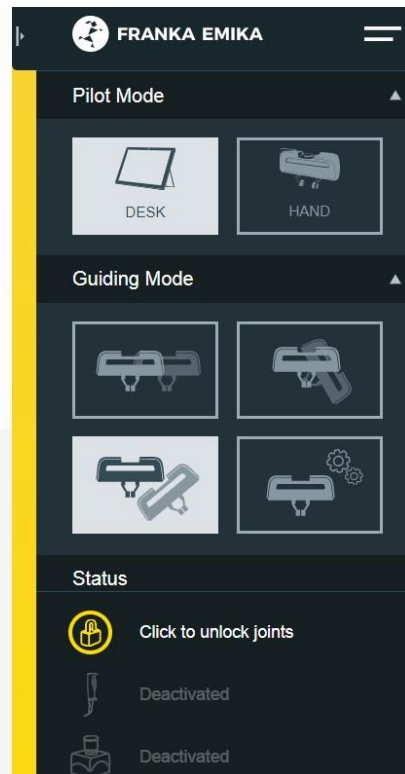
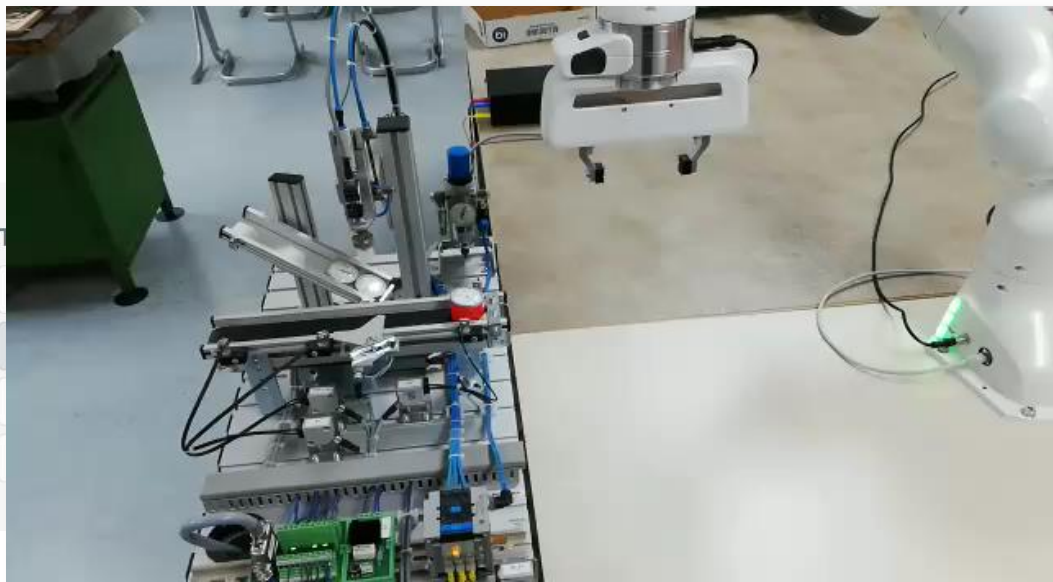




# Buduća istraživanja: Integracija kolaborativnog robota Franka Emika Panda

Pakiranje

Repeat



# Potencijalna područja primjene



Automobilska industrija



Farmaceutska industrija



Energetika



Logistika



Servis



Engineering



Optika



Bijela tehnika



Promet



Banke & osiguranje



Zrakoplovna industrija



Tekstilna industrija



Electrical engineering



Prirodne znanosti



Administracija



Građevinski strojevi



Brodogradnja



Informacijska tehnologija



Medicina



Akcijske djelatnosti

# Sadržaj

1. Globalizacija
2. Od Toyota Production System do Industrije 4.0
3. Inovativno pametno poduzeće
4. Tvornica za učenje – FESB Learning Factory
5. **Zaključak**

# Zaključak

„Deformata reformare, reformata conformare, conformata confirmare et confirmata transformare.“

Izreka „Nesukladno reformirati, reformirano uobličiti, uobličeno potvrditi, te potvrđeno transformirati“ vrlo dobro opisuje nastanak HR-ISE modela kroz projekt INSENT.

Industrijsku praksu hrvatskih poduzeća nesukladnu za današnja vremena (ne-Lean poslovanje, Industrija 2.15) trebalo je reformirati prema Lean poslovanju i Industriji 4.0.

Reformirano je trebalo uobličiti, tj. uskladiti s hrvatskom kulturom i načinom razmišljanja (HR-ISE model).

Konačno, HR-ISE model trebalo je potvrditi kroz istraživanje na uzorku poduzeća, te ga transformirati u realnost kroz Learning Factory i suradnju s poduzećima.



# Kako dosegnuti razinu Toyota Production System?

## Sustavi se ne mogu jednostavno preslikati!

jer postoji razlika u:

- mentalitetu,
- načinu obrazovanja,
- socijalnoj strukturi,
- osobnim ciljevima.

Japanska zenfilozofija i tisućljetna samuraj tradicija veoma su **grupno orijentirani**, dok kod nas vlada **individualizam!!!**

# Hvala na pažnji!

## Kontakt:

Prof. dr. sc. Ivica Veža

Sveučilište u Splitu  
Fakultet elektrotehnike,  
strojarstva i brodogradnje

[ivica.veza@fesb.hr](mailto:ivica.veza@fesb.hr)

