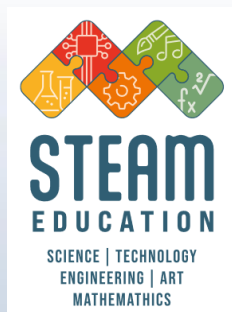




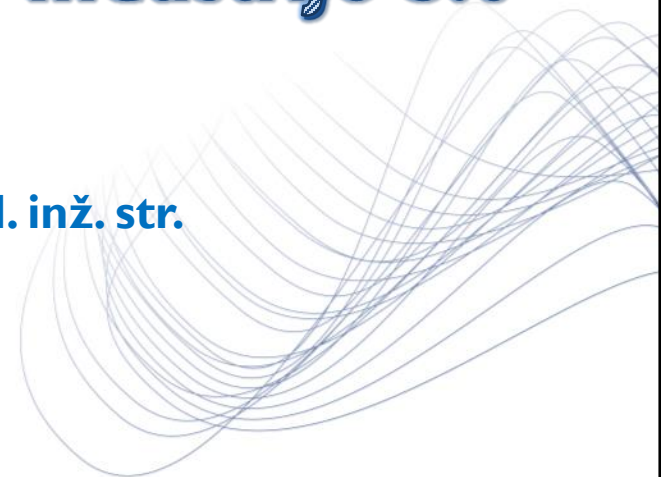
Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Napredne informacijsko- komunikacijske tehnologije in sistemi za prehod iz Industrije 4.0 v Industrijo 5.0

Doc. dr. Elvis HOZDIĆ, univ. dipl. inž. str.

Kranj, 15.02.2023





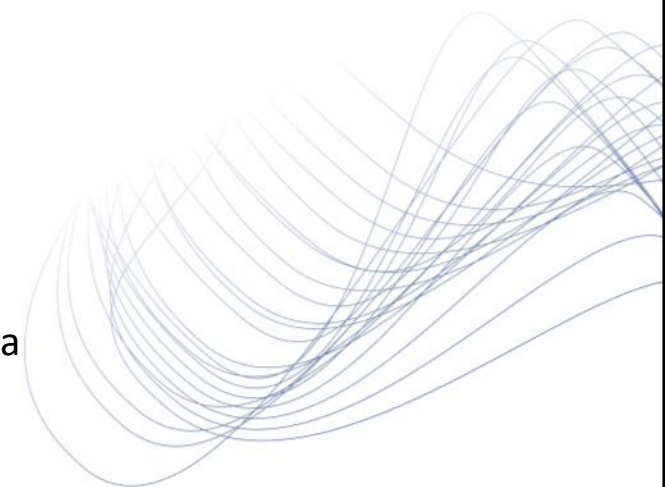
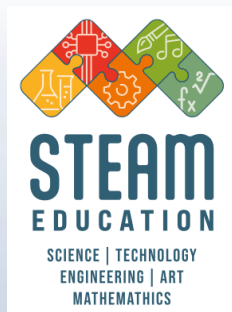
Doc. dr. Elvis Hozdić, univ. dipl. inž. str.

Izobraževanje

- Gimnazija Velika Kladuša, BiH, 1995 – 1999
- Tehniška fakulteta Bihać, BiH, 1999 – 2006
- Fakulteta za strojništvo Ljubljana, SLO, 2013 – 2020

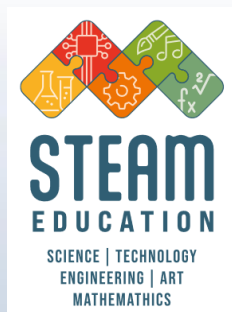
Zaposlitev in raziskovalno delo

- Srednja šola Velika Kladuša, BiH
- Euroinženjering doo Tuzla, BiH
- Agrokomerc dd Velika Kladuša, BiH
- Univerza v Ljubljani, FS Ljubljana, SLO
- Hella Saturnus Slovenija, SLO
- Danfoss Trata doo Kamnik, SLO
- ŠC Ljubljana, Srednja strojna in kemijska šola
- ŠC Kranj, Srednja tehniška šola
- UNM Fakulteta za strojništvo





Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Promocija študija s STE(A)M področij za poklice prihodnosti s kakovostnimi aktivnostmi in vsebinami za mlade izven javnih univerzitetnih središč.



Fakulteta za
tehnologijo polimerov



Univerza v Novem mestu
University of Novo mesto

Fakulteta za *strojništvo*
Faculty of Mechanical Engineering



FAKULTETA ZA
VARSTVO
OKOLJA

Spodbujamo zanimanje za STE(A)M področja, predstavljamo poklice prihodnosti, spodbujamo radovednost in kreativnost pri mladih, zvišujemo kakovost dela na SŠ in OŠ v regijah, ponujamo kakovostne in inovativne obšolske aktivnosti, prenašamo dobre prakse in razvijamo inovativne koncepte, uvajamo inovativne pedagoške prakse, povečujemo izkoriščenost opreme na SŠ in OŠ, zmanjšujemo razvojne razlike med regijami...



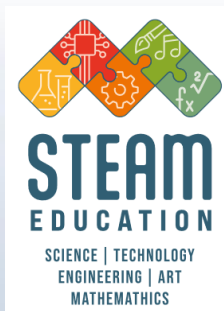
SCIENCE | TECHNOLOGY | ENGINEERING | ART | MATHEMATICS

STEAM
EDUCATION

https://fs.uni-nm.si/raziskovalna_dejavnost/programi_in_projekti/ste_a_m/



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Zakaj?



Pomanjkanje kadra na STE(A)M področjih

Slovenska podjetja se že sedaj spopadajo s pomanjkanjem kadra na teh področjih, projekcije pa so, da bo v prihodnosti potreba po tem kadru še več.



Razvoj kompetenc in znanj za Družbo 5.0

Aktivnosti bodo zasnovane tako, da bodo spodbujale in razvijale znanja in kompetence vključenih za Poklice prihodnosti in uspešno delo v Družbi 5.0.



Regionalni vidik – uravnotežen razvoj Slovenije

Stanje v manj razvitih regijah je še slabše, veliko manj pa je tudi kakovostnih aktivnosti na šolah in obšolskih dejavnosti.



Del poslanstva vključenih SVZ

Poslanstvo vključenih zavodov je tudi sodelovanje z lokalnim okoljem. Smo pomemben razvojni potencial v regijah. Imamo tesne odnose s SŠ in OŠ.



Multiplikativni učinki skupnega projekta

Prenos dobrih praks, dvig kompetenc partnerjev in skupen razvoj aktivnosti ter razvitih vsebin. Interdisciplinarnost in pokrivanje različnih področij oz. poklicev prihodnosti. Pretočnost znanja med regijami.



STEAM
EDUCATION



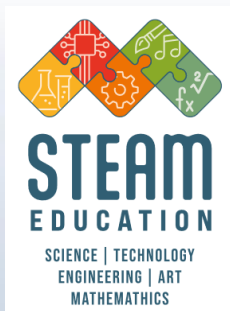
SCIENCE | TECHNOLOGY | ENGINEERING | ART | MATHEMATICS

STEAM
EDUCATION

https://fs.uni-nm.si/raziskovalna_dejavnost/programi_in_projekti/ste_a_m/



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



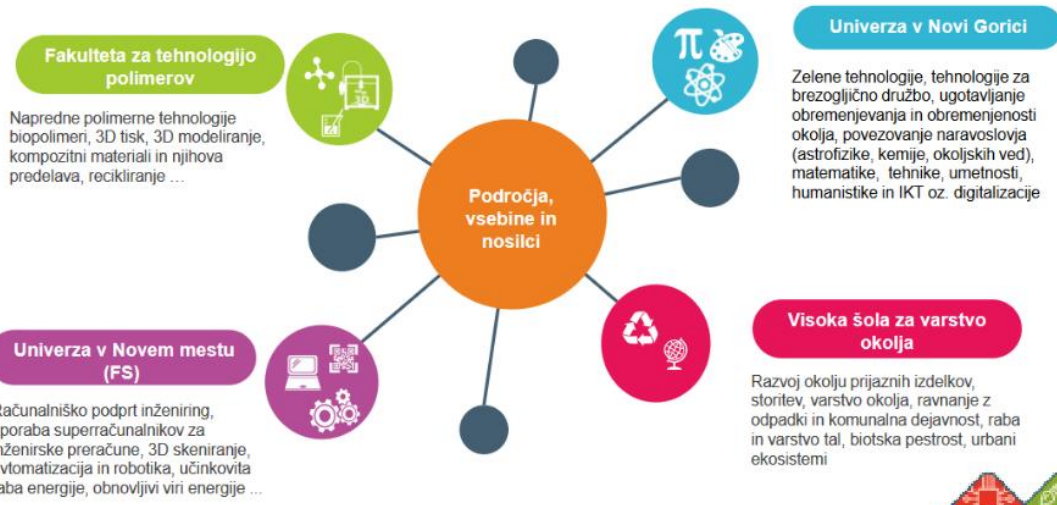
Kdo in kaj?

FTPO
Fakulteta za
tehnologijo
polimerov



Univerza v Novem mestu
University of Nova Gorica

VISOKA ŠOLA
za varstvo okolja



STEAM
EDUCATION



STEAM
EDUCATION

SCIENCE | TECHNOLOGY | ENGINEERING | ART | MATHEMATICS

https://fs.uni-nm.si/raziskovalna_dejavnost/programi_in_projekti/ste_a_m/



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



STEAM
EDUCATION

SCIENCE | TECHNOLOGY
ENGINEERING | ART
MATHEMATICS

Kako?



5. Izvedba poletnih šol po regijah
Tematske in interdisciplinarne poletne šole, s posebnim poudarkom na predstavitvah poklicev prihodnosti in pridobivanju prečnih kompetenc za Družbo 5.0..

3. Usposabljanje učiteljev
Usposabljanja za uporabo opreme, programov, vsebin, ki so že na voljo na OŠ in SS

1. Analiza stanja
Intervjuji, dve delavnici za pripravo skupnega koncepta



6. Organizacija natečajev

Privabiti želimo širšo skupino dijakov. Namenjeni bodo promociji STE(A)M področij ter razvijanju ustvarjalnosti, inovativnosti in raziskovalnega duha pri mladih. Teme bodo praviloma izbrane na podlagi pobud dijakov/učiteljev, vključeni SVZ pa bodo določili mentorje, ki bodo podpirali dijake pri izvedbi.

4. Razvoj vsebin za poletne šole

Napredni materiali in tehnologije, naravoslovje, varovanje okolja in narave. Vsak od partnerjev zagotovi dve vsebini, pripravljene modularno. Posebna pozornost bo namenjena inovativnim pedagoškim metodam, ki spodbujajo prečne kompetence pomembne za Družbo 5.0.

2. Priprava kakovostnih (interaktivnih) vsebin

Kakovostne e-vsebine v slovenskem jeziku z uporabo inovativnih IKT orodij in usposabljanja za njihovo uporabo



STEAM
EDUCATION



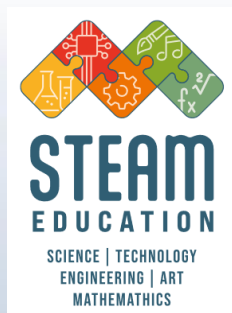
STEAM
EDUCATION

SCIENCE | TECHNOLOGY | ENGINEERING | ART | MATHEMATICS

https://fs.uni-nm.si/raziskovalna_dejavnost/programi_in_projekti/ste_a_m/



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*

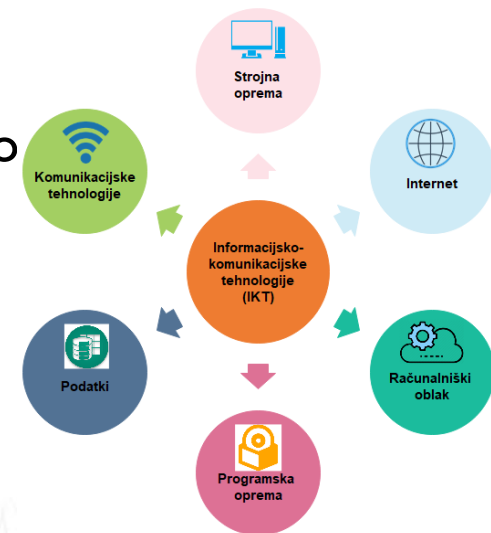


Napredne informacijsko-komunikacijske tehnologije in sistemi za prehod iz Industrije 4.0 v Industrijo 5.0





- Globalizacija,
- napredne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT), umetna inteligenca,
- digitalizacija in kibernetizacija,
- kibernetško-fizični sistemi in kibernetško fizični proizvodni sistemi,
- pametni proizvodni sistemi,
- vertikalne in horizontalne integracije, *Industrija 4.0*,
- kognitivni, adaptivni, distribuirani proizvodni sistemi, proizvodne mreže, *Industrija 5.0*.





Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Vsebina predstavitve:

1. Uvod

2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

- Uvod
- Kaj pomeni Industrijska revolucija – definicija
- Industrijske revolucije skozi čas
- Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
- Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
- Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod

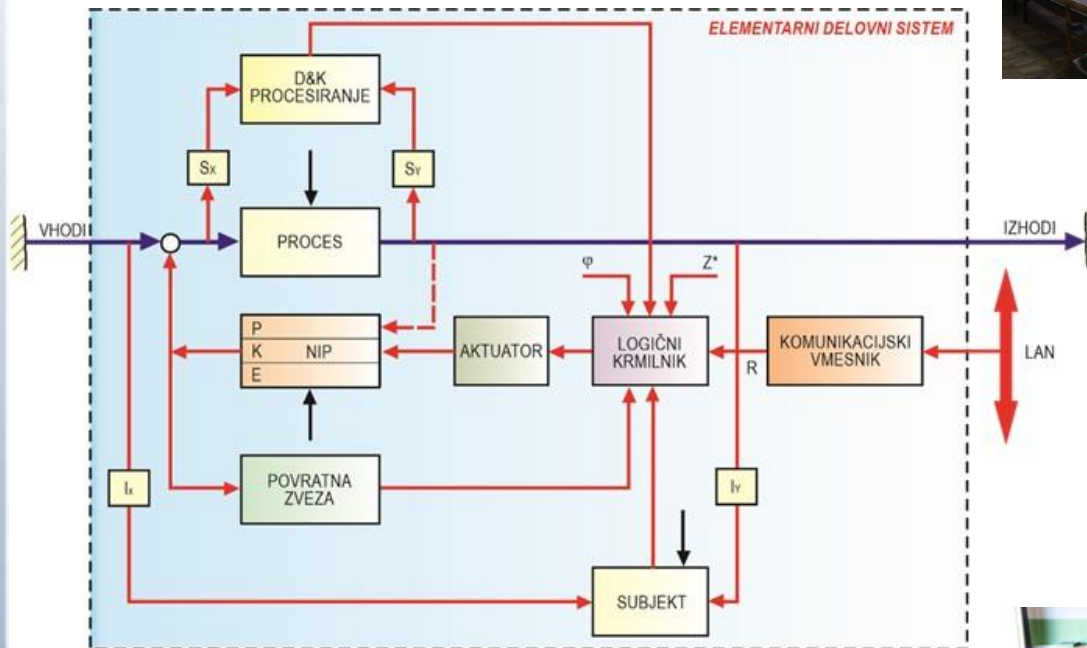
2. Kaj pomeni
Industrijska
revolucija

3. Industrijske
revolucije skozi čas

4. Ključni dejavniki in
tehnologije
Industrije 4.0 v
proizvodni domeni

5. Prehod v novo
revolucijo –
Industrijo 5.0

6. Vloga človeka v
proizvodnih
sistemih od
začetkov
industrijske
proizvodnje do
Industrije 5.0



LEGENDA:

P	- POZICIJSKI PODSISTEM	Φ	- KRMILNI ALGORITEM
K	- KINEMATSKI PODSISTEM	Z^*	- CILJI KRMILJENJA
E	- ENERGIJSKI PODSISTEM	R	- REFERENCA
S_x	- SENZORIRANJE VHODA	—	- MATERIALNI TOK
S_y	- SENZORIRANJE IZHODA	- - -	- INFORMACIJSKI TOK
NIP	- NAPRAVA ZA IMPLEMENTACIJO PROCESA	↔	- MOTNJE
LAN	- LOKALNO OMREŽJE		
D&K	- BAZA PODATKOV IN ZNANJA		

Slika 1.1. Elementarni delovni sistem
(Peklenik, 1995)





Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod

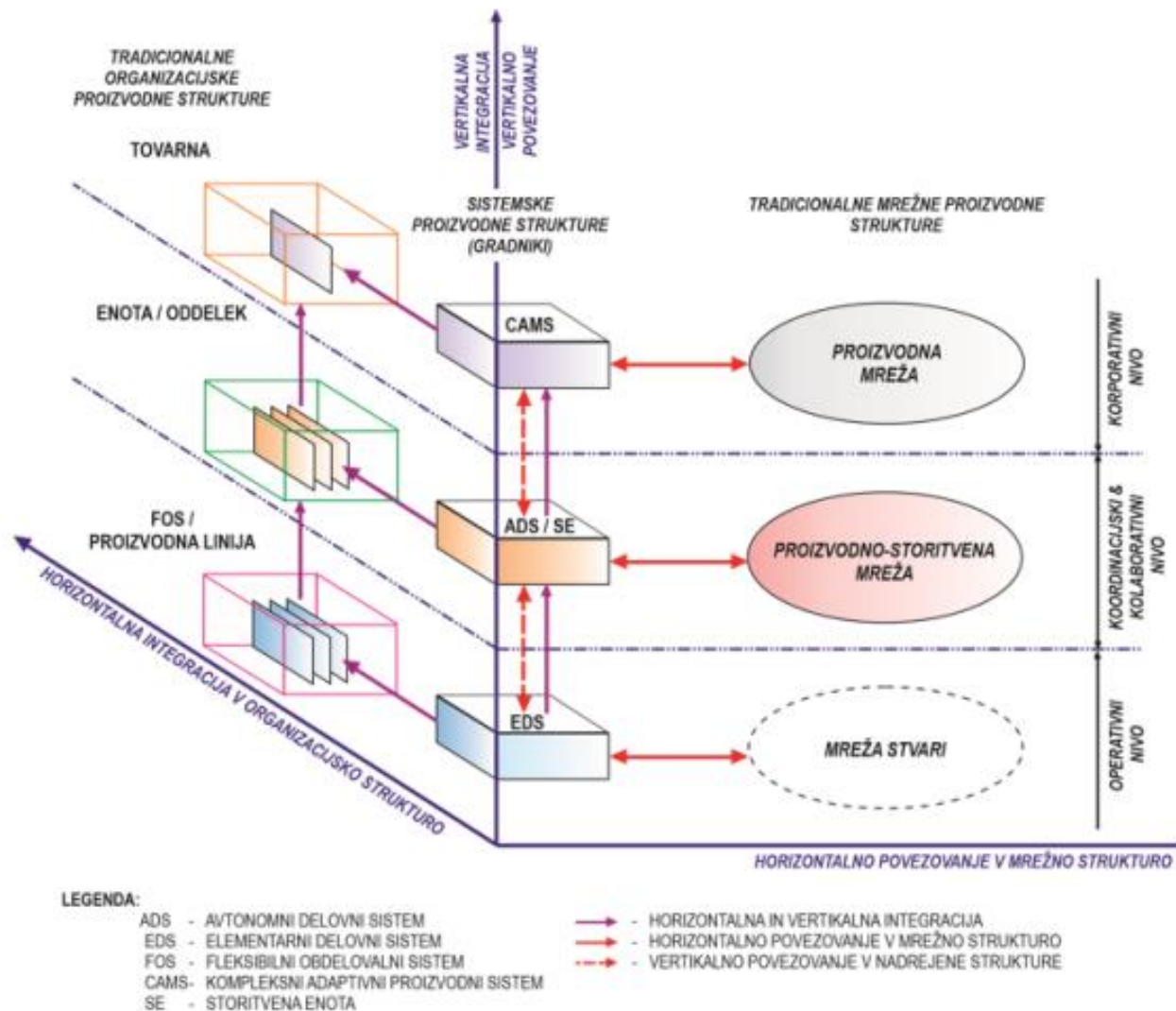
2. Kaj pomeni
Industrijska
revolucija

3. Industrijske
revolucije skozi čas

4. Ključni dejavniki in
tehnologije
Industrije 4.0 v
produktivni domeni

5. Prehod v novo
revolucijo –
Industrijo 5.0

6. Vloga človeka v
produktivnih
sistemih od
začetkov
industrijske
produktivne do
Industrije 5.0



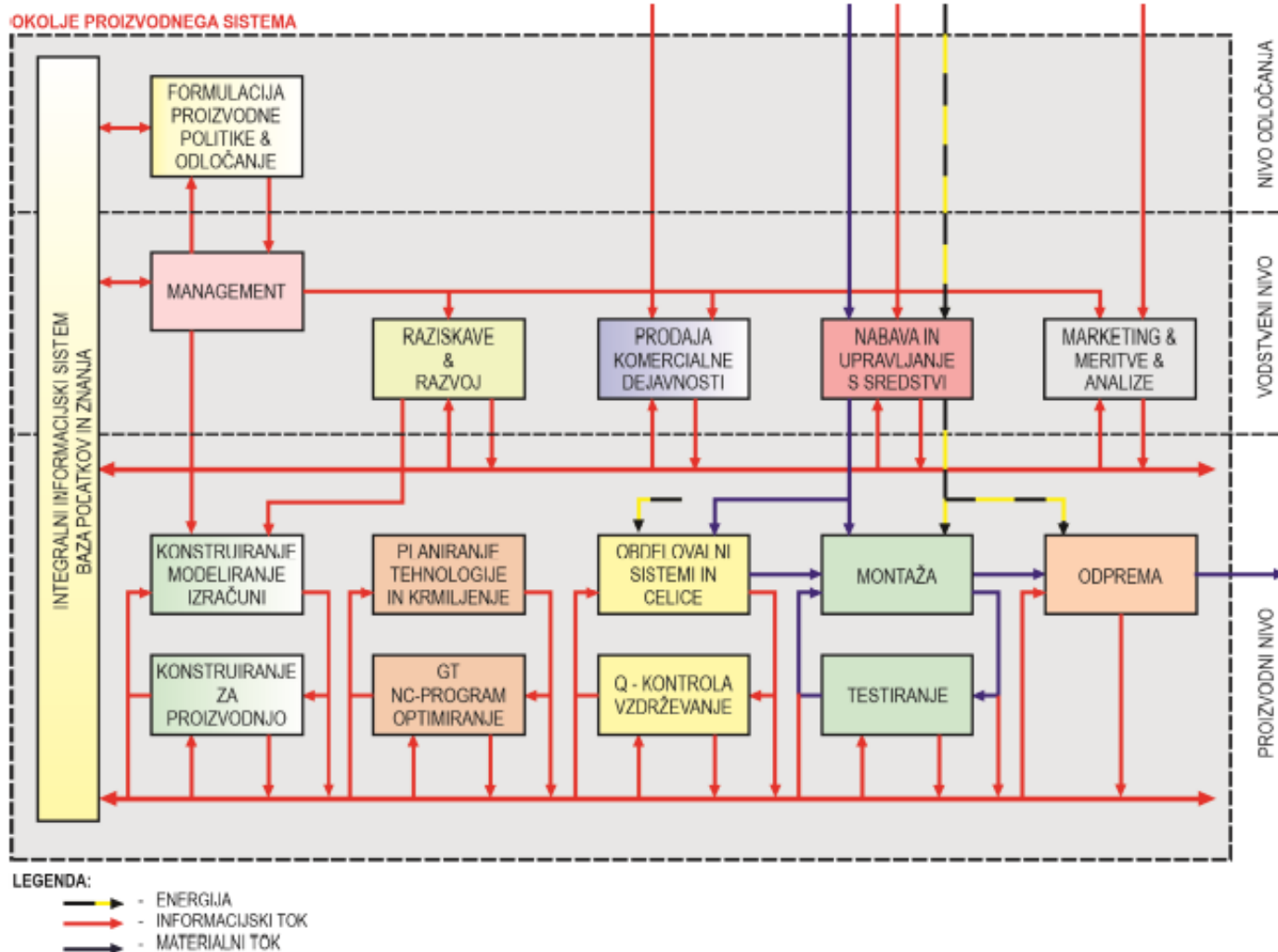
Slika 1.2. Horizontalne in vertikalne integracije in povezave v tradicionalnih podjetjih (Hozdič, 2020)



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



Slika 1.3. CAMS sistem (Peklenik, 1988)



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Kaj pomeni „Industrijske revolucije“?



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0

Industrijske revolucije označujejo radikalnejše in korenite spremembe v razvoju industrije.

Te spremembe so okarakterizirane z določenimi dosežki, ki so vplivali tako na smer razvoja celotne industrije kot tudi na nove systemske rešitve pri strukturiranju proizvodnih sistemov in organizaciji dela.





Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Prva industrijska revolucija – Industrija 1.0

- Odkritje *parnega stroja*, ki je postal vir moči za pogon strojev, s čimer se je odprla pot v *mehanizacijo* industrijske proizvodnje in gradnjo tovarn.
- Med letoma 1774 in 1781 je James Watt izdelal parni stroj.



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Druga industrijska revolucija – *Industrija 2.0*



- povečanje obsega poslovanja;
- širjenje svetovne trgovine;
- razvoj tehnologije za svetovno trgovino, s čimer se značilno zmanjšajo stroški in povečata varnost in učinkovitost trgovine;
- razvoj tovarniških sistemov proizvodnje na osnovi znanstvenih principov upravljanja – prve proizvodne linije, 1870;
- razvoj principov **masovne proizvodnje** v avtomobilskih tovarnah Henryja Forda.

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. **Industrijske revolucije skozi čas**
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



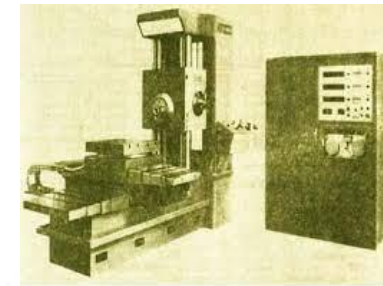
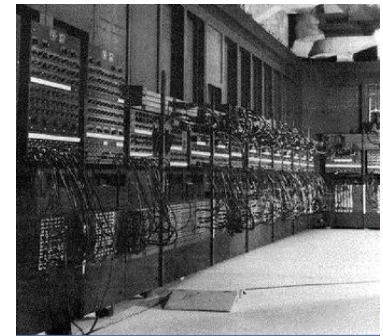
Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0

Tretja industrijska revolucija – *Industrija 3.0*

- Računalniška revolucija, saj je bila spodbujena z razvojem računalnikov in računalniško krmiljenih strojev ter industrijskih robotov.
- V proizvodnjo je vpeljala elektroniko in digitalno tehniko (prvi PLC leta 1969). Temeljna karakteristika tega obdobja je uvajanje fleksibilne proizvodnje na osnovi *avtomatizacije* in *robotizacije*.

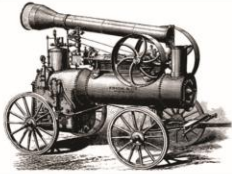





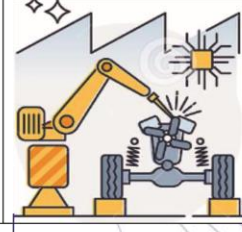
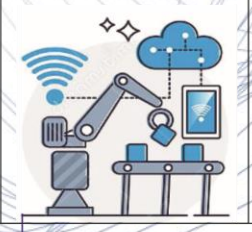




Univerza v Novem mestu
 Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0

1 st Industrial Revolution	2 nd Industrial Revolution	3 rd Industrial Revolution	4 th Industrial Revolution
CRAFT PRODUCTION	MASS PRODUCTION	MASS CUSTOMIZATION	GLOBALIZATION
JOB SHOPS	DEDICATED MANUFACTURING SYSTEMS AGILE / LEAN MANUFACTURING	FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS (FMS) RE-CONFIGURABLE MANUFACTURING SYSTEMS (RMS) COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING COMPLEX ADAPTIVE MANUFACTURING SYSTEMS ADAPTIVE DISTRIBUTED MANUFACTURING SYSTEMS	SMART MANUFACTURING SYSTEMS (SMS) CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEMS (CPPS) CYBER-PHYSICAL SERVICE SYSTEMS CLOUD MANUFACTURING DISTRIBUTED MANUFACTURING GREEN MANUFACTURING
STEAM-BASED MACHINES 	ASSEMBLY LINE 	CNC MACHINES 	SMART MACHINES 
MECHANISATION	ELECTRIFICATION	AUTOMATION & ROBOTIZATION	DIGITALIZATION & CYBERNATION
			
1784	1870	1969	2011 TODAY
1800 1900 2000 t			

Slika 3.1. Evolucija proizvodnje skozi industrijske revolucije



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Industrijske revolucije in proizvodne paradigme

Proizvodna paradigma predstavlja revolucionaren, nov in integriran proizvodni model, ki se razvija kot reakcija na spremembe tržnega in socialnega okolja, dosega pa se s kreiranjem novega tipa proizvodnega sistema (Koren, 2010).

Glavne proizvodne paradigme, ki so zaznamovale proizvodnjo industrijskih izdelkov v zadnjih dveh stoletjih so:

- obrtniška proizvodnja (ang. *craft production*),
- masovna proizvodnja (ang. *mass production*),
- fleksibilna proizvodnja (ang. *flexible production*)
- proizvodnja masovnega prilagajanja (ang. *mass customisation*)
- vsepovsodna in regionalizirana proizvodnja (ang. *ubiquitous and regionalized production*),
- personalizirana proizvodnja (ang. *personalized production*)

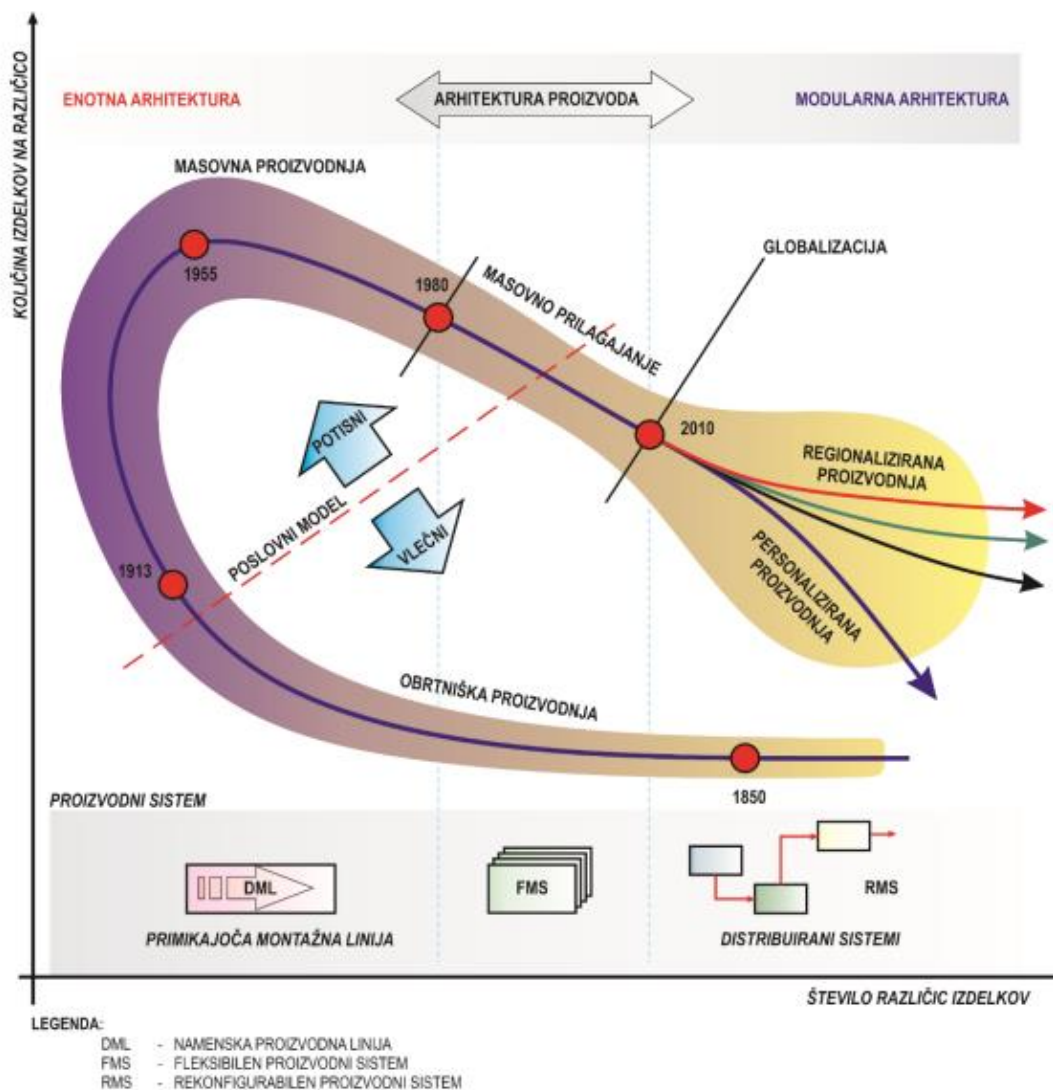
1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



Slika 3.2. Proizvodne paradigme in modeli proizvodnih sistemov skozi čas



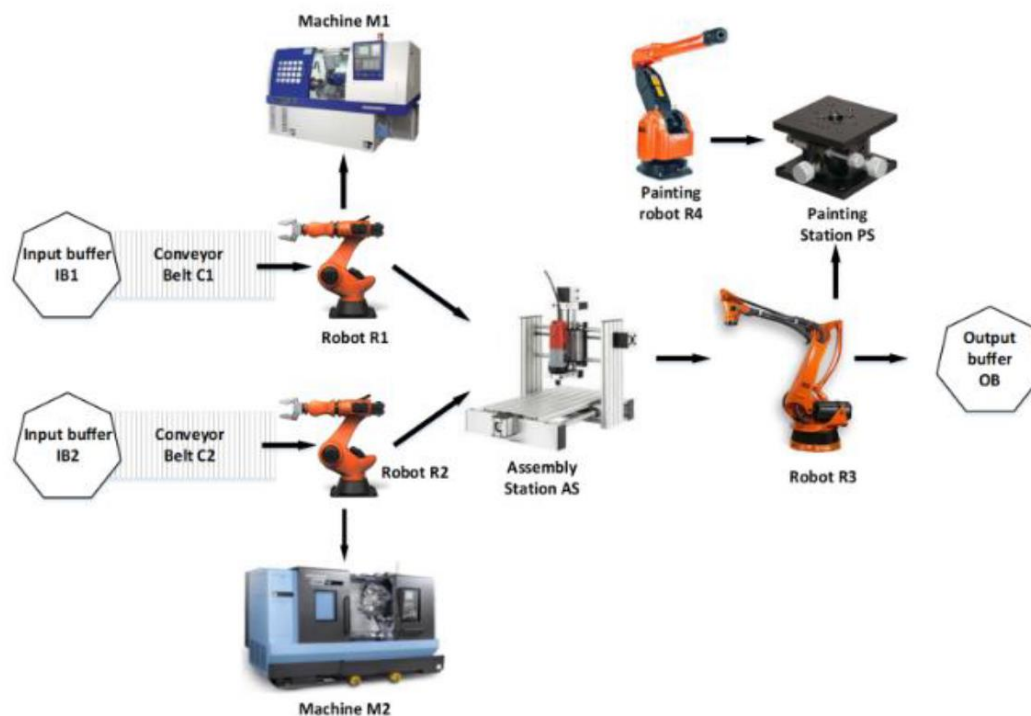
Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0

Fleksibilni proizvodni sistem (FMS) je definiran (Koren 2010a) kot:

»Integrirana skupina procesnih enot, kot so CNC obdelovalni stroji, ki so povezani z avtomatiziranim sistemom za manipulacijo materiala in katerih delovanje krmili nadzorni računalnik«.



Slika 3.3. Fleksibilni proizvodni sistem (Davidrajuh, Skolud, and Krenczyk 2018)

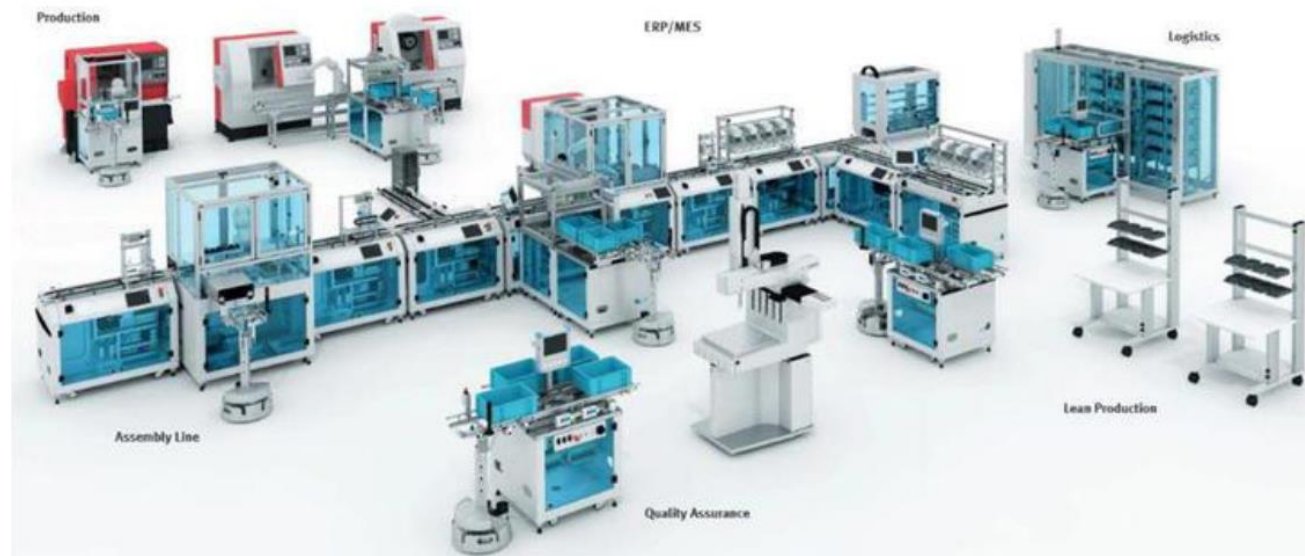


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



V članku (Koren, Moriwaki, and Van Brussel 1999) avtorji definirajo RMS kot:

»Rekonfigurabilni proizvodni sistem je načrtovan za nagle spremembe strukture, kot tudi strojnih in programskih komponent, da bi se na ta način omogočila hitra prilagoditev kapacitete in funkcionalnosti v okviru družine obdelovancev, kot odziv na nepričakovane spremembe na trgu ali spremenjene pogoje poslovanja«.



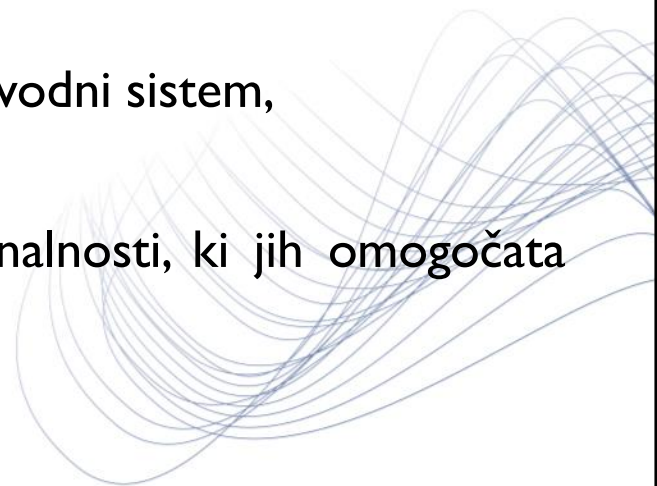
Slika 3.4. Re-konfigurabilni proizvodni sistem razvit od strani FESTO grupe (Abdul Rahman 2020)

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



Novi modeli proizvodnih sistemov omogočajo:

- digitalizacijo in kibernetizacijo obstoječih delovnih procesov,
- vertikalno povezovanje v integrirane delovne strukture,
- horizontalno povezovanje v omrežja na različnih nivojih delovanja,
- ustrezno umestitev človeka v proizvodni sistem,
- razvoj in realizacijo novih funkcionalnosti, ki jih omogočata digitalizacija in kibernetizacija dela.



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. **Industrijske revolucije skozi čas**
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



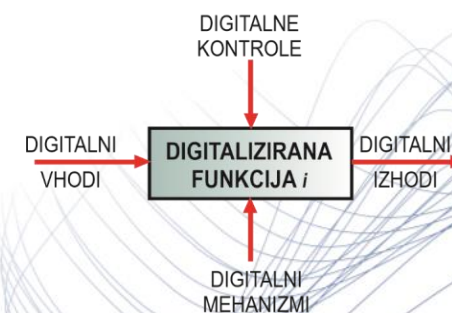
Digitalizacija, kibernetizacija in povezljivost kot ključni dejavniki Industrije 4.0

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0

- **Digitalizacija** se nanaša na uvajanje, ali povečanje rabe digitalne oz. računalniške tehnologije s strani podjetij, industrije, države itd.



- **Digitalizacija** je prenos procesov v digitalno okolje in njihovo izvajanje s pomočjo digitalnih mehanizmov.



Slika 4.1. Digitalizirana funkcija

Hozdić, E., 2020, *Model kibernetiko-fizičnih proizvodnih sistemov*, doktorsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo Ljubljana.

Brennen, S., Kreiss, D., 2016, *Digitalization*, The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy, John Wiley & Sons, Inc.

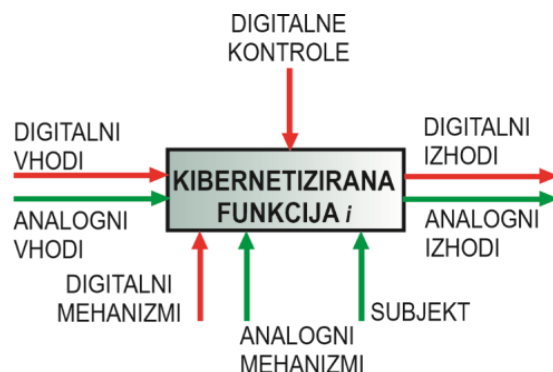


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

- **Kibernetizacija** je napredno, računalniško avtomatizirano upravljanje, vodenje, krmiljenje in nadzor fizičnih elementov proizvodnega sistema, kamor spadajo: procesi, stroji in naprave za implementacijo procesa (orodja) ter subjekt (človek) s pomočjo digitalnih računalniških elementov, kot so: logični krmilniki, digitalni procesorji, krmilni programi, podatkovne baze ipd.



Slika 4.2. Kibernetizirana funkcija

Wiener, N., 1948, *CYBERNETICS or control and communication in the animal and the machine*, The Massachusetts Institute of Technology.

Hozdič, E., 2020, *Model kibernetiko-fizičnih proizvodnih sistemov*, doktorsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo Ljubljana.

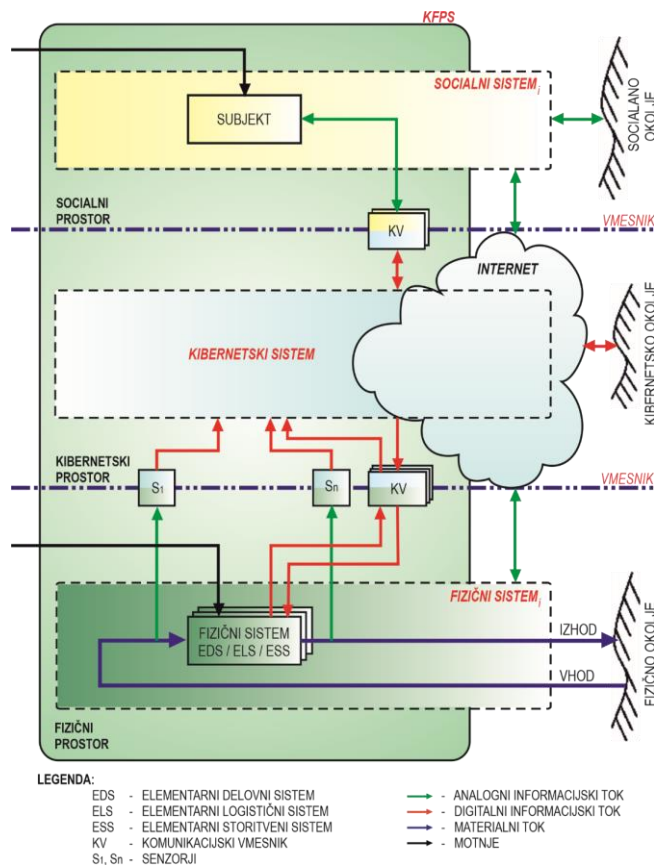


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Povezljivost v t.i. kibernetско-fizične proizvodne sisteme (KFPS) in proizvodne mreže

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



Slika 4.3. Generični model povezovanja socialnega, kibernetnega in fizičnega prostora

Hozdič, E., 2020, *Model kibernetско-fizičnih proizvodnih sistemov*, doktorsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo Ljubljana.
Hozdič, E., Kozjek, D. and Butala, P., 2020, "A cyber-physical approach to the management and control of manufacturing systems," *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, vol. 66, no.1, pp. 61-70.

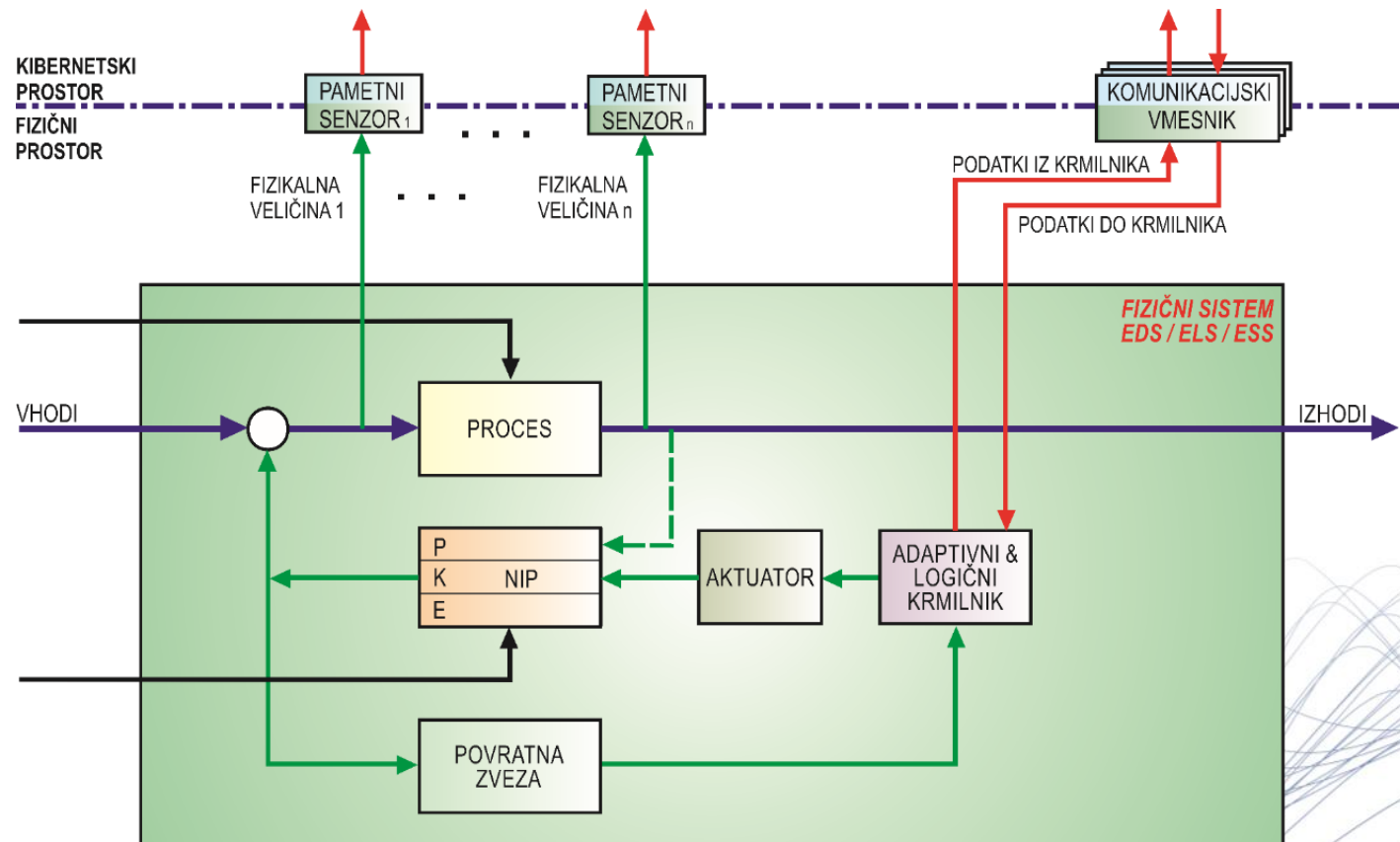


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

Fizični podsistem



LEGENDA:

P - POZICIJSKI PODSISTEM
K - KINEMATSKI PODSISTEM
E - ENERGIJSKI PODSISTEM
NIP - NAPRAVA ZA IMPLEMENTACIJO PROCESA

— - MATERIALNI TOK
— - DIGITALNI INFORMACIJSKI TOK
— - ANALOGNI INFORMACIJSKI TOK
— - MOTNJE

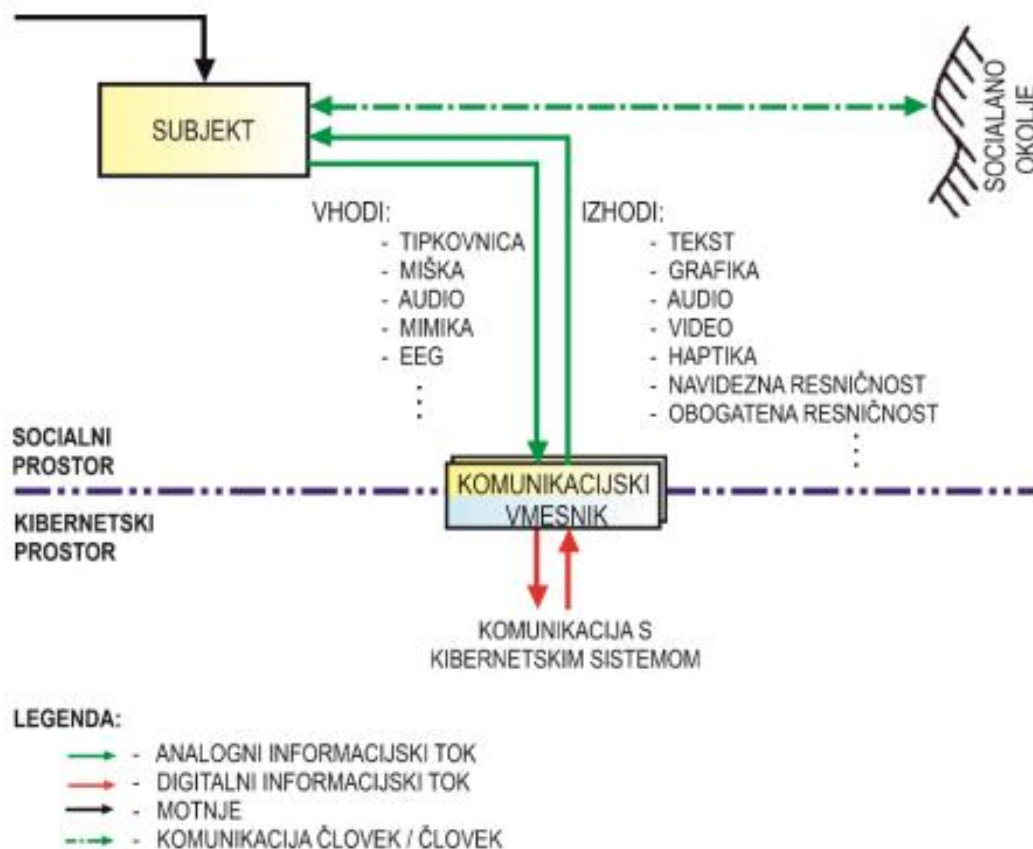
Slika 4.4. Struktura fizičnega podsistema v konceptu KFPS (Hozdič et al., 2020)



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Socialni podsistem



Slika 4.5. Povezovanje in komunikacija človeka v konceptu KFPS (Hozdič, 2020)

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

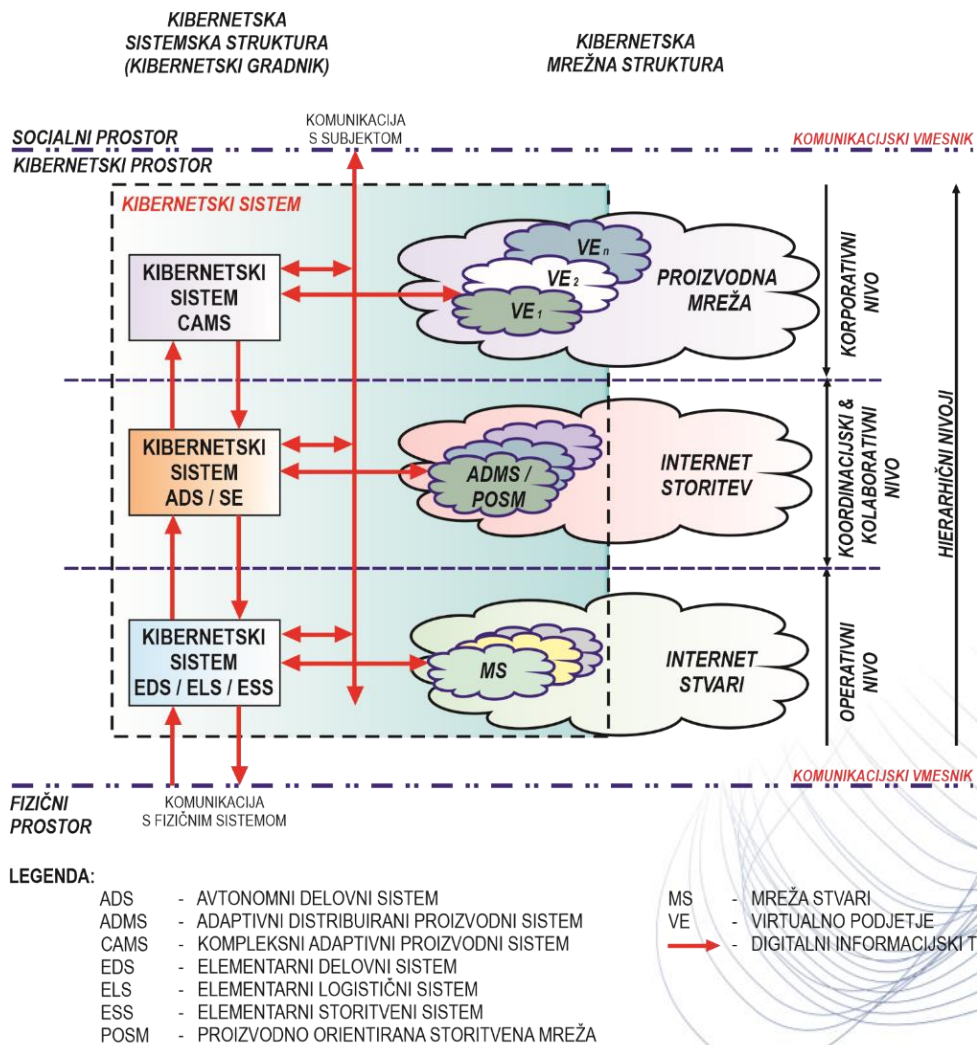


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*

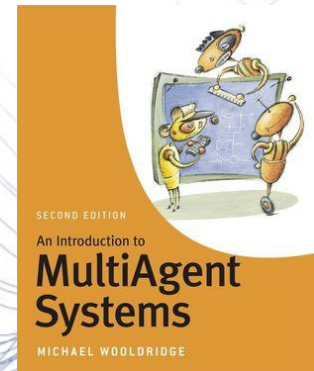
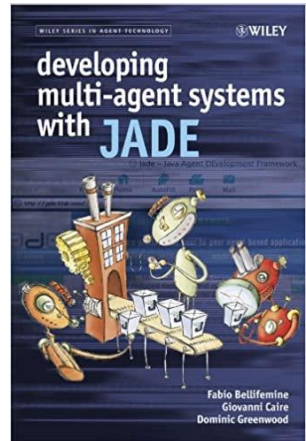
Kibernetski podsistem



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



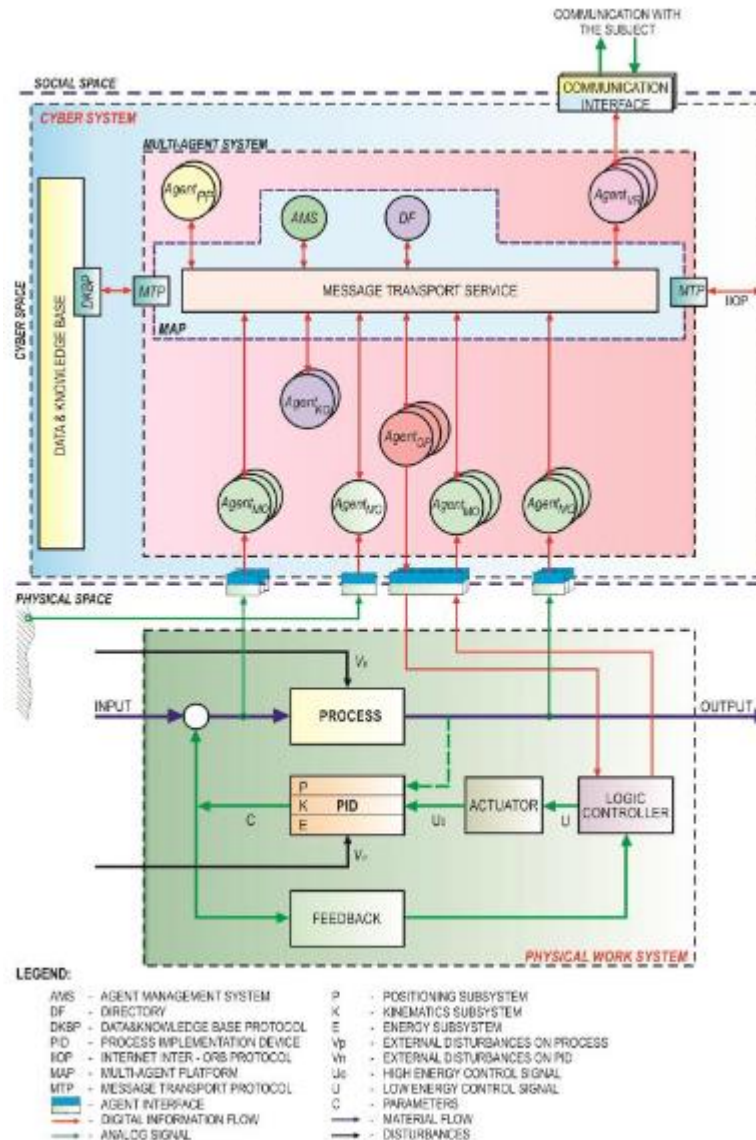
Slika 4.6. Struktura kibernetskega podsistema v konceptu KFPS (Hozdić et al., 2020)



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



Slika 4.7. Agentske strukture za implementacijo konceptov KFPS (Hozdić & Butala, 2020)

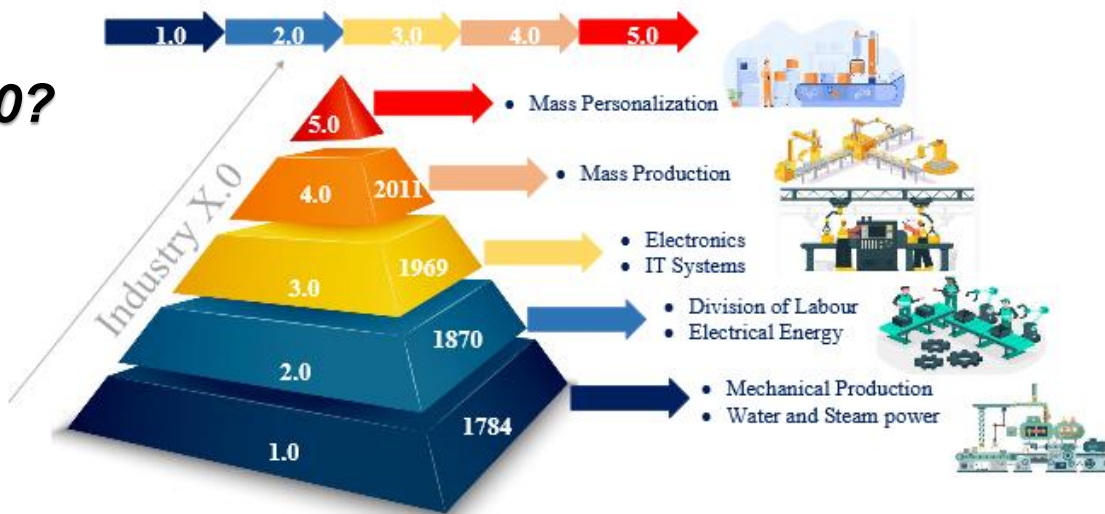


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*

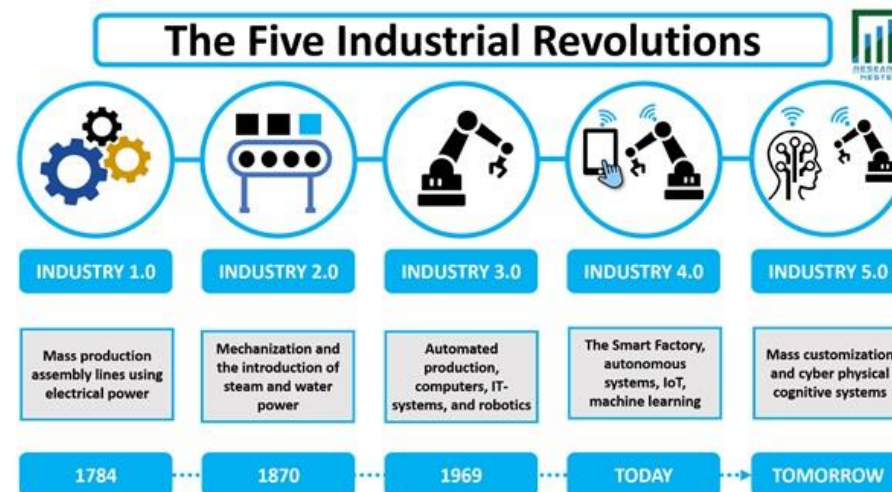


1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0

What is Industry 5.0?



Slika 5.1. Proizvodne revolucije v času (Maddikunta, 2021)



Source: Research Nester

A je to RES!?



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Prehod v novo revolucijo – Industrija 5.0?

Različni praktiki in raziskovalci iz industrije so podali različne definicije Industrije 5.0. V članku ([Maddikunta et al. 2022](#)), velja Industrija 5.0 za naslednji industrijski razvoj.

“Industrija 5.0 vrne človeško delovno silo v tovarno, kjer sta človek in stroj povezana za povečanje učinkovitosti procesa z uporabo človeške možganske moči in ustvarjalnosti prek integracije delovnih tokov z inteligentnimi sistemi” ([Nahavandi 2019](#)).

“Industrija 5.0 priznava moč industrije za doseganje družbenih ciljev, ki presegajo delovna mesta in rast, da postane odporen ponudnik blaginje, tako da poskrbi, da proizvodnja spoštuje meje našega planeta in postavi dobro počutje delavcev v industriji v središče proizvodnega procesa” ([European Commission 2021](#)).











1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Prehod v novo revolucijo – Industrija 5.0?

1 st Industrial Revolution	2 nd Industrial Revolution	3 rd Industrial Revolution	4 th Industrial Revolution	5 th Industrial Revolution
CRAFT PRODUCTION	MASS PRODUCTION	MASS CUSTOMIZATION	GLOBALIZATION	PERSONALIZATION
JOB SHOPS	DEDICATED MANUFACTURING SYSTEMS AGILE / LEAN MANUFACTURING	FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS (FMS) RE-CONFIGURABLE MANUFACTURING SYSTEMS (RMS) COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING COMPLEX ADAPTIVE MANUFACTURING SYSTEMS ADAPTIVE DISTRIBUTED MANUFACTURING SYSTEMS	SMART MANUFACTURING SYSTEMS (SMS) CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEMS (CPPS) CYBER-PHYSICAL SERVICE SYSTEMS CLOUD MANUFACTURING DISTRIBUTED MANUFACTURING GREEN MANUFACTURING	ADAPTIVE COGNITIVE MANUFACTURING SYSTEMS (ACMS) CYBER-PHYSICAL COGNITIVE PRODUCTION SYSTEMS (CPCPS) BIO-INTELLIGENT MANUFACTURING SOCIAL (MANUFACTURING SUSTAINABLE SYSTEMS HUMAN CENTRIC SYSTEMS RESILIENT SYSTEMS
STEAM-BASED MACHINES 	ASSEMBLY LINE 	CNC MACHINES 	SMART MACHINES 	COGNITIVE MACHINES 
MECHANISATION	ELECTRIFICATION	AUTOMATION	DIGITALIZATION & CYBERNATION	COGNITIVATION
				
1784	1870	1980	2011	TODAY / FUTURE
1800	1900	2000	2020	t

Slika 5.2. Evolucija od Industrije 1.0 do koncepta *Industrije 5.0*

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

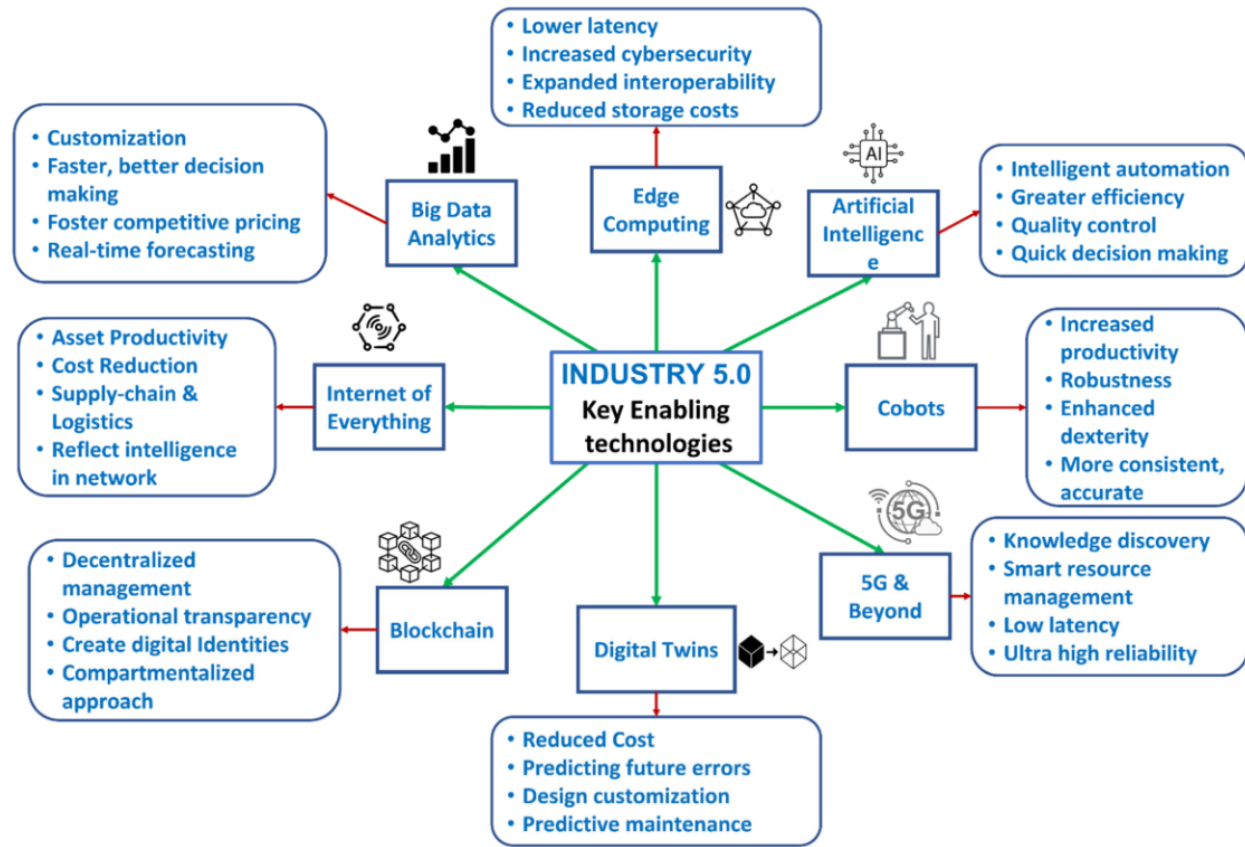


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Na podlagi dokumenta Evropske komisije (European Commission 2020) so avtorji v prispevku (Xu et al. 2021) identificirali naslednje omogočitvene tehnologije za prehod iz Industrije 4.0 na koncept *Industrije 5.0*:

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



Slika 5.3. Ključne omogočitvene tehnologije Industrije 5.0 (Mourtzis, Angelopoulos, and Panopoulos 2022)

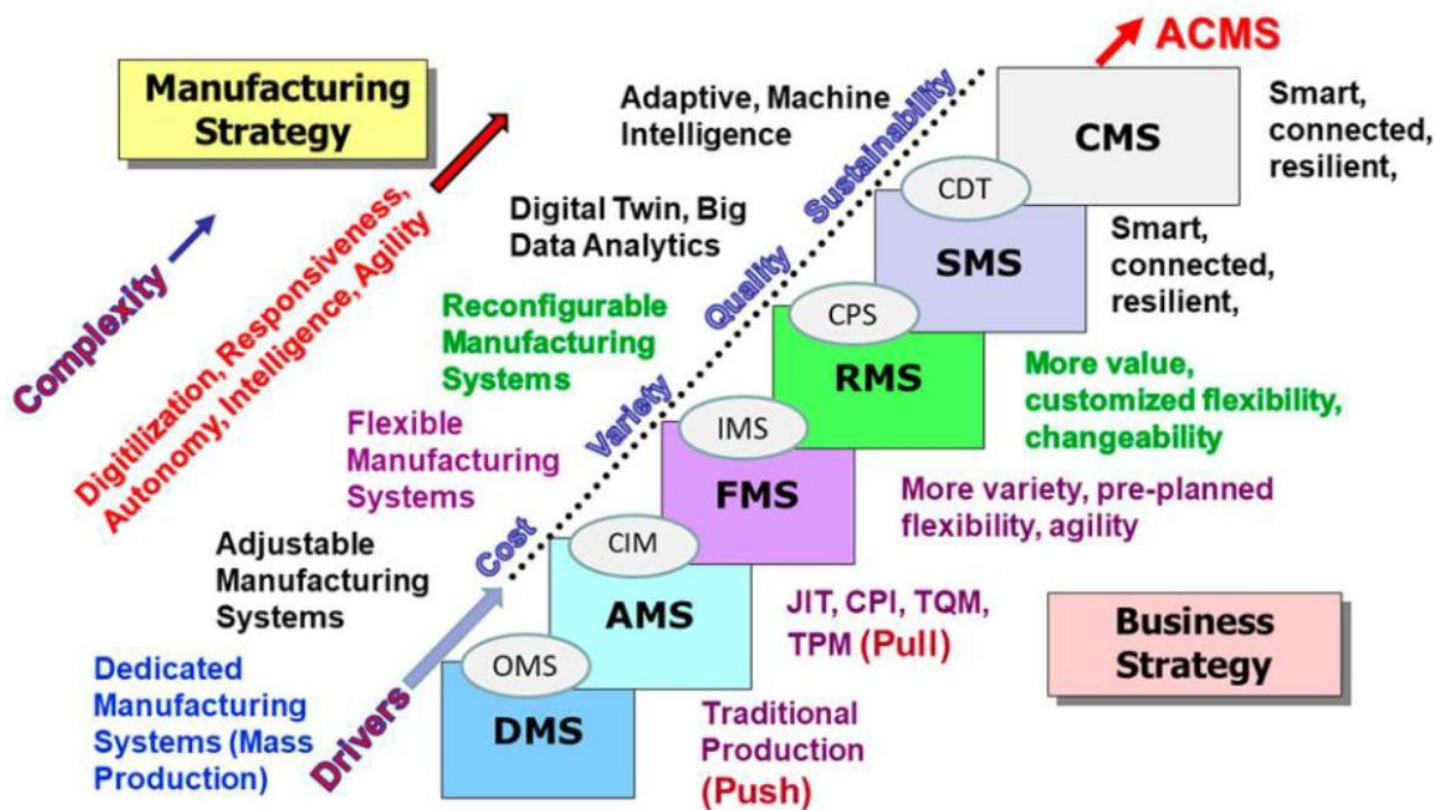


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



EIMaraghy in soavtorji (EIMaraghy et al. 2021) so napovedovali novo paradigmo proizvodnih sistemov t.i. paradigmo *adaptivnih kognitivnih proizvodnih sistemov (ACMS)*.

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije Industrije 4.0 v proizvodni domeni
5. Prehod v novo revolucijo – Industrijo 5.0
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do Industrije 5.0



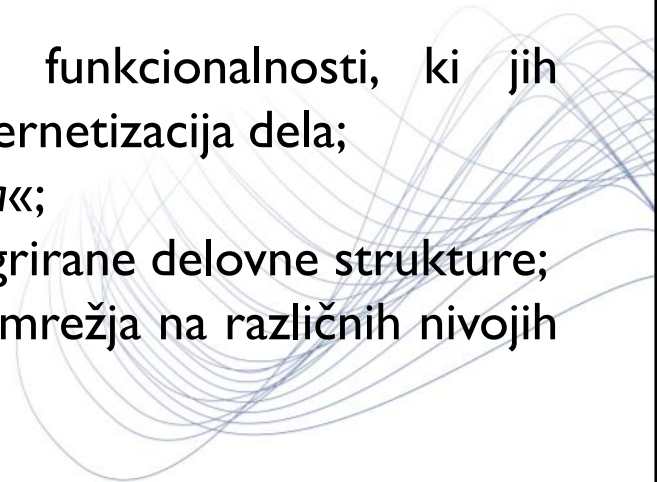
Slika 5.4. Evolucija proizvodnih sistemov (EIMaraghy and EIMaraghy 2022)



Evolicija vloge človeka v proizvodnih sistemih

Prehod na nove proizvodne strukture mora omogočiti (Hozdič et al., 2020):

- ustrezno umestitev subjekta (človeka) v sistem, katerega vloga se v kibernetiko-fizičnih sistemih bistveno spreminja;
- digitalizacijo in kibernetizacijo obstoječih delovnih procesov;
- razvoj in realizacijo novih funkcionalnosti, ki jih omogočata digitalizacija in kibernetizacija dela;
- povezovanje v »pametna okolja«;
- vertikalno povezovanje v integrirane delovne strukture;
- horizontalno povezovanje v omrežja na različnih nivojih delovanja.



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo industrijsko revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

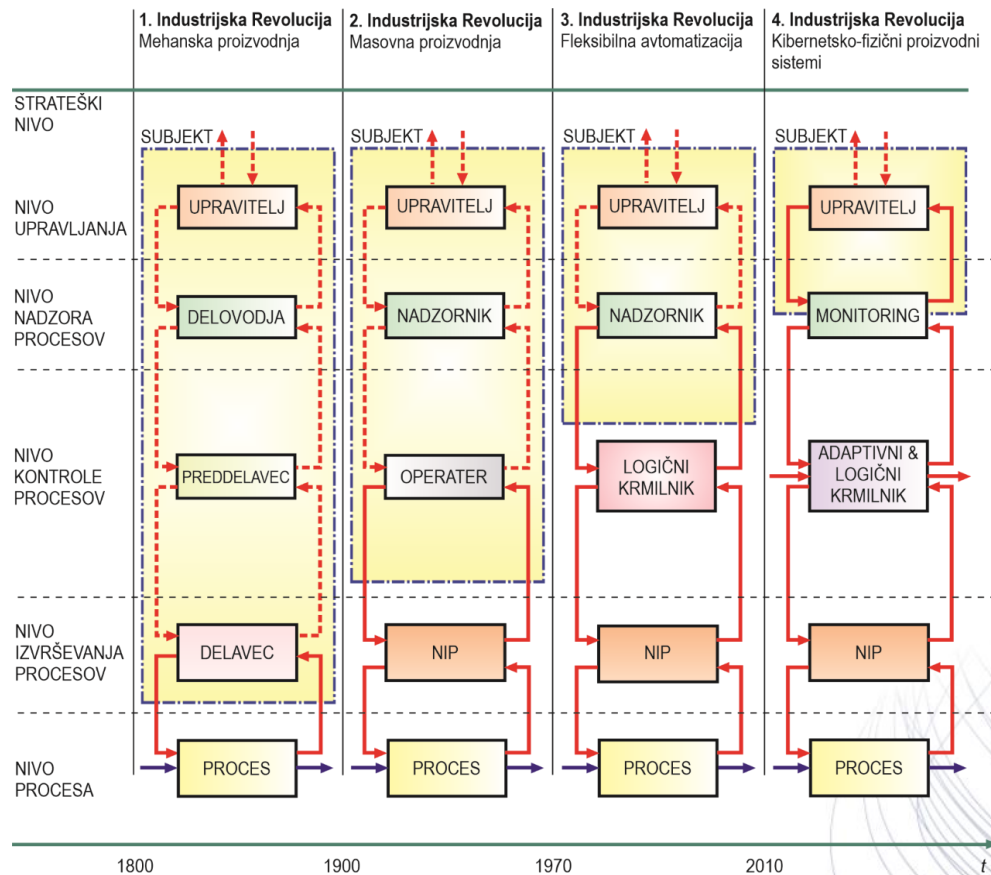


Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



Vloga človeka v sodobnih proizvodnih sistemih: od delovne sile do upravitelja

1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo industrijsko revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



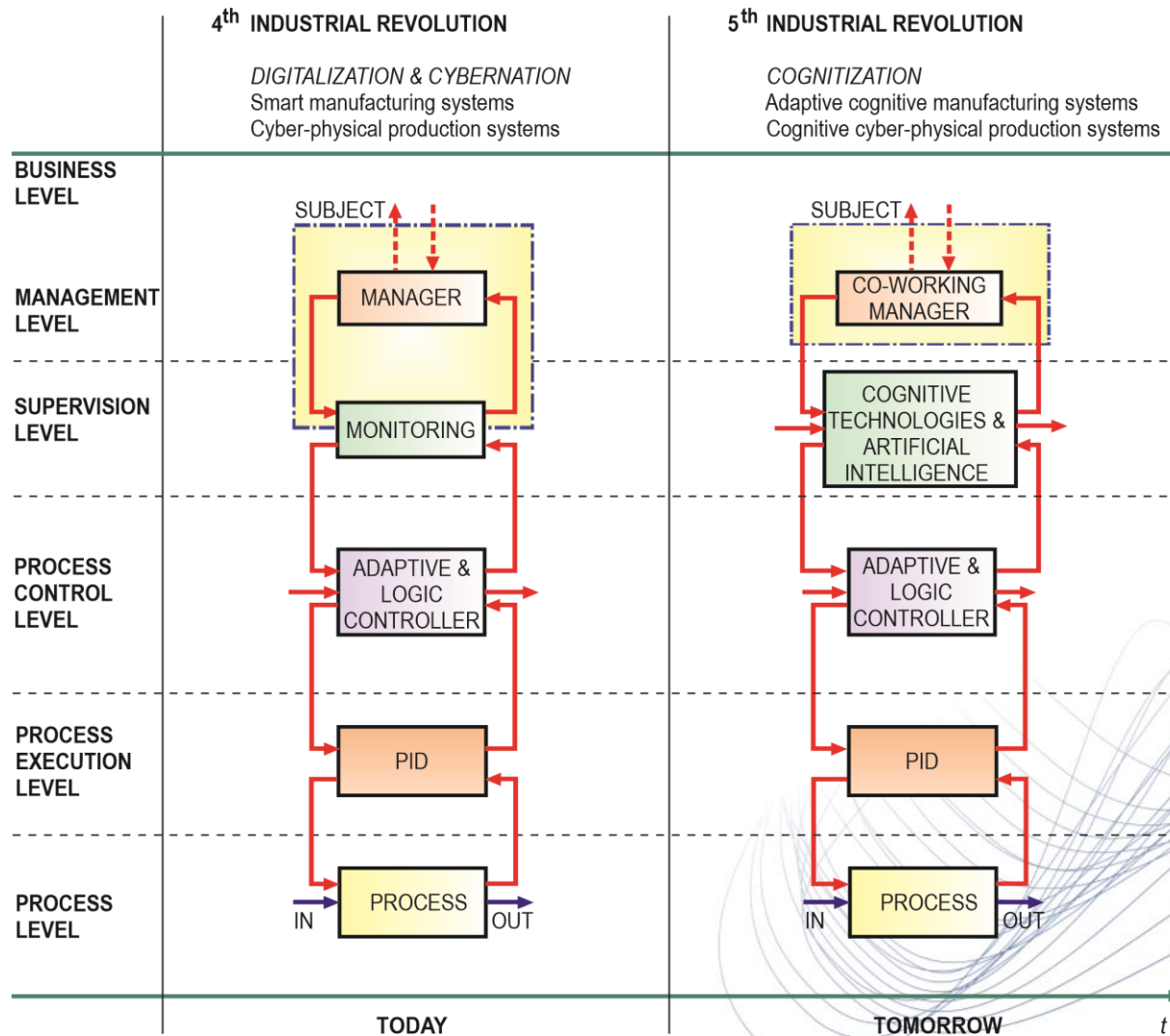
Slika 6.1. Evolucija vloge človeka v proizvodnih sistemih skozi čas



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo industrijsko revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*



Slika 6.2. Evolucija vloge človeka iz *Industrije 4.0* v *Industrijo 5.0*



Univerza v Novem mestu
 Fakulteta za *strojništvo*



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo industrijsko revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

Factfile

History of industrial revolution

- | | |
|-----|---|
| 1.0 | ◆ 1780 - Mechanisation
Industrial production based on machines powered by water and steam |
| 2.0 | ◆ 1870 - Electrification
Mass-production using assembly lines |
| 3.0 | ◆ 1970 - Automation
Automation using electronics and computers |
| 3.5 | ◆ 1980 - Globalisation
Offshoring of production to low-cost economies |
| 4.0 | ◆ Today - Digitalisation
Introduction of connected devices, data analytics and artificial intelligence technologies to automate processes further |
| 5.0 | ◆ Future - Personalisation
The fifth industrial revolution, or Industry 5.0, will be focused on the co-operation between man and machine, as human intelligence works in harmony with cognitive computing. By putting humans back into industrial production with collaborative robots, workers will be upskilled to provide value-added tasks in production, leading to mass customisation and personalisation for customers |





Univerza v Novem mestu
 Fakulteta za *strojništvo*



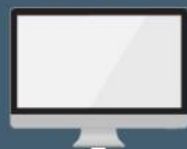
1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo industrijsko revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

Skupaj z mladimi in za mlade v družbo 5.0



Spodbujamo zanimanje za STE(A)M področja, predstavljamo poklice prihodnosti, spodbujamo radovednost in kreativnost pri mladih, zvišujemo kakovost dela na SŠ in OŠ v regijah, ponujamo kakovostne in inovativne občolske aktivnosti, prenašamo dobre prakse in razvijamo inovativne koncepte, uvajamo inovativne pedagoške prakse, povečujemo izkoriščenost opreme na SŠ in OŠ, zmanjšujemo razvojne razlike med regijami...

Kakovostne STE(A)M vsebine



Za kadre prihodnosti.



Univerza v Novem mestu
Fakulteta za *strojništvo*



HVALA ZA POZORNOST



1. Uvod
2. Kaj pomeni Industrijska revolucija
3. Industrijske revolucije skozi čas
4. Ključni dejavniki in tehnologije *Industrije 4.0* v proizvodni domeni
5. Prehod v novo industrijsko revolucijo – *Industrijo 5.0*
6. Vloga človeka v proizvodnih sistemih od začetkov industrijske proizvodnje do *Industrije 5.0*

