



Z umetno inteligenco do večje prožnosti in nižjih stroškov proizvodnje

Prof. dr. Niko Herakovič,

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, Laboratorij LASIM

GZS, SRIP ToP

Izzivi - Naraščajoče zahteve kupcev in število variant izdelkov

Bicycles 1980



Bicycles 2017

- Over **63 different bicycles** from just *one* manufacturer, available ...
 - in different **frame sizes**,
 - in different **colors**,
 - with different **forks**,
 - with different **gearshifts**,
 - with different **handlebars**,
 - with different **cranks**,
 - etc.



A huge amount of product variants must be handled!

Standard based cylinder DSBC, ISO 15552



Theoretical variance DSBC:

195,360 combinations

plus SA (special applications) and EWK

Vir: FESTO

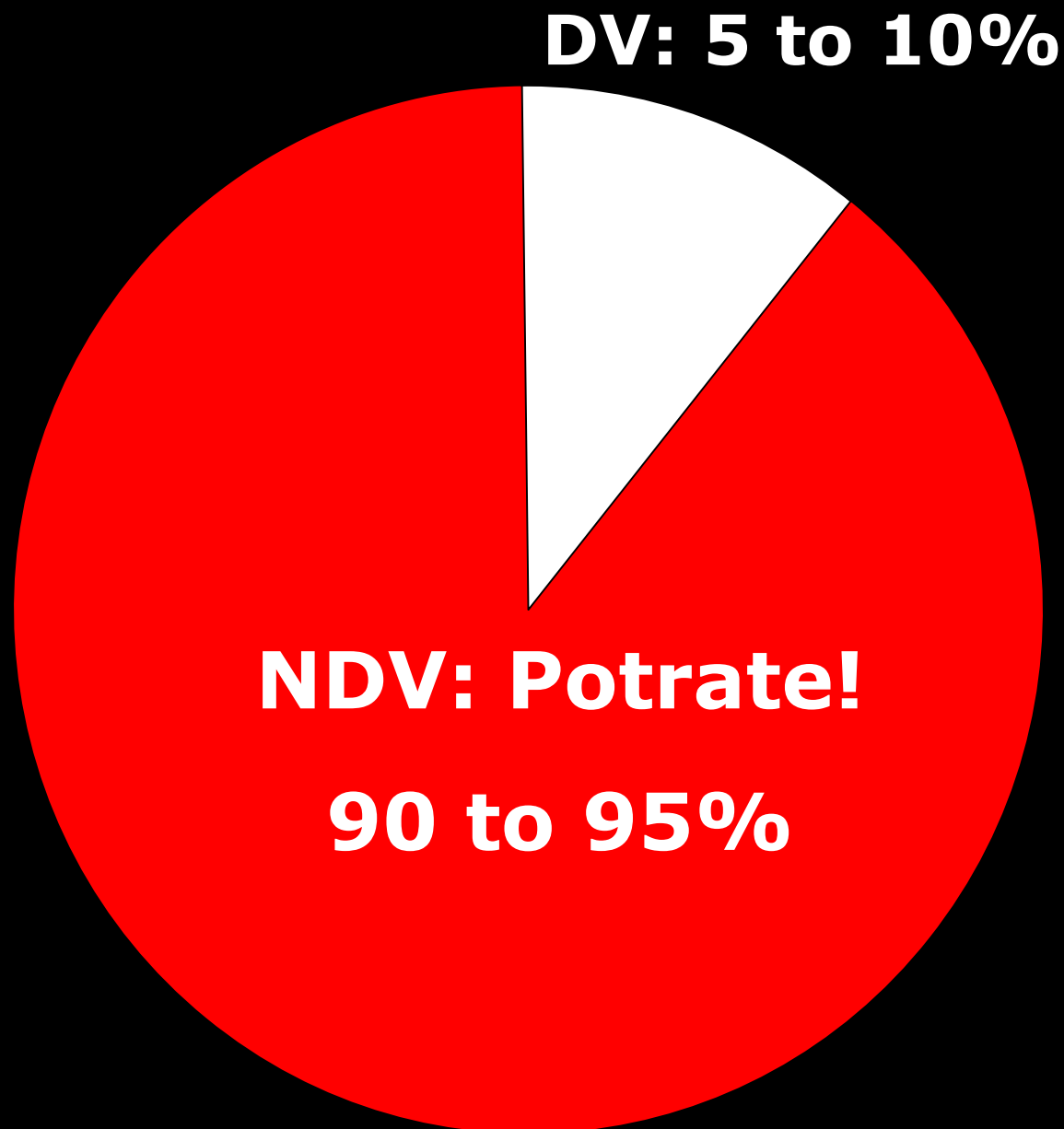
- Povečanje učinkovitosti, razpoložljivosti in zanesljivosti proizvodnih, logističnih procesov itd.)
- Povečanje produktivnosti in konkurenčnosti (OEE, ...)
- Skrajšanje pretočnih časov in dobavnih rokov
- Zmanjšanje zalog in inventarja
- Zmanjšanje napak, motenj in izmeta
- Individualizacija izdelkov, fleksibilnost, agilnost, ...
- Zmanjšanje porabe energije, manj ogljičnega odtisa...

**Nekaj ciljev v
podjetjih, ki jih
zasledujemo že
veliko let...**

Ali se ti cilji v I 4.0 kaj spreminjajo?

NE !!!

**Učinkovitost
(proizvodnih)
procesov v
večini
podjetij**



Od I3.0 do I4.0 | Poudarki posamezne industrijske revolucije

1. Industrial Revolution



Mechanization:
Mechanical production

Technical
inventions

2. Industrial Revolution



Industrialization:
Mass production

Organizational
inventions

3. Industrial Revolution



Automation:
Electric automation

Technical
inventions

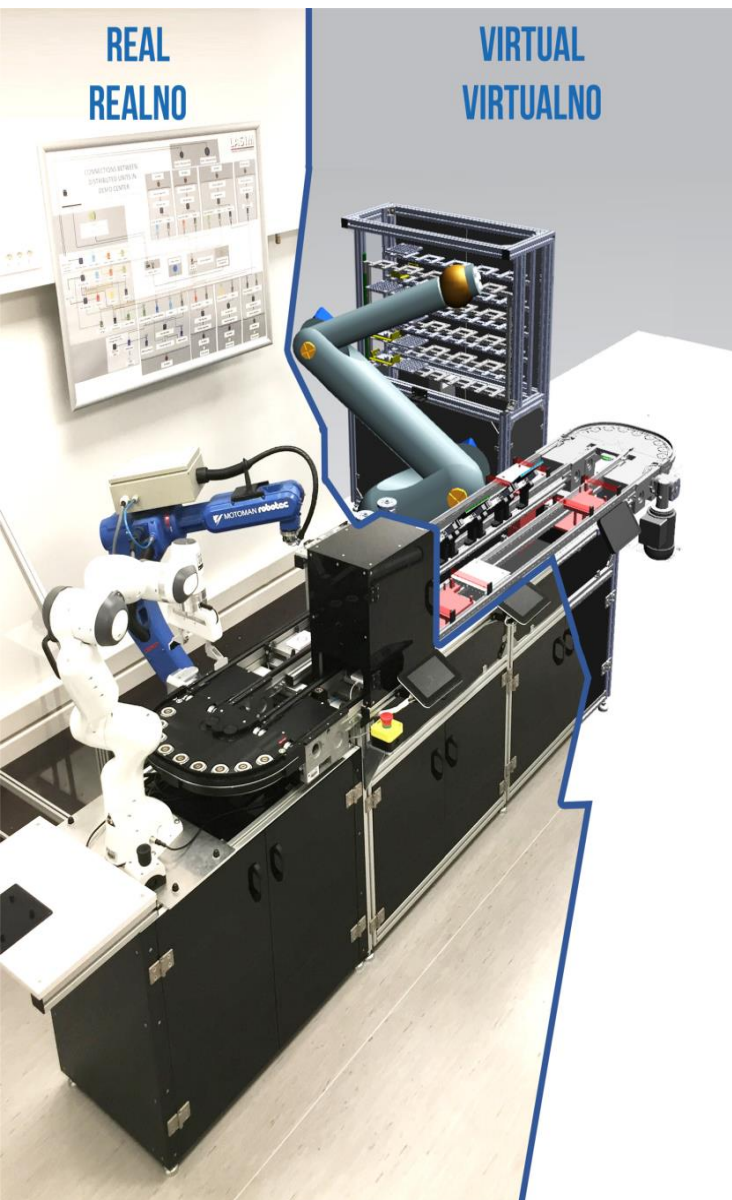
4. Industrial Revolution



Cyber-physical systems:
Integrated automation

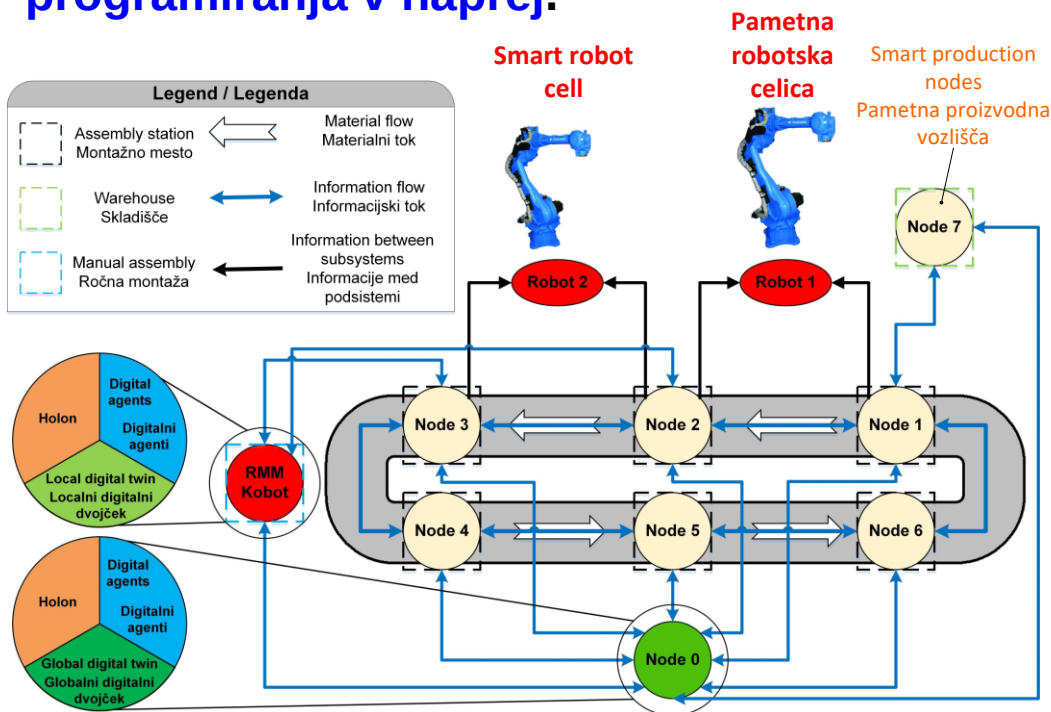
Organizational
inventions

Napredni proizvodni in logistični sistemi in procesi



Fleksibilni, agilni in transparentni proizvodni in logistični sistemi so ključni za dvig produktivnosti in dodane vrednosti.

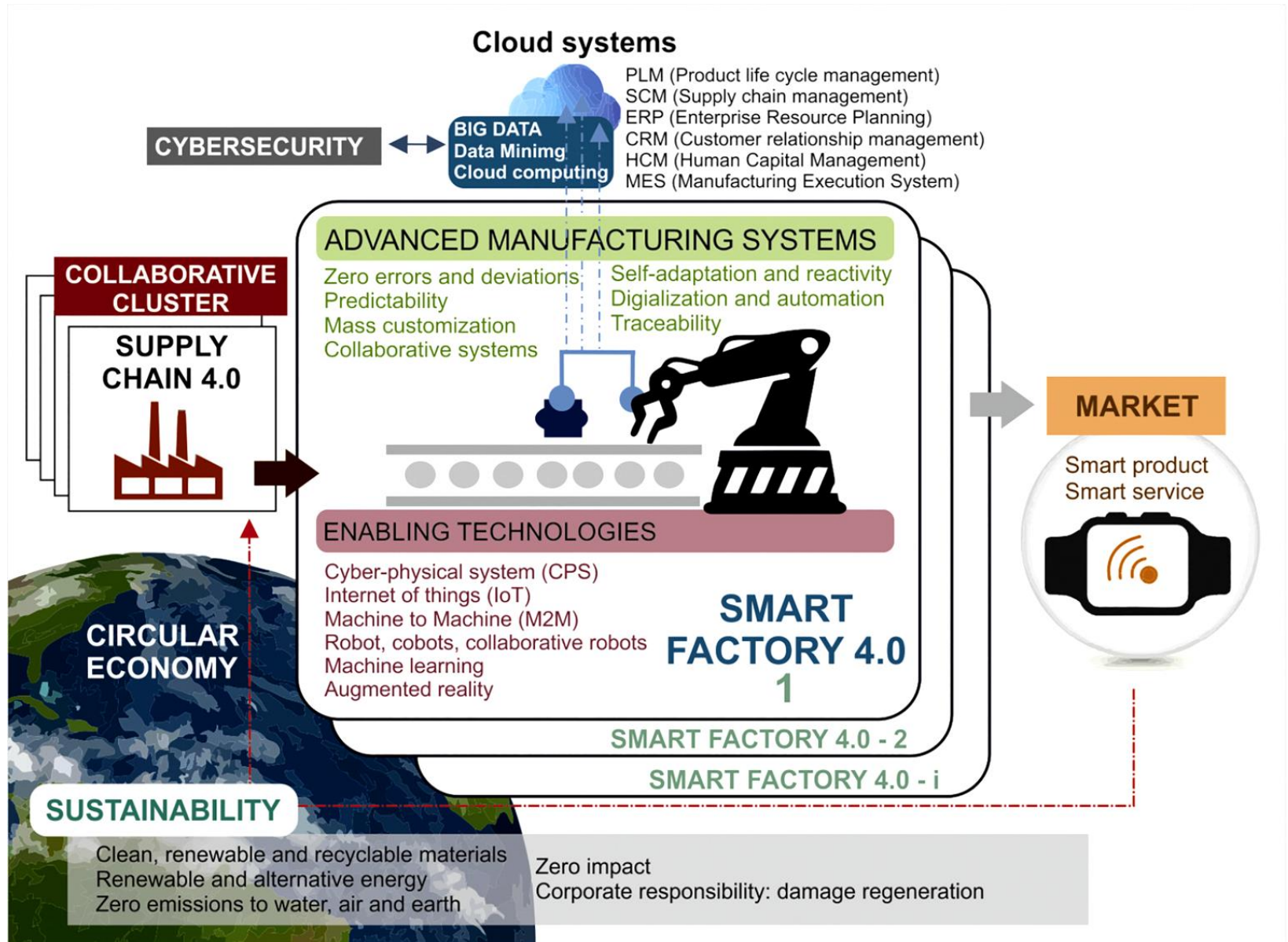
Tehnologija **DIGITALNIH DVOJČKOV** z vgrajenimi **DIGITALNI AGENTI** na osnovi **UI** omogoča izvajanje samodejnih odločitev, **sprotno programiranje** in kreiranje delovnih ciklov robotov in drugih podsistemov **v realnem času brez programiranja v naprej.**



Pametna tovarna

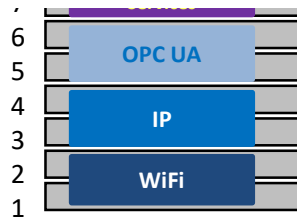


Pametni Proizvodni Ekosistemi



Proizvodnja prihodnosti (pametna tovarna) – izdelki morajo ...

...imeti standardizirane mrežne vmesnike



	Resource and Energy model
	Service model
	Communication model
	Product model
	CAD model

... biti popisani z modeli



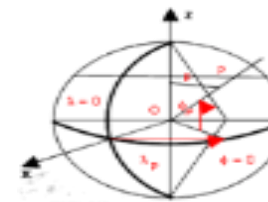
... biti obravnavani kot abstraktni objekti

... imeti edinstveno identiteto in spomin

IP_{v6} [2001:0db8:85a3:08d3:1319:0a2e:0370:7344]



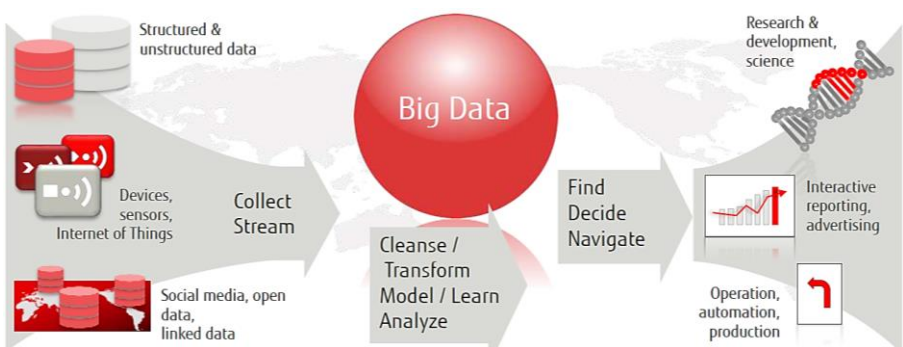
...nuditi avtonomijo



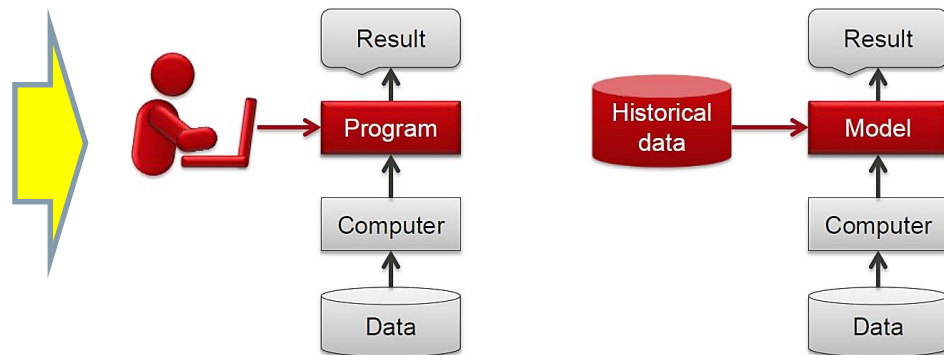
...biti lokalizirani v vsakem trenutku

I 4.0 → Izzivi avtomatizacije vrednostne verige

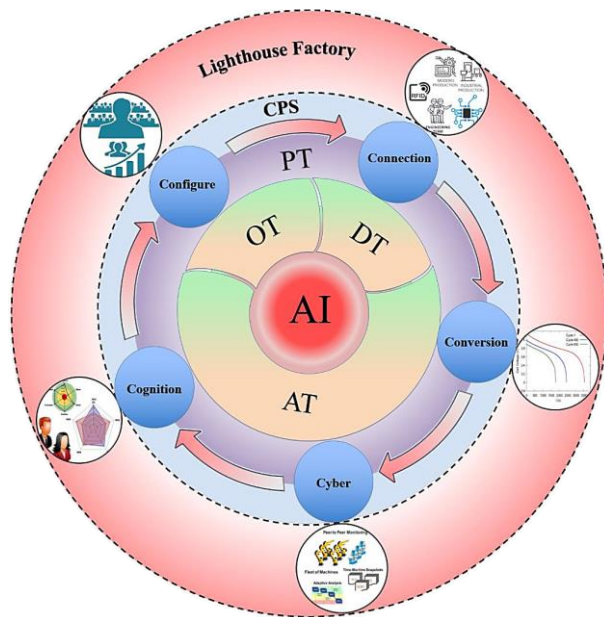
Vele-podatki v Pametni tovarni



Strojno učenje namesto programiranja



AI: Srce pogona rasti svetilniških podjetij v svetu



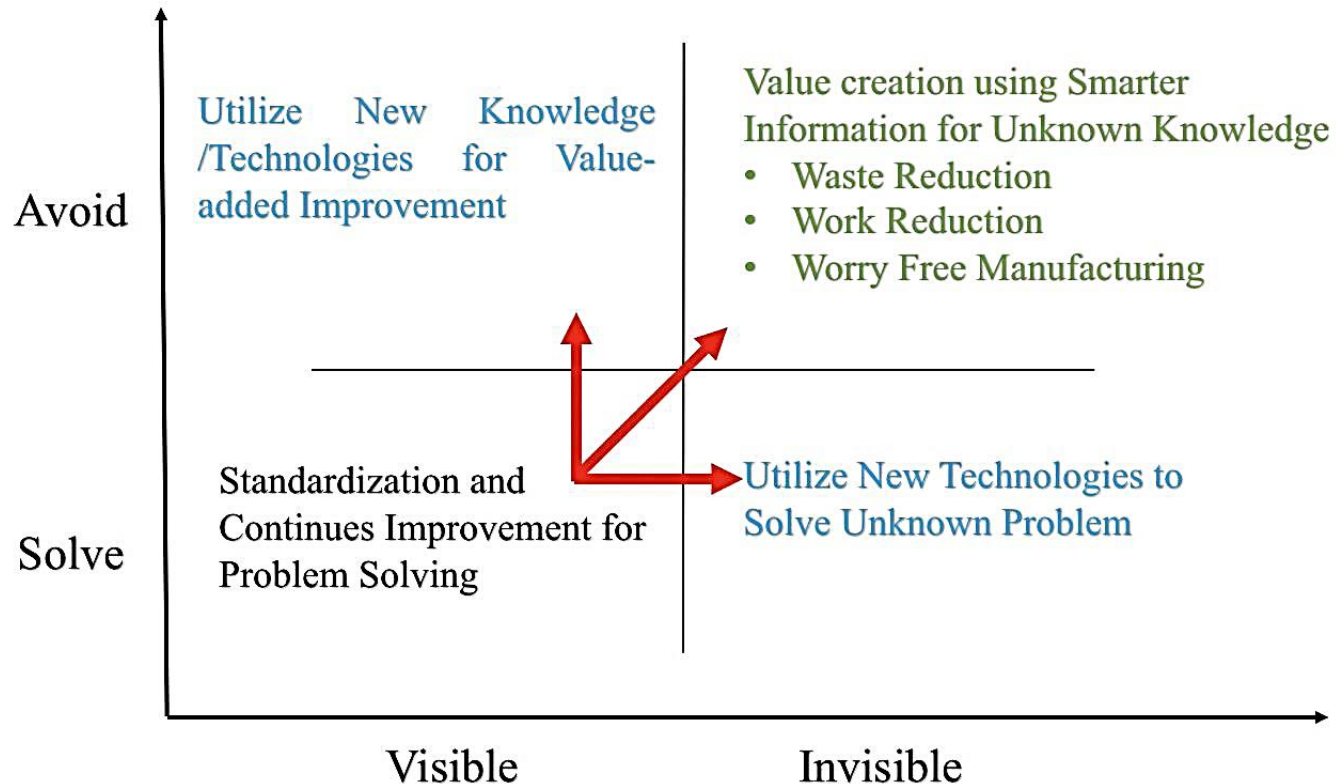
Svetilniška podjetja v svetu:

Foxconn Shenzhen, Bosch Automation, BMW, Tata Steel, Procter & Gamble, Rold

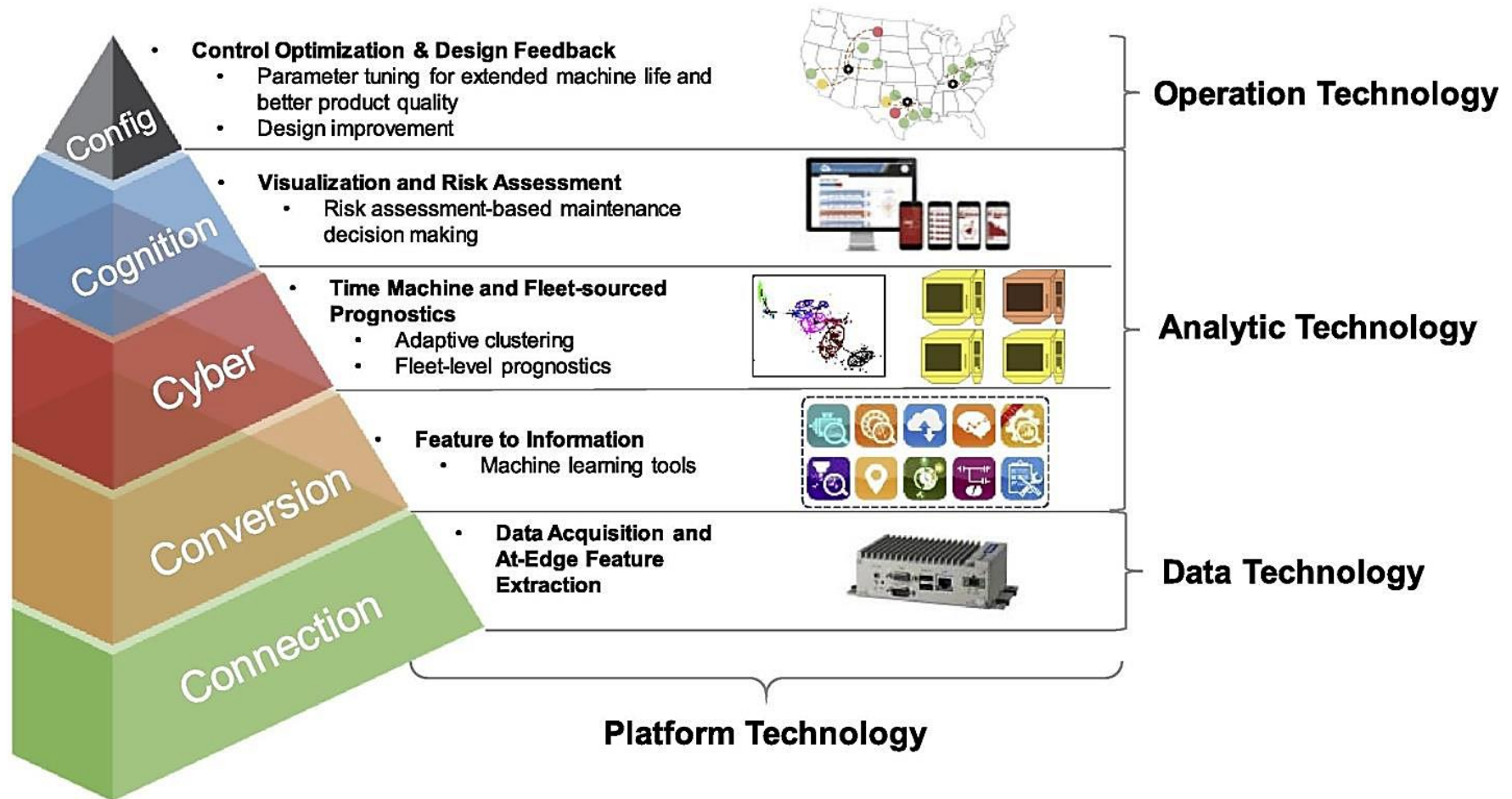
Vir: Jay Lee, Jaskaran Singh, Moslem Azamfar, Industrial Artificial Intelligence

Vir: FUJITSU

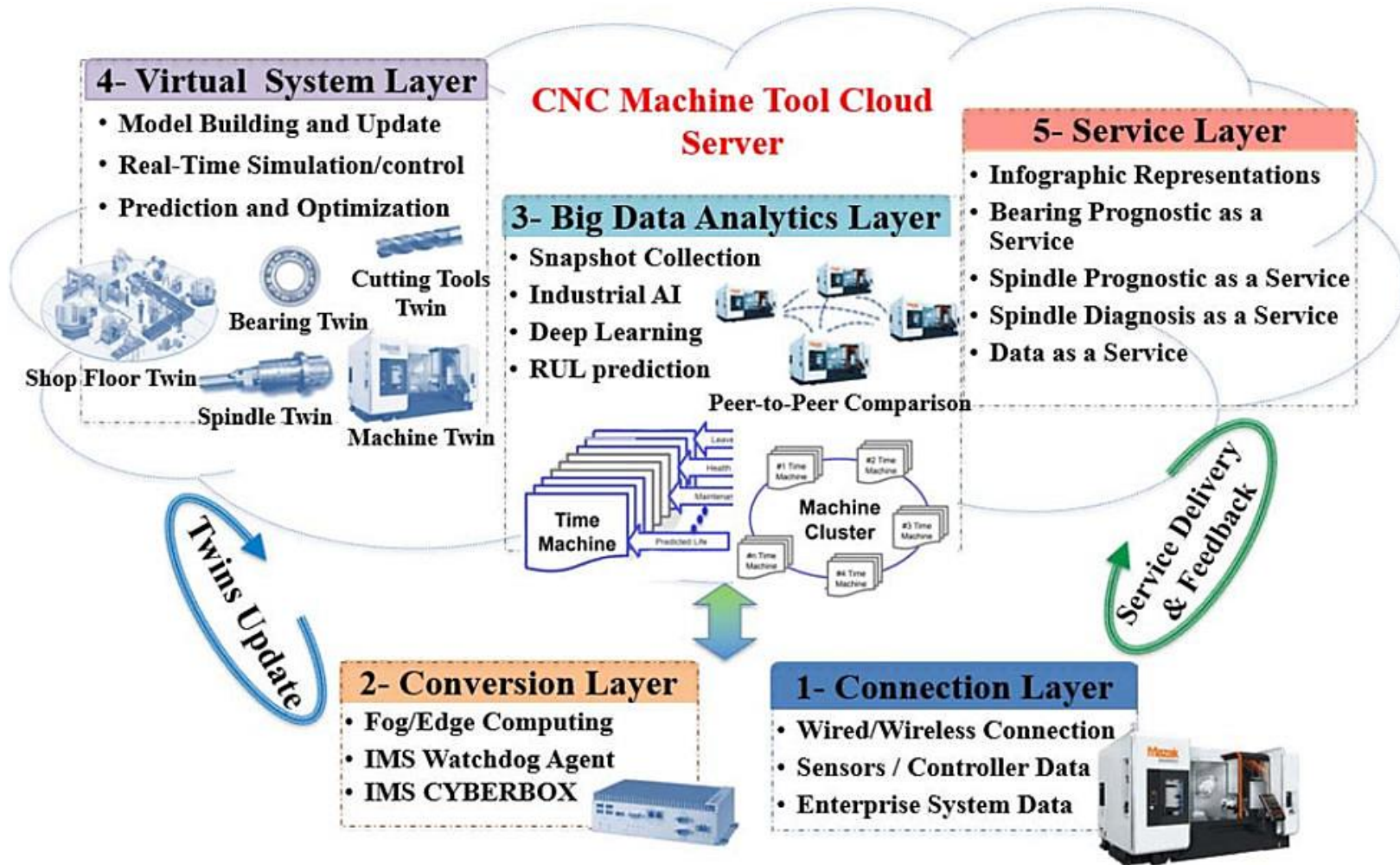
Vpliv industrijske AI: Od reševanja vidnih problemov, do preprečevanja nevidnih problemov



Arhitekturni model uporabe AI v industrijskem okolju – analitika podatkov



Prediktivno vzdrževanje CNC stroja z digitalnim dvojčkom

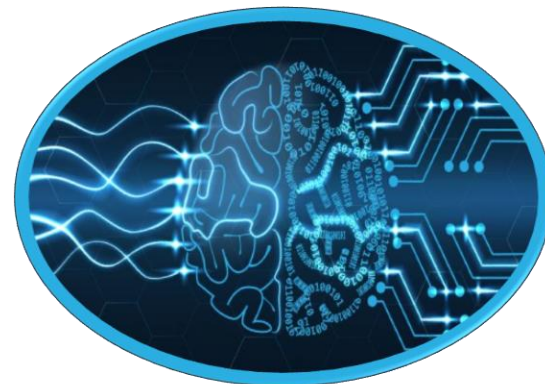
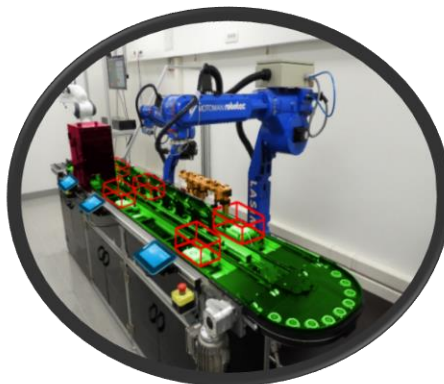


25 vodilnih držav v in Industrial Digital Transformation - alphabetical order

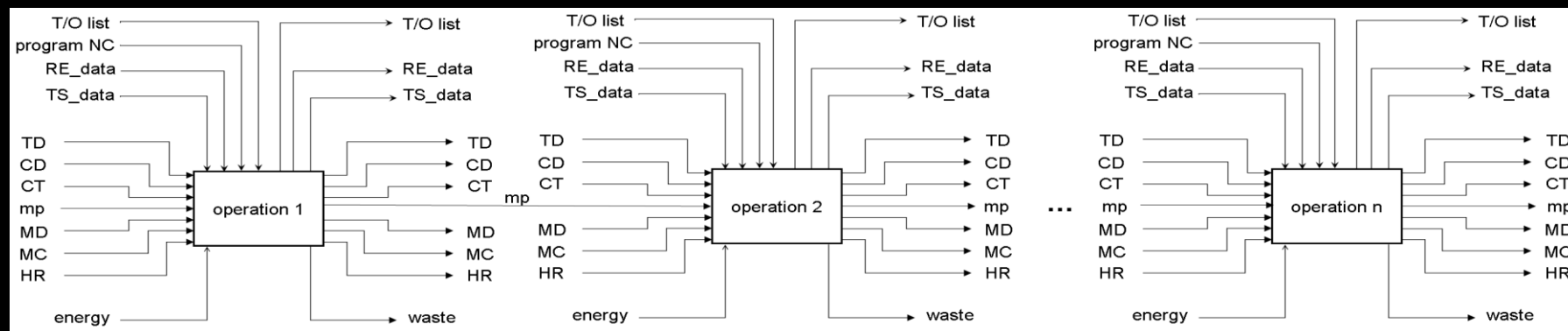
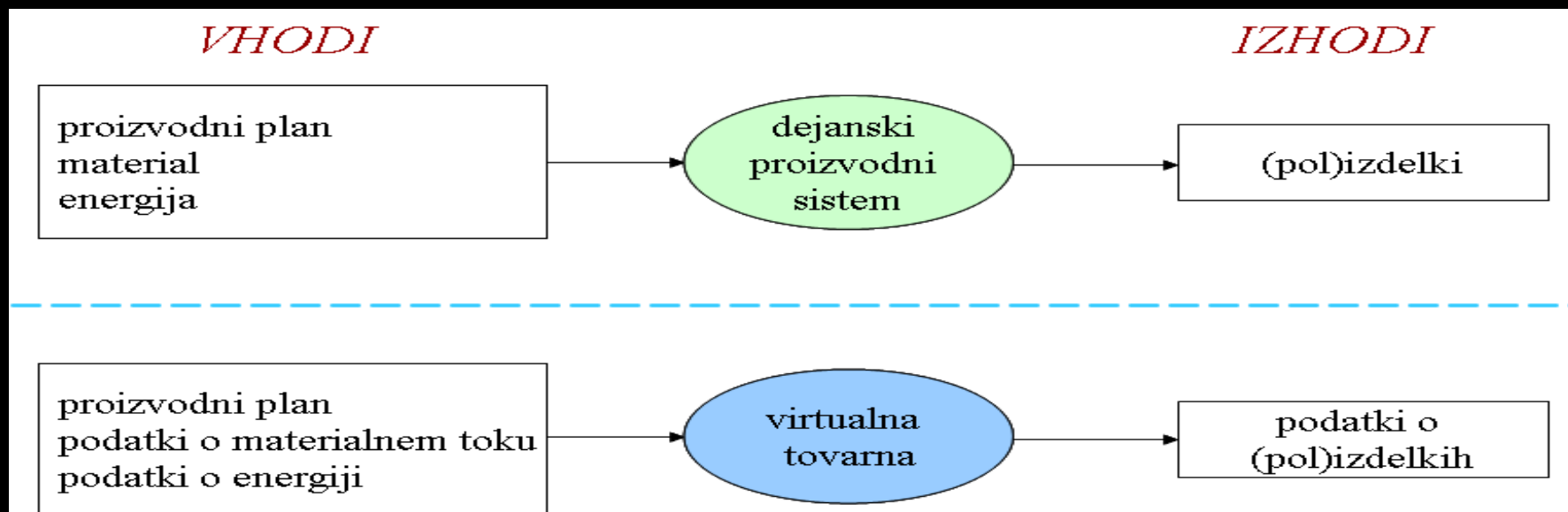
Austria, Belgium, Canada, China, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Ireland, Israel, Italy, Japan, Republic of Korea, Malaysia, Netherlands, Poland, Singapore, **Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom and United States.**

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

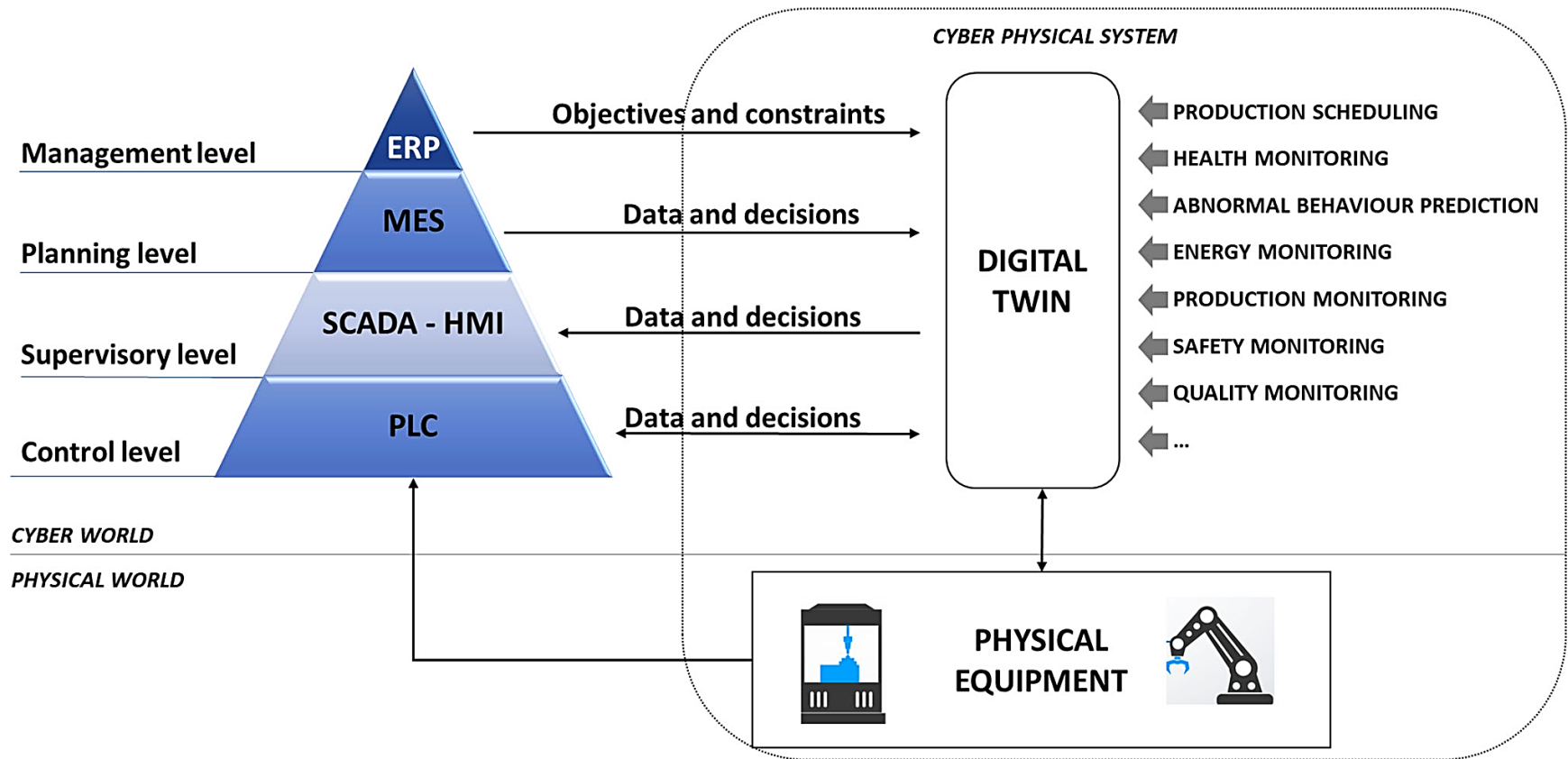
DIGITALNI DVOJČKI in DIGITALNI AGENTI



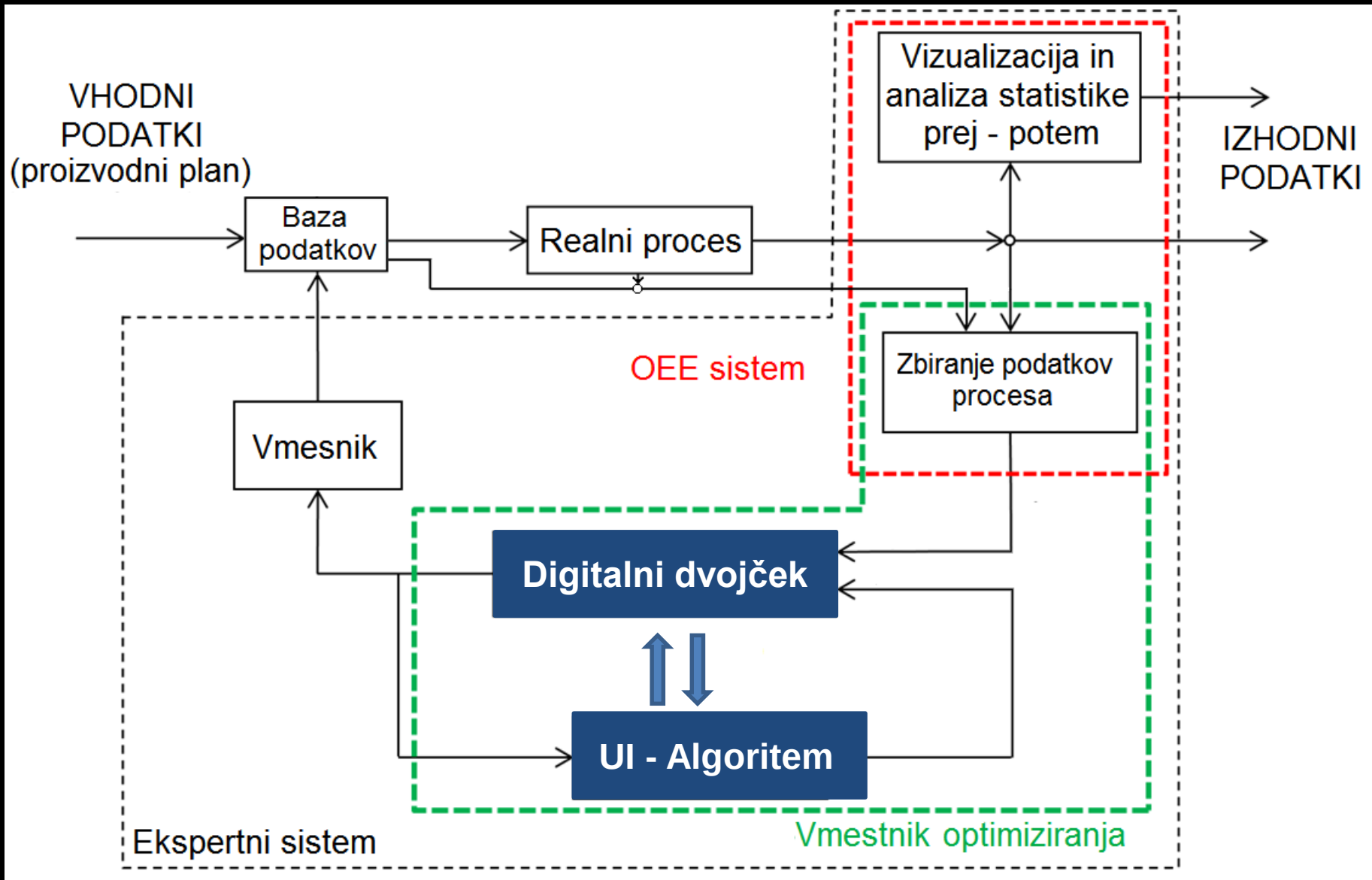
Digitalni model proizvodnega procesa



Vloga digitalnega dvojčka pri podpori krmiljenja proizvodnih procesov in operacij v kibernetско-fizičnih proizvodnih sistemih

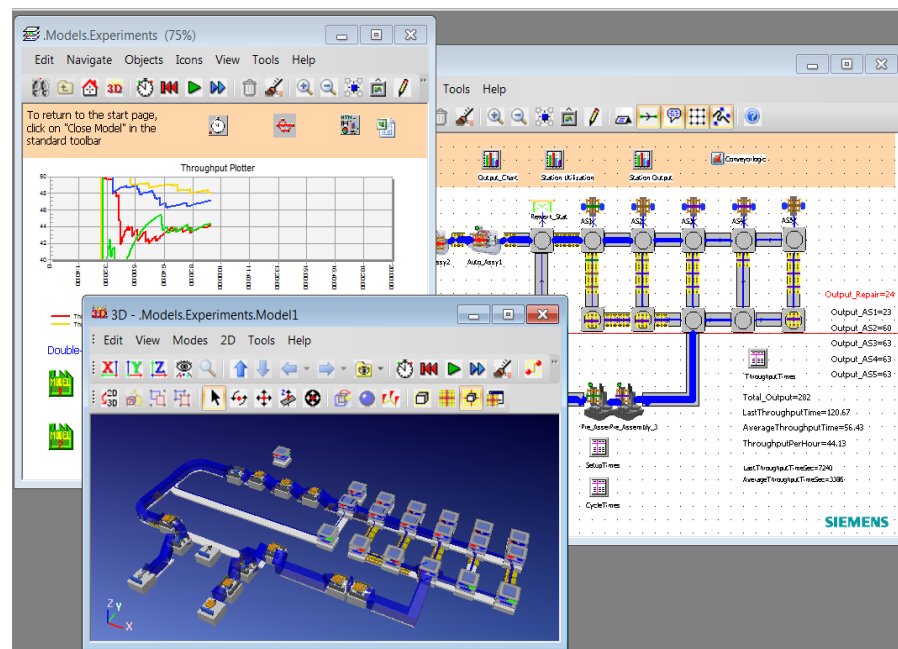


Ekspertni sistem s simulacijo v REALNEM času



SIMULACIJA, DIGITALNI DVOJČKI in UMETNA INTELIGENCA

- Optimizacija toka proizvodnje, razporeditve strojev, podsistemov,...
- Analiza procesnih časov, razpoložljivosti → realni procesi
- Analiza toka material: zaloge, komisioniranje, transport, logistika
- Razvrščanje delavcev (Izmene / osebje)
- Proizvodna naročila/zaporedja, proizvodni plani
- Logistični procesi
- Nadzor tovarne
- Poraba energije



IZBOLJŠAVE UČINKOVITOSTI PROCESOV

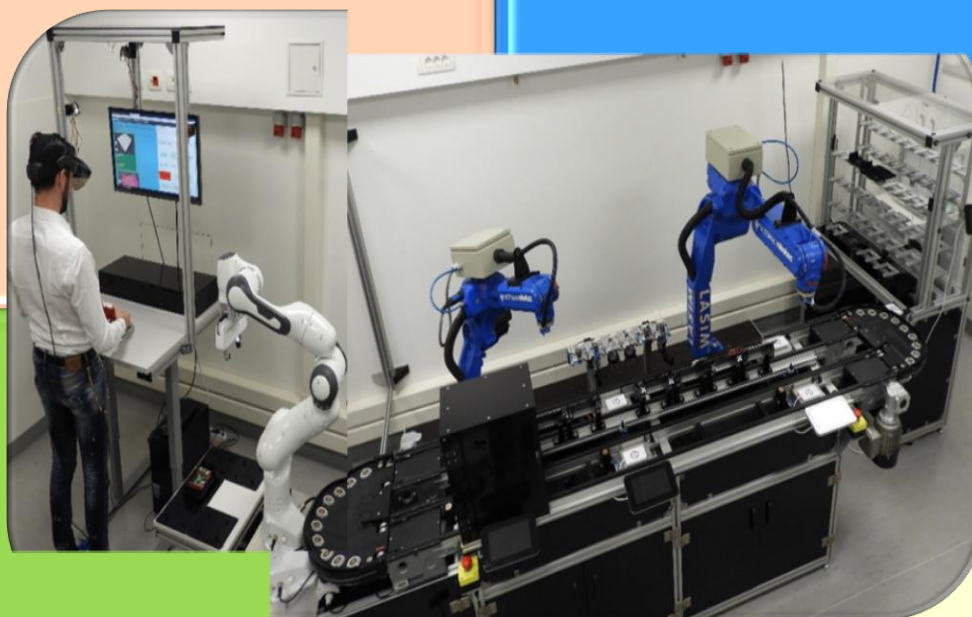
- Prikaz in optimiziranje z digitalnim dvojčkom
- KPI vrednosti in zmogljivost procesa
- Statistična analiza procesnih parametrov
- Možnost izvajanja KAJ ČE scenarijev in optimizacija procesov v realnem času

Sodobne IT tehnologije
PLC, SCADA, MES, ERP,
PLM

Vizija in glavni namen Demo centra Pametna tovarna - LASIM

Raziskave in razvoj

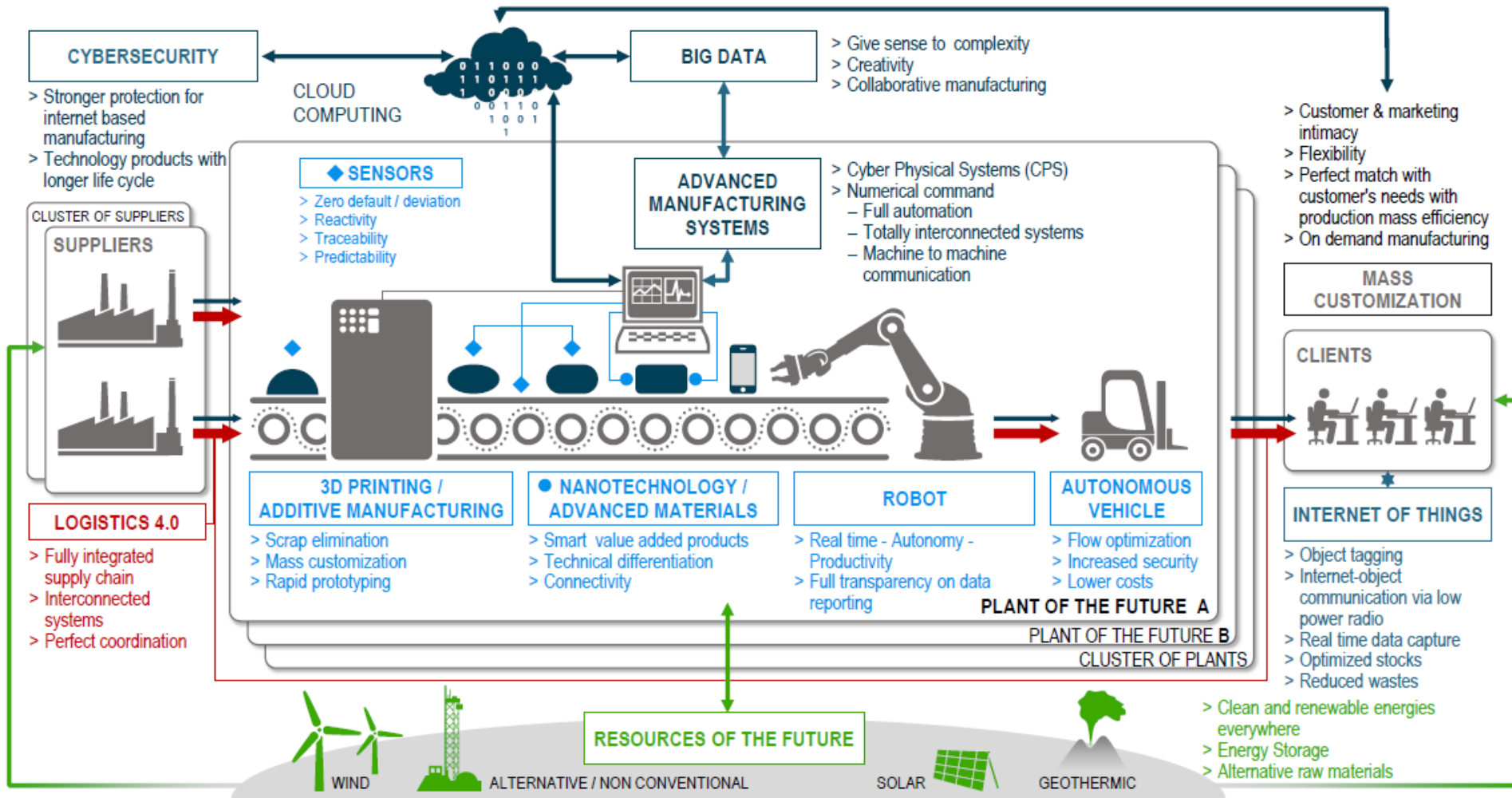
**Izobraževanje in vaje za
študente**



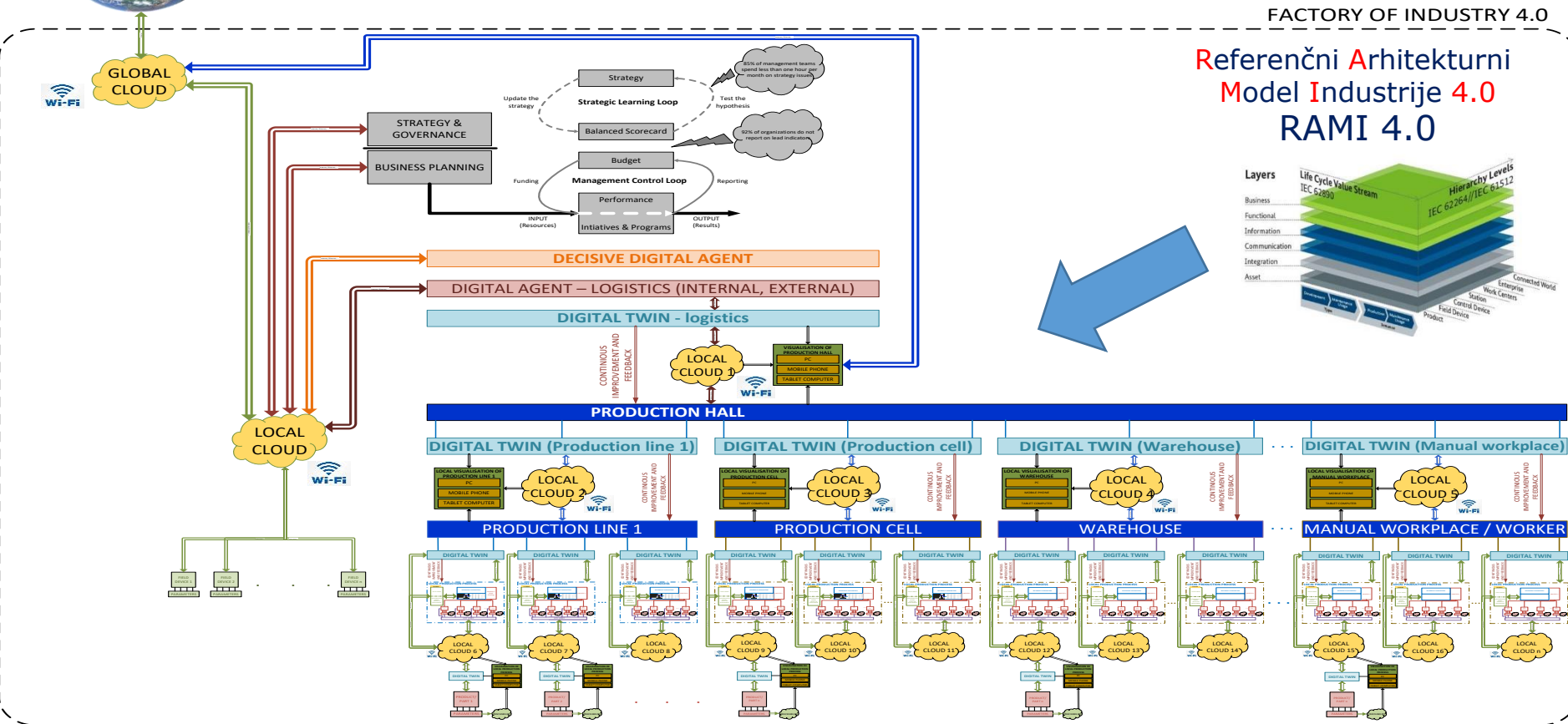
**Testno okolje za
projektno delo**

**Izobraževanja, treningi in
delavnice za industrijo**

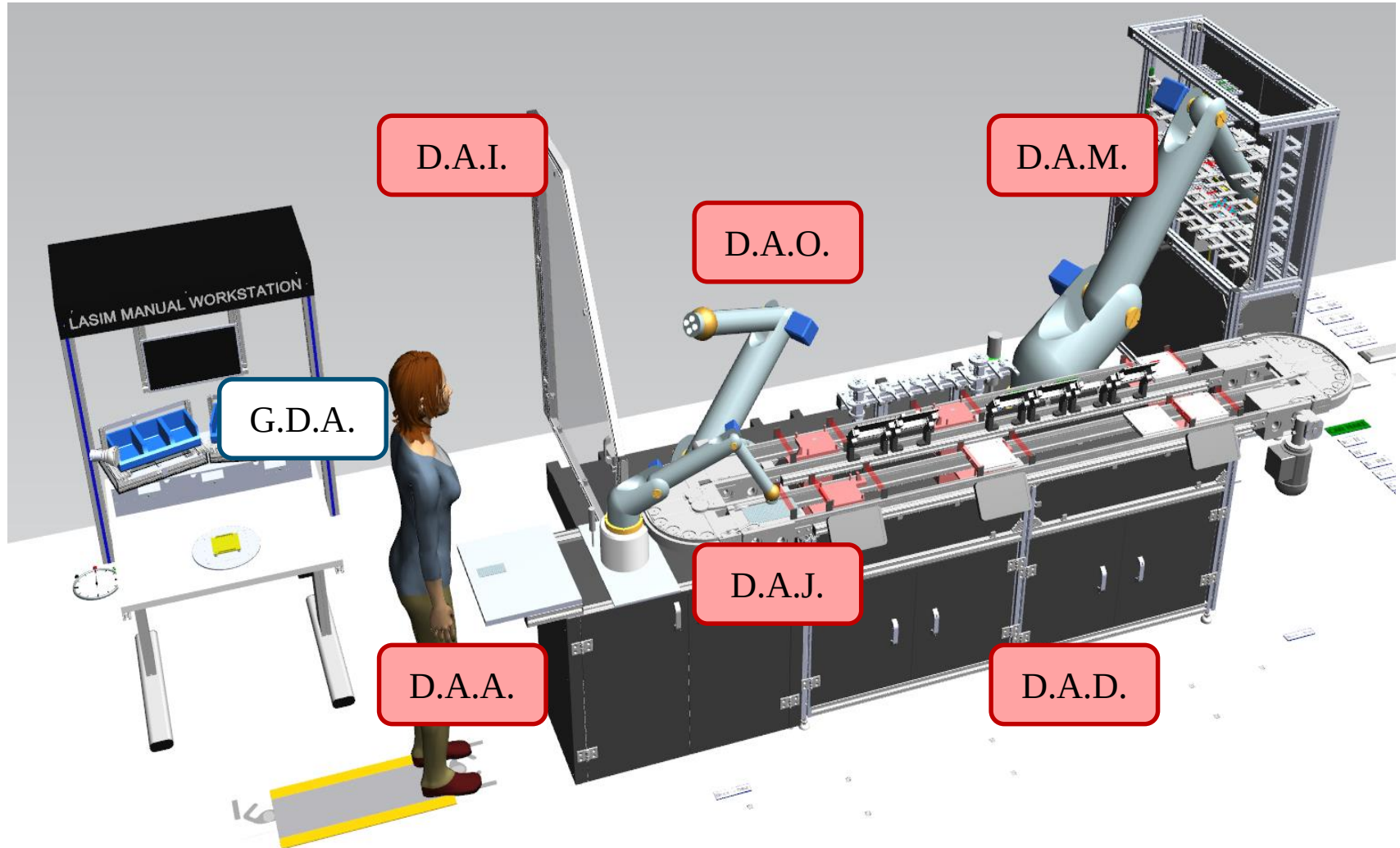
„Factory 4.0“ – Extremely increased complexity, constantly changing distributed systems, ever shorter working cycles, a demanding and volatile market ...



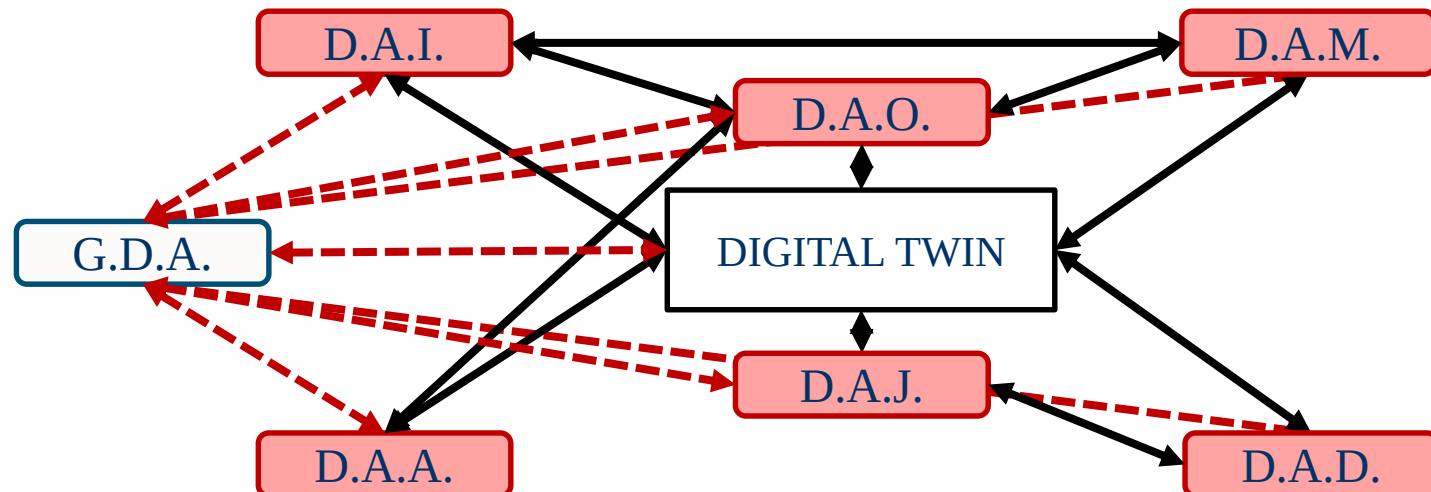
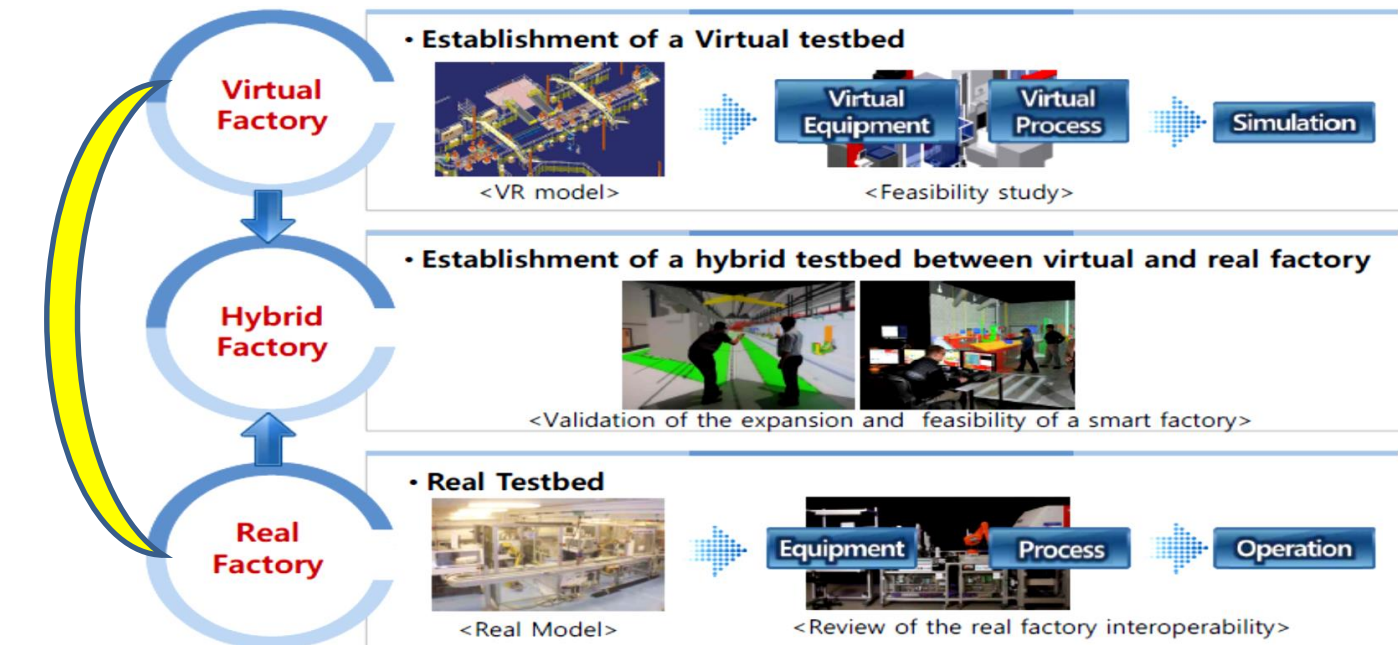
Arhitekturni model pametne tovarne LASFA (Lasim Smart Factory)



Vgradnja digitalnih agentov (UI) za sprotno optimizacijo proizvodnih in logističnih procesov



Digitalni dvojček (CPS) in digitalni agenti (UI)



R&D reference olaboratorija LASIM

KOLEKTOR

YASKAWA

 **ADRIA**

Adria Dom, d.o.o.

ECOLAB

gorenje

 **Armature**

 **tips** GROUND
SUPPORT
EQUIPMENT

 **INTERSOCKS**
HURWITS

Hidria

 **Danfoss**
Compressors

 **Mehanizmi**

 **SCANIA**

ETI
PROPLAST

KNAUF INSULATION

 **RIKO**
Globalni inženiring
za srečo ljudi

 **BELARUS**
MINSK TRACTOR WORKS

 **plastika skaza**

 **KRKA**



Zanesljivo, enostavno, učinkovito

 **Agromehanika**
SINCE 1968

 **POLYCOM**
Integrated Polymer and Mould Solutions

 **MAPRO**
HYDRAULIC MOVEMENT

A background image showing a close-up of a white robotic hand with blue joints reaching towards a human hand. The image has a teal and purple color gradient overlay.

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/>



Hvala za vašo pozornost!

Kontakt: Prof. dr. Niko Herakovič

E-mail: 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://web.fs.uni-lj.si/lasim/>

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



Strateško razvojno inovacijsko partnerstvo
TOVARNE PRIHODNOSTI



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKI
RAZVOJ IN TEHNOLOGIJO



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA
REGIONALNI RAZVOJ