

# Digitalizacija poslovanja uz primjenu koncepta Industrije 4.0

---

**Udovičić, Entoni**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Istrian University of applied sciences / Istarsko veleučilište - Università Istriana di scienze applicate**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:212:652141>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital repository of Istrian University of applied sciences](#)



zir.nsk.hr

ISTARSKO VELEUČILIŠTE – UNIVERSITÀ ISTRIANA DI  
SCIENZE APPLICATE  
Kratki stručni studij Politehnike

ZAVRŠNI RAD

**DIGITALIZACIJA POSLOVANJA UZ PRIMJENU KONCEPTA  
INDUSTRIJE 4.0**

Entoni Udovičić

Pula, rujan 2019.

ISTARSKO VELEUČILIŠTE – UNIVERSITÀ ISTRIANA DI  
SCIENZE APPLICATE  
Kratki stručni studij Politehnike

ZAVRŠNI RAD

**DIGITALIZACIJA POSLOVANJA UZ PRIMJENU KONCEPTA  
INDUSTRIJE 4.0**

**Kolegij:** Digitalna elektronika

**Student:** Entoni Udovičić

**Mentor:** Sanja Grbac Babić mag. računarstva, viši predavač

Pula, rujan 2019.



## **Izjava o samostalnosti izrade završnog rada**

Izjavljujem da sam završni rad na temu „**Digitalizacija poslovanja uz primjenu koncepta industrije 4.0**“ samostalno izradio uz pomoć mentorice Sanje Grbac Babić mag. računarstva, koristeći navedenu stručnu literaturu i znanje stečeno tijekom studiranja. Završni rad je pisan u duhu hrvatskog jezika.

Student: Entoni Udovičić

Potpis: \_\_\_\_\_



## **Sažetak**

Industrijske revolucije imale su snažan utjecaj na oblikovanje načina na koji stvaramo stvari, gdje živimo, i naš napredak prema pravednijim i prosperitetnijim društvima. Prva i druga industrijska revolucija bile su pokretačke snage u oblikovanju modernog društva. Te su revolucije svjedočile značajne promjene tijekom dva i pol stoljeća u ideologiji, društvenoj hijerarhiji, proizvodnji i distribuciji, međunarodnim odnosima, trgovinskim vezama i tehnološkom napretku. Za razliku od dvije nekadašnje industrijske revolucije, treća industrijska revolucija koja je usko vezana sa četvrtom industrijskom revolucijom, samim time omogućila je četvrtoj industrijskoj revoluciji tehnološki napredak odnosno integraciju digitalizacije u postrojenja te digitalizaciju samih strojeva.

## **Abstract**

Industrial revolutions have had a profound impact on shaping the way we produce things, where we live, and our progress towards more equitable and prosperous societies. The first and second industrial revolutions were driving forces in the shaping of modern-day society. Those revolutions witnessed significant changes over two and a half centuries in ideology, social hierarchy, manufacturing and distribution, international relations, trade linkages and, most notably, technological advancements. Unlike the two former industrial revolutions, Third industrial revolution which is closely related with fourth industrial revolution, therefore it enabled fourth industrial revolution technological achievement respectively integration of digitalization into the factories and digitalization of machines themselves.

## **Ključne riječi**

Industrijska revolucija, digitalizacija, pametne tvornice, industrija 4.0, industrijski internet stvari

## **Keywords**

Industrial revolution, digitalization, smart factories, industry 4.0, industrial internet of things

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj i svrha rada.....	1
1.2. Hipoteza rada .....	2
1.3. Metode rada .....	2
1.4. Struktura rada.....	2
2. RAZVOJ INDUSTRIJE .....	3
2.1. Prva industrijska revolucija, doba mehaničke proizvodnje.....	3
2.2. Druga industrijska revolucija, doba znanosti i masovne proizvodnje.....	4
2.3. Treća industrijska revolucija, digitalna revolucija .....	5
3. INDUSTRY 4.0.....	6
3.1. Devet tehnologija koje transformiraju industrijsku proizvodnju.....	7
4. PAMETNE TVORNICE .....	11
4.1. Tvornica budućnosti: kako tehnologija mijenja proizvodnju.....	12
5. IMPLEMENTACIJA DIGITALIZACIJE U POSLOVANJU.....	15
5.1. Industrijski svijet stvari .....	16
5.2. Digitalizacija poslovanja .....	18
5.3. Tehnologije digitalizacije .....	19
6. ZAKLJUČAK.....	21
POPIS LITERATURE.....	22
Knjige .....	22
Internet linkovi .....	22
POPIS SLIKA .....	23



## Popis oznaka i kratica

<b>Kratica</b>	<b>Englesko značenje</b>	<b>Hrvatsko značenje</b>
IOT	Internet of Things	Internet stvari
IIOT	Industrial Internet of Things	Industrijski Internet stvari
PM	Predictive Maintenance	Prediktivno održavanje
IWSN	Industrial Wireless Sensor Network	Industrijske bežične senzorske mreže
CPS	Cyber Physical System	Kibernetičko-fizički sustavi
PLC	Programmable Logic Controller	Programabilni logički kontroler
IT	Internet Tehnology	Internetska tehnologija

# 1. UVOD

Čovječanstvo je oduvijek težilo napretku. Tako su se u povijesti dogodile mnoge promjene koje su utjecale na pojedinca i društvo. Uvijek je postojao cilj kako što bolje unaprijediti stvari i okolinu u kojoj se pojedinac nalazi kako bi sam pojedinac, a i cijelo društvo moglo uživati i učiniti si život boljim i lakšim. Tako su jedne od prvih značajnih promjena u povijesti bile Francuska revolucija i prosvjetiteljstvo. Međutim, to nisu jedine promjene koje su se desile.

Međutim evolucija čovjeka ubrzala se od kad je čovjek ovladao poljoprivredom i razvio civilizaciju. U početku se koristila samo ručna obrada, ali u drugoj polovici 18. stoljeća prelazi se sa ručne obrada na mehaničku, te se počinju upotrebljavati strojevi koji su koristili snagu vode i pare. To je bio trenutak kada se dogodila prva industrijska revolucija.

Daljnjim razvojem i žudnjom čovječanstva za napretkom, odnosno žudnja za znanjem kao i za masovnom proizvodnjom dovelo je do druge industrijske revolucije. Međutim čovječanstvo je i dalje žudjelo za napretkom te je tako digitalizacijom industrije došlo do treće industrijske revolucije.

Kako je industrija pokretač svakog gospodarstva od samih početaka ulagali su se veliki naponi kako bi se industrija neke zemlje unaprijedila i potaknuo razvoj gospodarstva, te je tako na samom kraju došlo i do digitalizacije poslovanja, a što nas dovodi do četvrte industrijske revolucije.

U ovom završnom radu biti će opisane sve četiri industrijske revolucije, njihov razlog nastanka, napredak koji se dogodio za vrijeme svake od revolucija te kako je to utjecalo na pojedinca i društvo. Podrobnije ćemo obraditi četvrtu industrijsku revoluciju, odnosno implementaciju industrije 4.0 u poslovanja industrije.

## 1.1. Cilj i svrha rada

Cilj ovoga rada je prikazati kako modernizacijom i digitalizacijom postizemo povećanu učinkovitost postrojenja te i samih djelatnika te tvornice.

## **1.2.Hipoteza rada**

Rastom i razvojem tehnologija u industriji javlja se povećana potreba za ulaganje u strojeve i proizvodnju te modernizaciju cijelog postrojenja koja dovodi da bržeg rješavanja problema.

## **1.3.Metode rada**

Pri izradi pisanog dijela završnog rada korištene su sljedeće znanstveno-istraživačke metode:

- metoda analize
- metoda sinteze
- metoda deskripcije
- metode indukcije
- metode dedukcije

## **1.4.Struktura rada**

Završni rad sastoji se od šest poglavlja, a u radu se još nalaze popisi oznaka i kartica te popis slika i literature.

U prvom poglavlju opisan je uvod u temu u kojem je izneseno zašto je došlo do industrijske revolucije. Također su navedeni cilj i svrha rada, hipoteza rada, potom metode koje su u radu upotrijebljene te struktura rada.

U drugom poglavlju opisan je povijesni pregled industrijskih revolucije kronološkim redoslijedom.

Treće poglavlje baziramo samo na četvrtu industrijsku revolucije, odnosno industriju 4.0 i opisujemo tehnologije koje su vezane za nju.

Četvrtim poglavljem opisujemo pametne tvornice i tehnologije koje su implementirane u nju zbog njenog poboljšanja.

U petom poglavlju su detaljno prikazane tehnologije koje svojom implementacijom digitaliziraju postrojenje odnosno poslovanje industrije.

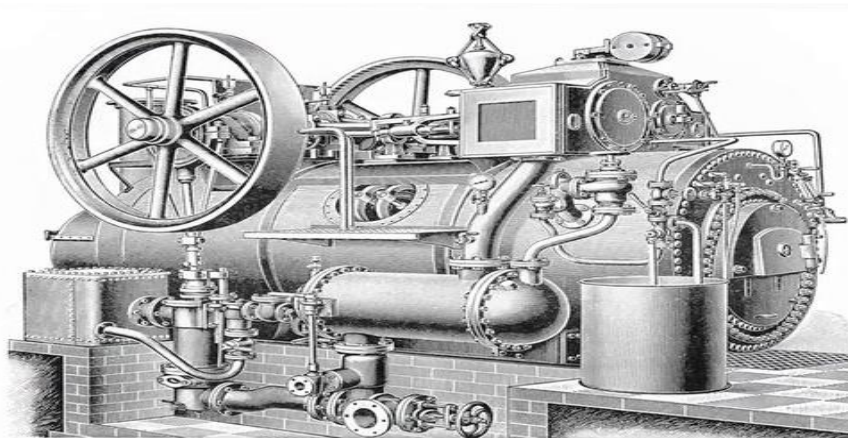
Zaključak rada prikazan je u šestom poglavlju.

## 2. RAZVOJ INDUSTRIJE

### 2.1. Prva industrijska revolucija, doba mehaničke proizvodnje

„Industrija 1.0 odnosi se na prvu industrijsku revoluciju, odnosno doba mehaničke proizvodnje. Glavno obilježje je prijelaz sa ručnih načina proizvodnje na strojeve koji se koriste snagom pare i vode. Primjena novih tehnologija trajala je dugo vremena pa je razdoblje na koje se ovo odnosi između 1760. godine do 1820. godine, odnosno 1840. godine u Europi i SAD-u. Njeni učinci imali su posljedice na tekstilnu proizvodnju koja je prva prihvatila takve promjene, kao i željezna industrija, poljoprivreda i rudarstvo.“[13]

Tehnološke promjene koje su se dogodile za vrijeme prve industrije revolucije ili kako je još volimo nazivati Industrije 1.0 su uporaba pogonske sile poput ugljena, te novih izvora energije i goriva za proizvodnju pare o kojoj je industrija ovisila postaju glavni faktor uspješne industrijalizacije, osim toga koriste se i novi materijali, pretežito željezo i čelik. Izumljeni su novi strojeva, npr. stroja za pređenje i mehaničkog tkalačkog stana, a takvi strojevi unaprijedili su tehniku proizvodnje tekstila te se smanjila potrošnja ljudske energija čime je prva industrija revolucija doba mehaničke proizvodnje. Također dolazi i do izgradnje tvornica, a na taj način omogućila se podjela i specijalizacija za određene poslove. Bitno je napomenuti da su prvom industrijom revolucijom izumljene prve parne lokomotive i parobrod čime se unaprijedila komunikacija i prijevoz. Prva industrijska revolucija dovela je do sve veće upotrebe znanosti u industriji. Na slici 1 prikazan je parni stroj koji je ključan faktor u industrializaciji toga doba.



*Slika 1 - Parni stroj*

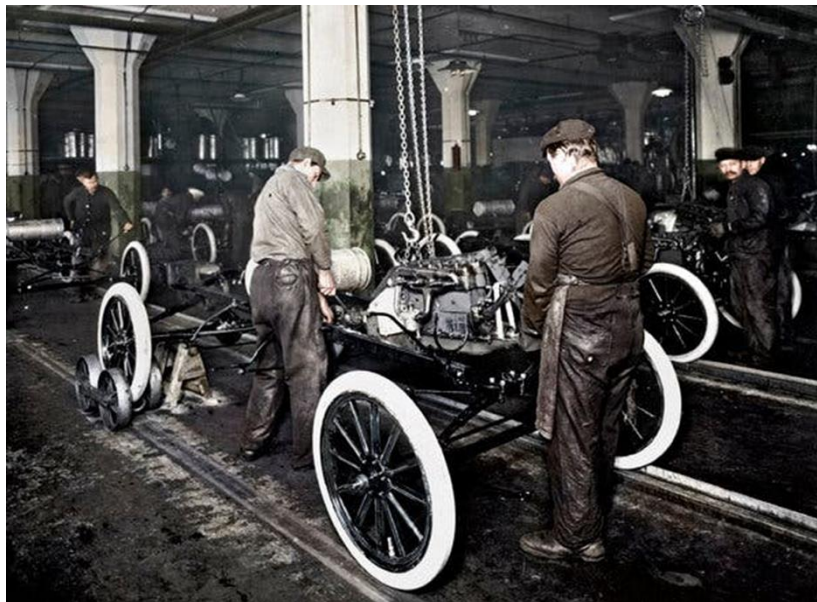
Izvor: <https://study.com/academy/lesson/the-industrial-revolution-impacts-on-the-environment.html> (1.8.2019.)

## 2.2. Druga industrijska revolucija, doba znanosti i masovne proizvodnje

Industrija 2.0 odnosno druga industrijska revolucija poznatija još kao tehnološka revolucija je razdoblje između 1870. godine do 1914. godine. Pokrenule su je promjene tehnološke matrice u prometu, a to je bilo postignuto pomoću opsežnih željezničkih mreža i telegrafa koji su tada omogućili brži prijenos ljudi i ideja. Također jedno od obilježja je sve prisutnija električna energija koja je omogućila elektrifikaciju tvornice modernom proizvodnom linijom. Razdoblje je to velikog gospodarskog rasta, s povećanjem produktivnosti. Međutim, takav je razvoj prouzročio porast nezaposlenosti jer su mnogi radnici zamijenjeni strojevima u tvornicama.

„U razdoblju od 1870. do 1890. godine došlo je do procvata ekonomije i produktivnosti u industrijaliziranim zemljama. Kao posljedica toga, uvjeti života značajno su se poboljšali, a cijene robe dramatično su pale.“[13]

Industrijska revolucija krajem 19. i 20. stoljeća. počela je iskorištavati mnoge prirodne i sintetičke resurse koji se dosad nisu koristili: lakši metali, nove legure i sintetički proizvodi poput plastike, kao i novi izvori energije. U kombinaciji s njima razvijali su se strojevi, alati i računala koji naposljetku pridonose automatizirane strojeve i radne stanice. Na slici 2 prikazana je linija sklapanja automobila koja dovodi do poboljšanja produktivnosti radnih stanica te samih proizvoda.



Slika 2 - Linija sklapanja

Izvor: <https://www.nytimes.com/2013/10/30/automobiles/100-years-down-the-line.html> (1.8.2019.)

### 2.3. Treća industrijska revolucija, digitalna revolucija

Prva industrijska revolucija započela je u Britaniji krajem 18. stoljeća, mehanizacijom tekstilne industrije. Treća industrijska revolucija ili Industrija 3.0 dogodila se krajem 20. stoljeća, nakon završetka dva velika rata, kao posljedica usporavanja industrijalizacije i tehnološkog napretka u odnosu na prethodna razdoblja, naziva se i digitalnom revolucijom. U tom je procesu široka primjena računalnih i komunikacijskih tehnologija implementirana u proces proizvodnje. Strojevi su počeli ukidati potrebu za ljudskom snagom. Na slici 3 prikazan je programabilni logički kontroler koji dovodi do automatizacije radnih stanica i ujedno dovodi do potrebe programskog znanja.



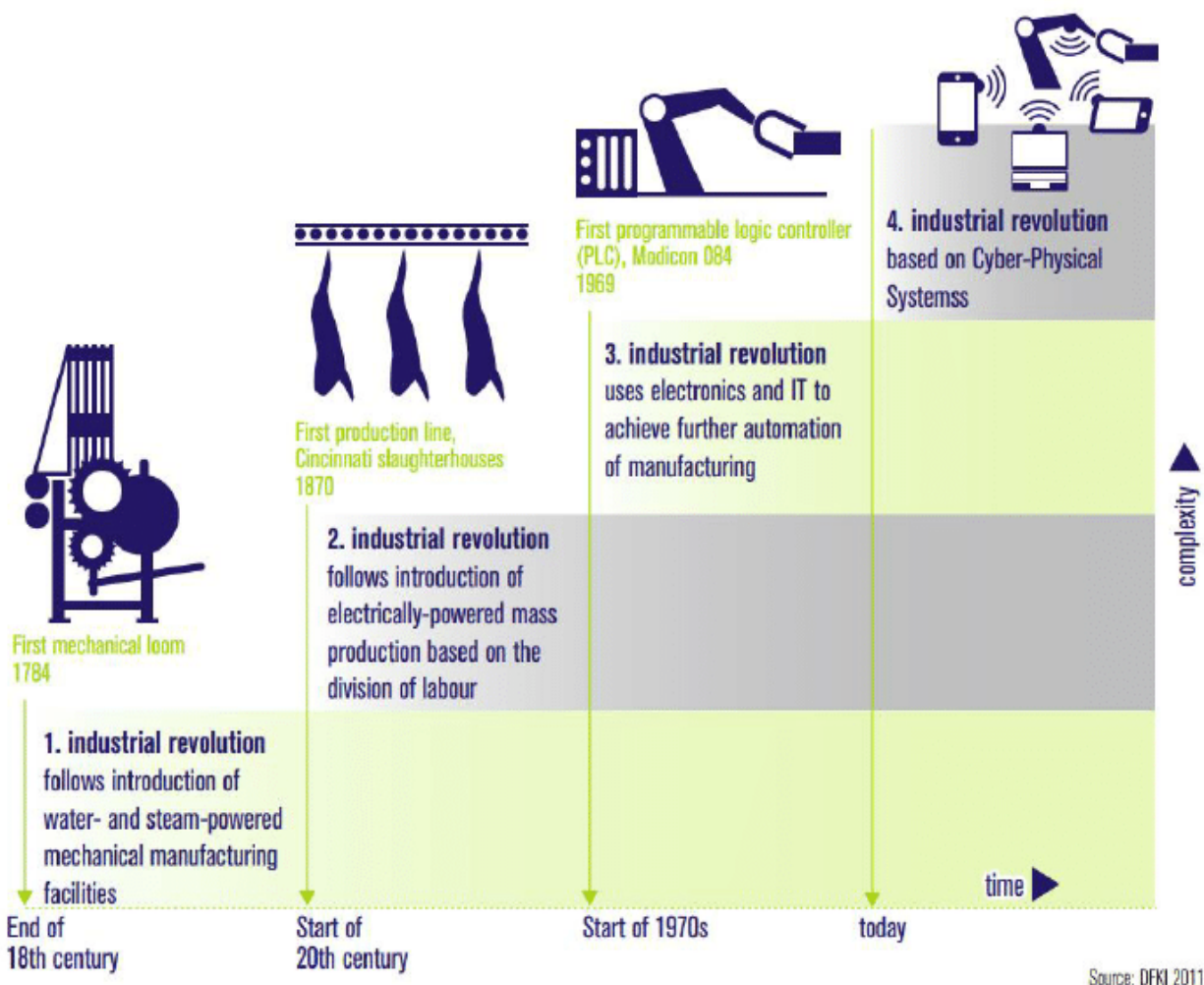
*Slika 3 - Programabilni logički kontroler*

Izvor: <http://www.tesla-institute.com/index.php/history-of-plc> (1.8.2019.)

„Budući da su proizvođači počeli uključivati više elektroničkih i na kraju računalnih tehnologija u svoje tvornice. Tijekom tog razdoblja proizvođači su počeli doživljavati pomak koji je manje stavljao naglasak na analognu i mehaničku tehnologiju, a više na digitalnu tehnologiju i automatizaciju.“[13]

### 3. INDUSTRY 4.0

Izraz "Industry 4.0" točnije opisuje sljedeću industrijsku revoluciju koja postaje javna svijetu 2011. godine sa temeljnim ciljem poboljšanja industrijskih procesa koji su uključeni u proizvodnju, inženjering, upotrebu materijala i opskrbnog lanca te upravljanje životnim ciklusom proizvoda. Na slici 4 prikazan je tok industrijskih revolucija i glavne značajke koje su obilježile tu eru. Na slici vidimo i glavne tehnologije koje su se upotrebljavale u različitim postrojenjima.



Slika 4 - Tok industrijskih revolucija

Izvor: <https://www.belden.com/blog/industrial-ethernet/the-smart-factory-of-the-future> (2.8.2019.)

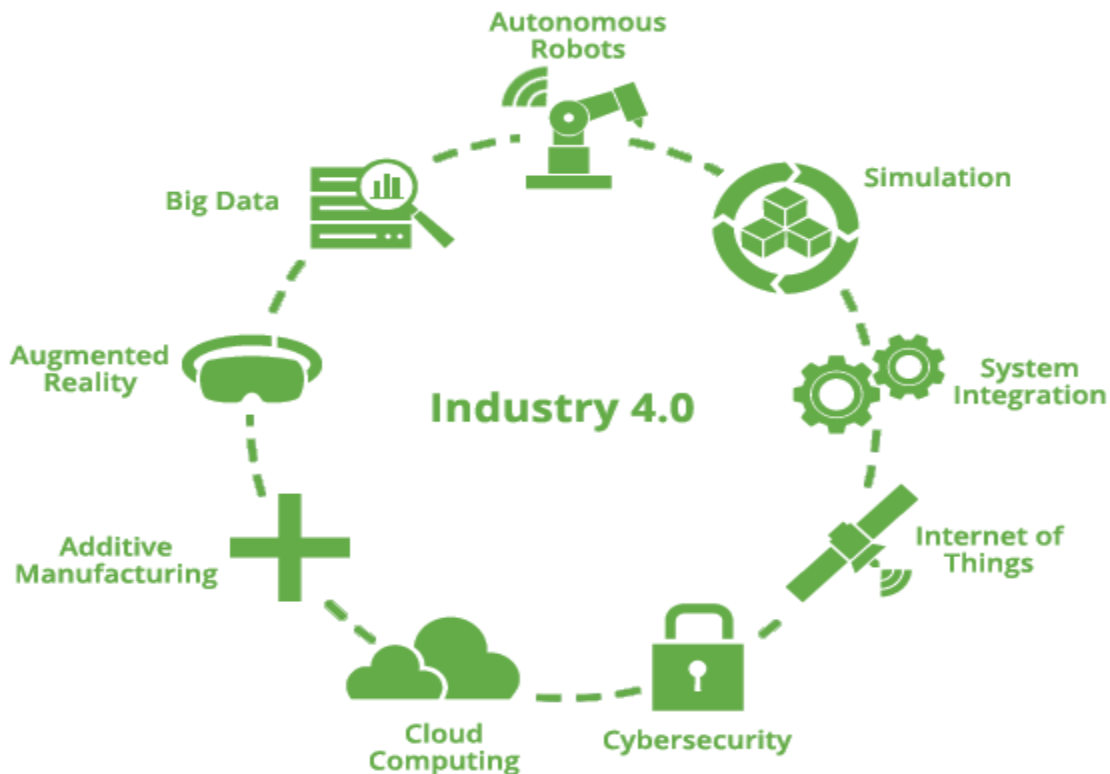
„Industrija 4.0 stavlja naglasak na digitalnu tehnologiju iz posljednjih desetljeća na potpuno novu razinu uz pomoć međusobne povezanosti putem Interneta stvari (eng Internet of Things IoT), pristupa podacima u stvarnom vremenu i uvođenja cyber-fizičkih sustava. Industrija 4.0 nudi



sveobuhvatniji, međusobno povezani i holistički pristup proizvodnji. Povezuje fizičko i digitalno i omogućava bolju suradnju i pristup između odjela, partnera, dobavljača, proizvoda i ljudi. Industrija 4.0 omogućuje vlasnicima tvrtki bolju kontrolu i razumijevanje svakog aspekta njihovog poslovanja i omogućuje im da iskoriste trenutne podatke za povećanje produktivnosti, poboljšanje procesa i pokretanje rasta.“[1]

### 3.1. Devet tehnologija koje transformiraju industrijsku proizvodnju

Napredna digitalna tehnologija već se koristi u proizvodnji ali implementacijom industrije 4.0 transformirat će proizvodnju i naposljetku dovesti do veće učinkovitosti te promijeniti tradicionalne proizvodne odnose između dobavljača, proizvođača i kupaca, isto tako između ljudi i stroja.



Slika 5 - Tehnologije koje opisuju industriju 4.0

Izvor: <https://www.leapaust.com.au/wp-content/uploads/2017/07/Industry-40-Diagram-2.png> (2.8.2019.)

Industrija 4.0 bazira se na 9 tehnoloških tehnologija koje možemo vidjeti na slici 5. One su ujedno i njezini sastavni djelovi, a detaljnije će biti objašnjene u nastavku.



### **Podaci i analitika**

„Prikupljanje i procjena podataka iz različitih izvora proizvodne opreme upravljanja poduzećima i kupcima postat će standard kao podrška za odlučivanje.“[7]

### **Autonomni roboti**

„Roboti će s vremenom komunicirati jedni s drugima i sigurno raditi zajedno sa ljudima i učiti od njih. Ovi će roboti koštati manje i imat će veći raspon mogućnosti od onih koji se danas koriste u proizvodnji.“[7]

### **Simulacija**

„Simulacije će se intenzivnije koristiti u postrojenjima kako bi se operaterima omogućilo testiranje i optimiziranje postavki stroja prije nego što je stupio na proizvodnu liniju čime će se smanjiti vrijeme postavljanja stroja i povećati kvaliteta.“[7]

### **Vertikalna i horizontalna komunikacija**

„Implementacijom industrije 4.0 tvrtke, odjeli, funkcije i mogućnosti postat će kohezivniji kako bi se postigli automatizirani lanci vrijednosti.“[7]

### **Internet of things**

Internet of things obuhvaća širok spektar predmeta i tehnologija poput radiofrekvencijske identifikacije (eng. Radio frequency identification), terenske komunikacije (eng. Near field communication), i bežične mreže senzora i pokretača (eng. Wireless sensor and actuator network). Nadalje internet of things obuhvaća različite komunikacijske standarde i protokole pa se s time postiže heterogeno, decentralizirano i složeno područje rada.

### **Cibersecurity**

„Povećanjem povezanošću sa internetom i korištenjem standardnih komunikacijskih protokola koji dolaze sa industrijom 4.0 povećava se potreba za zaštitom kritičnih industrijskih sustava i proizvodnih linija od prijetnji cyber napada. Kao rezultat toga bitne su igrane, pouzdane

internet komunikacije, kao i sofisticirana kontrola identiteta i pristupa strojevima i korisnicima.“[11]

### **Oblak**

„Više proizvodnih poduhvata će zahtijevati povećanu i brzu razmjenu podataka putem web lokacija. Poboljšati će se performanse cloud tehnologije koja će rezultirati vrijeme reakcije od samo nekoliko milisekunda. Kao rezultat toga podaci stroja i funkcionalnost biti će sve više implementirani u cloud sistem, omogućujući više podatkovnih usluga za proizvodne sustave.“[7]

### **Aditivna proizvodnja (3D-printanje)**

Dio proizvodnog sustava koji se bavi izradbom predmeta nanošenjem čestica u tankim slojevima odnosno 3D printanje.“S industrijom 4.0 ove metode široko će se primjenjivati za proizvodnju malih serija prilagođenih proizvoda koje nude prednosti kod sklapanja proizvoda.“[7]

### **Virtualna stvarnost**

„Sustavi temeljeni na virtualnoj stvarnosti podržavaju usluge poput odabira dijelova u skladištu i slanja uputa za popravak preko mobilnih uređaja. Ovi sustavi su trenutno u usvajanju, ali tvrtke će se u budućnosti koristiti ovom metodom kako bi radnicima pružila potrebne informacije u stvarnom vremenu, te kako bi se poboljšali postupci donošenja odluka i rada na terenu.“[7]

Sažetak 9 tehnoloških tehnologija koji definiraju viziju industrije 4.0.

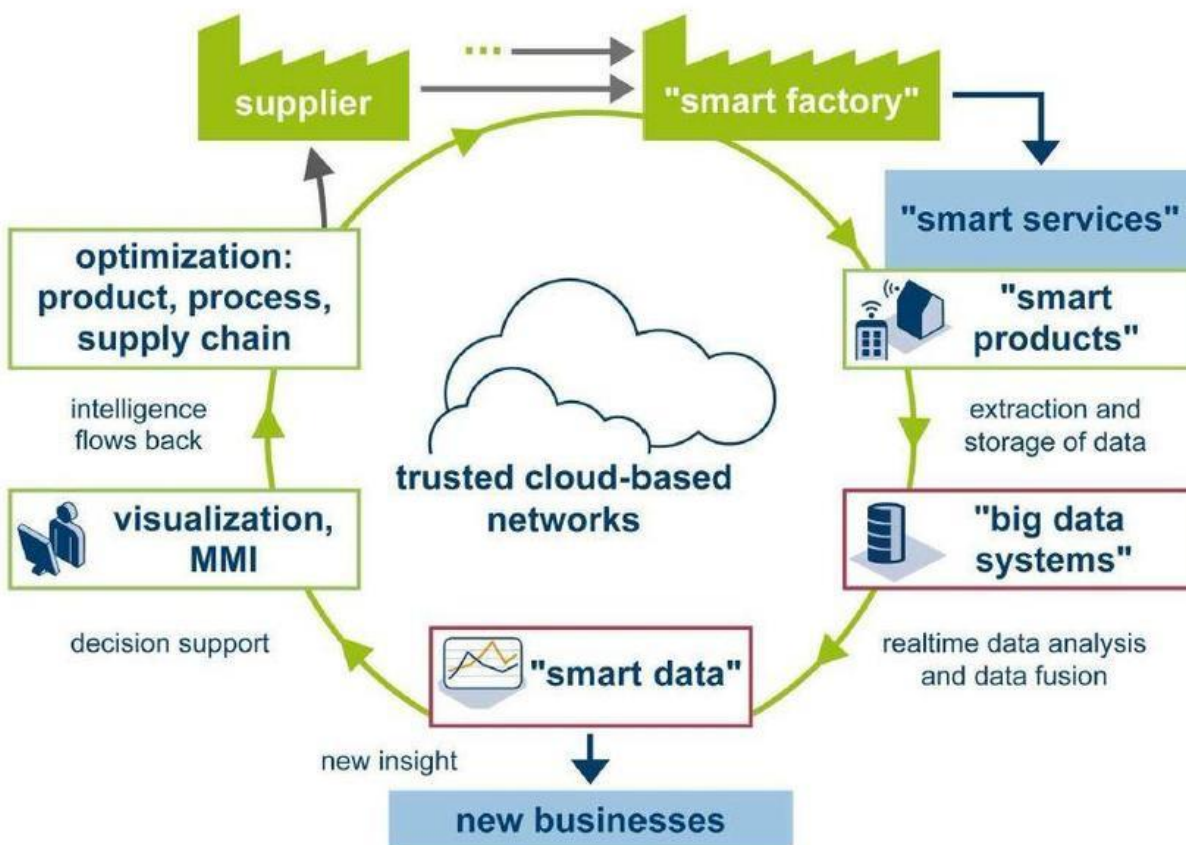
	Definicija	Primjer
<b>Podaci i analitika</b>	Složeni skupovi podataka koji će utjecati na donošenje odluka	Analiza podataka, algoritmi, softverski programi
<b>Autonomni roboti</b>	Rješavanje složenih zadataka	Sposobnost učenja robota za postizanje nekih određenih zadataka
<b>Simulacija</b>	Matematičko modeliranje algoritmi koji optimiziraju postupak	Softverski programi
<b>Vertikalna i horizontalna komunikacija</b>	Kohezija odjela	Pametne tvornice
<b>Internet of things</b>	Spajanje fizičkih stvari i sustava	Pametna mreža
<b>Cibersecurity</b>	Cyber napadi na poslovno okruženje	Obrambeni sustavi kako bi se spriječili napadi
<b>Oblak</b>	Zajedničke platforme koje služe sa sve korisnike	Google drive, blue cloud
<b>Aditivna proizvodnja (3D-printanje)</b>	Tehnologija 3D printanja, cad softveri	3D printer koji proizvode pametne telefone
<b>Virtualna stvarnost</b>	Interakcija Čovjeka i stroja	Google glass

Tablica 1: Sažetak 9 tehnoloških tehnologija koji definiraju viziju industrije 4.0  
Izvor: autor

## 4. PAMETNE TVORNICE

Četvrta industrijska revolucija temelji se na konceptu pametnih tvornica. Pametne tvornice imaju potpuno novi pristup proizvodnji. Pametni proizvodi uvijek mogu biti identificirani i locirani. Njihova povijest, trenutno stanje i buduće aktivnosti koje su potrebne za konačni izgled proizvoda, tim podacima možemo pristupiti u bilo kada i u bilo kojem trenutku.

Prednosti virtualnog svijeta se koriste jer omogućuje simulaciju različitih slučajeva, zbog toga je potrebna i vrlo važna dobro pripremljena baza podataka kako bi se filtriralo potrebna izvješća o proizvodu i dobivale pravodobne korisne informacije.



Slika 6 - Koncept pametne tvornice

Izvor: [https://bib.irb.hr/datoteka/894382.IJIEM\\_24.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/894382.IJIEM_24.pdf) (2.8.2019.)

Na slici 6 vidimo na koji način funkcionira pametna tvornica povezana Cloud platformom odnosno njezine glavne značajke koje omogućuju taj sistem da funkcionira stabilno.

„Umjetna inteligencija (eng. Artificial intelligence) sve više postaje zanimljiva tema u poslovnoj tehnologiji, a industrijske tvrtke primijetile su je. Uvođenjem prave kombinacije tehnologija umjetne inteligencije, proizvođači mogu povećati učinkovitost, poboljšati fleksibilnost, ubrzati procese, pa čak i omogućiti samo optimizirajuće operacije. Proizvođači mogu generirati dodatnu prodaju pomoću umjetne inteligencije za razvoj i proizvodnju inovativnih proizvoda prilagođenih specifičnim kupcima i isporuku tih proizvoda sa znatno kraćim vremenom. Umjetna inteligencija je tako sastavni dio tvornice budućnosti u kojoj će tehnologija poboljšati fleksibilnost postrojenja i procese.“[1]

## **4.1. Tvornica budućnosti: kako tehnologija mijenja proizvodnju**

### **Razvoj i istraživanje proizvoda**

„Faza planiranja presudna je za masovnu proizvodnju. U svim granama industrije neprestano se testiraju proizvodi, pa se inženjerima postavlja pitanje, dali ovaj dizajn izgleda ispravno? dali ovaj spoj odgovara našim potrebama? Prenamjena proizvoda u zadnji tren je skup proces pa zbog toga se sve više primjenjuje koncept istraživanja i razvoja odnosno tvrtke istražuju robotiku 3D ispis i umjetnu inteligenciju kao glavne puteve za poboljšanje procesa. Istraživanjem i razvojem proizvoda smanjujemo neizvjesnosti u proizvodnji.“[9]

### **Planiranje i potražnja resursa**

„Nakon što je dizajn proizvoda završen, sljedeći korak je planiranje načina izrade na razini proizvodnje. Obično je potrebno okupiti mrežu dobavljača dijelova i proizvođača osnovnih materijala kako bi ispunili opsežnu izgradnju proizvoda. Decentralizirana proizvodnja koristi mrežu geografski raštrkanih dobavljača koji su koordinirani informacijskom tehnologijom. Narudžbe dijelova postaju jednostavnije i mogu se izvršiti koristeći distribuirane proizvodne platforme. Odnosno okupljanjem svih dobavljača i njihovih informacija pomoću internetske tehnologije.“[9]

## **Operativna tehnologija: nadzor i podaci o strojevima**

„Proizvodnja svjetske klase se svodi na 85% rada svojeg teoretskog kapaciteta, ipak prosječna tvornica se svodi na 60% rada svojeg teoretskog kapaciteta što znači da postoji ogroman prostor za poboljšanja u pogledu vođenja aktivnosti. “[9]

„Strojevi će u naredna dva desetljeća zahtijevati osnovnu digitalizaciju. Strojevi u početku postaju digitalno prilagođeni, što se to kasnije pretvara u umjetnu inteligenciju i samo razmišljanje tih strojeva. “[9]

## **Povećanje rada i upravljanje radom**

„Implementacijom industrije 4.0 ljudi odnosno radnici su jednostavno opisani: prisutnost ljudi je potrebna za vođenje tehnologije automatizacije. Budućnost rada jesu kompjuterizirane radne stanice koje diktiraju detaljna uputstva koje uklanjaju ljudsku pogrešku tokom sastavljanja proizvoda. Sustav ne dopušta radnika da nastavi na sljedeći korak ako je korak prethodno napravljen krivo. “[9]

## **Obrada, proizvodnja i montaža**

„Automatizacija prvo dolazi za, monotone i opasne poslove. Već su mnogi ljudski poslovi unutar linije za serijsku proizvodnju automatizirani. Cyber-fizički sustavi poput industrijske robotike i 3D ispisa sve su češći u modernoj tvornici. Roboti su postali jeftiniji, precizniji, sigurniji i učestaliji u radu zajedno s ljudima. “[9]

## **Osiguranje kvalitete**

„Digitalizacijom tvornica, osiguranje kvalitete postat će sve više ugrađeno u bazu kodova organizacije. U masovnoj proizvodnji, provjera da li je svaki proizvod prema specifikacijama vrlo je monoton posao koji je ograničen ljudskom pogreškom. Suprotno tome, buduće tvornice upotrijebit će strojni vid odnosno skeniranje proizvoda kako bi pretražile nesavršenosti u proizvodu koje bi ljudsko oko moglo propustiti. “[9]

## **Skladištenje**

„Osam od 10 skladišta i dalje se ručno upravlja. S obzirom na izniman tehnološki napredak koji je postignut posljednjih godina u svijetu automatizacije, u sektoru skladištenja materijala potrebno je neko vrijeme da se to nadoknadi. Međutim s obzirom da Industrija 4.0 radi na revoluciji sektora, to se sve mijenja.“[9]

„To sve znači da se računalna inteligencija širi i omogućava više uređaja da se povezuju i komuniciraju, što znači i više podataka. Naravno, to savršeno odgovara potrebama skladišta. U skladištu, jedinice za skladištenje zaliha (eng. stock keeping units) komuniciraju s strojevima, strojevi se tada povezuju i komuniciraju s drugim strojevima, a zatim se oni zauzvrat povezuju i komuniciraju s uređajima i sustavima za upravljanje skladištem.“[9]

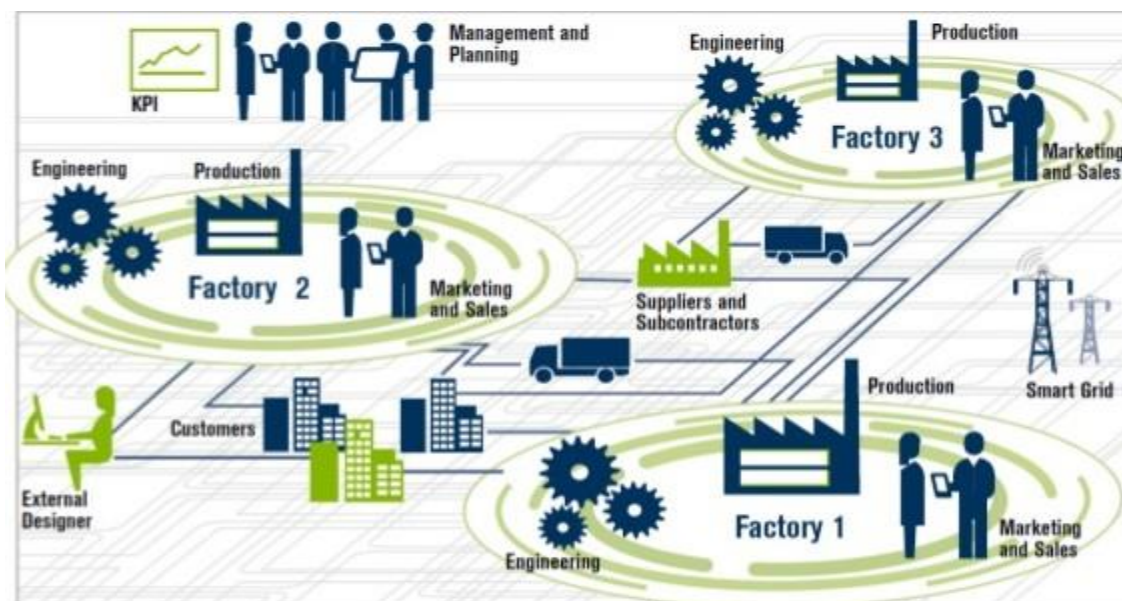
## **Upravljanje opskrbnim lancima i transport**

„Nakon što je proizvod zapakiran efikasno ga poslati na odredište zahtjeva neko vrijeme. Problem sa današnjim transportom je u tome što se ne zna gdje se paket nalazi i u kakvom je stanju taj paket u cjelokupnom lancu opskrbe.“[9]

„Nadalje, pojavljivanjem autonomnih kamiona moglo bi značiti da će autonomni sustavi isporučiti i depaletizirati robu. To će doprinijeti učinkovitije kretanje, kao i pojednostavljeno računovodstvo.“[9]

## 5. IMPLEMENTACIJA DIGITALIZACIJE U POSLOVANJU

Sve se veća pažnja posvećuje integriranjem tehnologije Interneta stvari u stvaranje industrijske vrijednosti. Ova nova paradigma digitalizirane i povezane proizvodnje naziva se „Industrija 4.0” ili „Industrijski Internet stvari” (eng. Industrial Internet of Things) i pretvara tvornice u pametnu i autonomnu proizvodnju. Omogućuje u stvarnom vremenu horizontalnu i vertikalnu internetsku povezanost ljudi, strojeva i predmeta, kao i informacijske i komunikacijske tehnologije za dinamično upravljanje složenim poslovnim procesima. Povezana s ovom izvrsnošću, Industrija 4.0 ima za cilj prevladati suvremene izazove, poput intenziviranja globalne konkurencije, nepostojanih tržišta i zahtjeva, potrebne prilagodbe, kao i smanjenja inovacijskih i životnih ciklusa proizvoda. Industrija 4.0 služi kao koristan i ciljani pristup u rješavanju ovih zahtjevnih zahtjeva. Ipak, postoje neprimjerene neizvjesnosti i zbunjenosti, konzultantske kompanije, političari i praktičari često daju kontradiktorne izjave o posljedicama industrije 4.0. S jedne strane, obećava proizvođačima pružiti profesionalne poslovne modele, veću efikasnost i kvalitetu, kao i poboljšane uvjete na radnom mjestu. S druge strane, izlaže ih ostalim stvarima, povećavajući konkurenciju i izazivajući upravljanje menadžmentom. Na slici 7 vidimo umreženost tvornica i njihov kontakt sa transportom i kupcima.



Slika 7 - Način funkcioniranja moderne tvornice  
Izvor: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/> (2.8.2019.)



## 5.1. Industrijski svijet stvari

Industrijski internet stvari (eng. Industrial Internet of Things), njegova glavna značajka je upotreba pametnih senzora i pokretača za poboljšanje proizvodnih i industrijskih procesa.

Povezani senzori omogućuju tvrtkama da se brže prilagode zbog prijašnjih neefikasnosti i problema, a štede vrijeme i novac. Specifično u proizvodnji, industrijski svijet stvari ima veliki potencijal za kontrolu kvalitete, održive i zelene prakse, slijedivost lanca opskrbe i ukupnu učinkovitost opskrbnog lanca. U industrijskom okruženju, industrijski svijet stvari je ključan za procese poput prediktivnog održavanja (eng. Predictive Maintenance), poboljšane usluge na terenu, upravljanja energijom i praćenja imovine.

industrijski Internet stvari je mreža inteligentnih uređaja povezanih u obliku sustava koji nadziru, prikupljaju, razmjenjuju i analiziraju podatke. Svaki industrijski Internet stvari opisan je kao ekosistem koji se sastoji od:

Inteligentno postrojenje koje može prepoznati, prenijeti i pohraniti podatke.

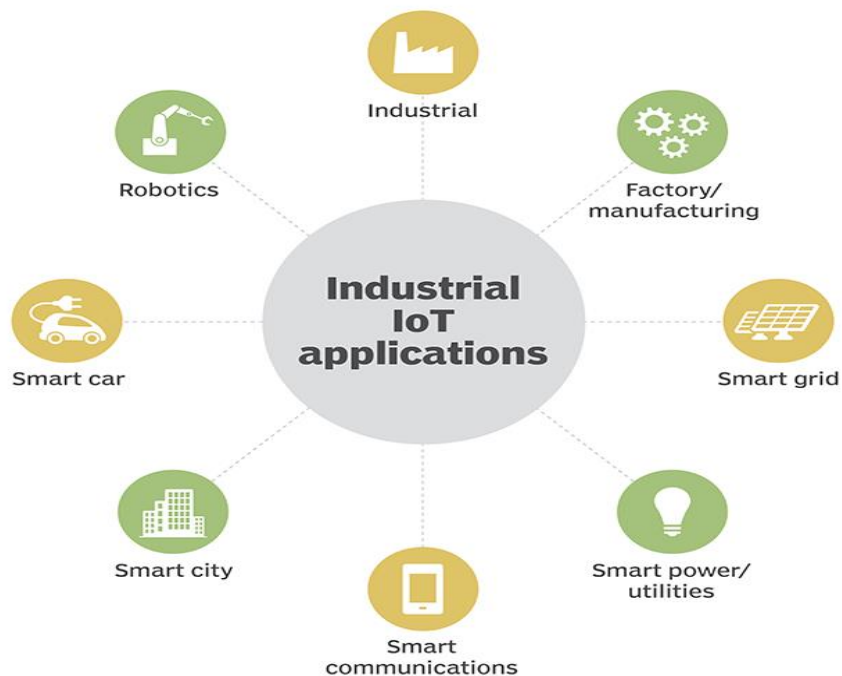
Javna i privatna komunikacijska infrastruktura podataka.

Analitika koja generira poslovne informacije iz neobrađenih podataka.

Jedna od najvažnijih prednosti koju industrijski internet stvari nudi tvrtkama je prediktivno održavanje. To uključuje organizacije koje koriste podatke u stvarnom vremenu generirane iz sustava industrijskog interneta stvari za predviđanje oštećenja u strojevima, na primjer, prije nego što se pojave, omogućujući tvrtkama da poduzmu mjere za rješavanje tih problema prije nego što dio pokvari ili stroj padne odnosno prije nego što se taj proizvod uopće počne proizvoditi.

Još jedna zajednička korist je poboljšana usluga na terenu. Tehnologije industrijskog interneta stvari pomažu tehničarima na terenu da identificiraju potencijalne probleme u opremi za kupce prije nego što nastanu ozbiljniji problemi, omogućujući tehničarima rješavanje tih problema prije nego što kupcu nastane šteta.

Dobavljači, proizvođači i kupci mogu koristiti sustave upravljanja imovinom koja prati lokaciju, status i stanje proizvoda u cijelom lancu opskrbe. Sustav će poslati instant upozorenja ako je roba oštećena ili postoji rizik da će biti oštećena, pružajući im priliku da odmah poduzmu ili preventivno djeluju kako bi ispravili novonastalu situaciju.



Slika 8 - Industrijske internet stvari

Izvor: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Industrial-Internet-of-Things-IIoT> (3.8.2019.)

Industrijski internet stvari također omogućava veće zadovoljstvo kupaca. Kad su proizvodi povezani na Internet stvari, proizvođač može snimiti i analizirati podatke o tome kako kupci koriste svoje proizvode, omogućujući proizvođačima i dizajnerama proizvoda da prilagode buduće uređaje i izrade više proizvoda koji su usmjereni na kupca. Umreženost industrijskog interneta stvari je i ujedno prikazano na slici 8.

industrijski Internet stvari također poboljšava upravljanje objektima. Budući da je proizvodna oprema osjetljiva na habanje, kao i određeni uvjeti unutar tvornice, senzori mogu nadzirati vibracije, temperaturu i druge čimbenike koji mogu dovesti do radnih uvjeta koji su više nego optimalni.

## 5.2. Digitalizacija poslovanja

Implementacijom digitalizacije postićemo pametnu tvornicu koja će postići naprednu proizvodnju zasnovanu na mrežnim tehnologijama i proizvodnim podacima. Uz to, pametna tvornica treba uzeti u obzir zahtjeve proizvodnje. Zbog različitih karakteristika proizvodnog i informacijskog polja, još uvijek je potrebno riješiti mnoge tehničke probleme kako bi se ubrzao put prema pametnim tvornicama. Glavni ciljevi poboljšanja tvornice:

U sloju fizičkih resursa, fizička oprema mora imati podršku za prikupljanje informacija u stvarnom vremenu, a komunikacijski uređaji trebaju osigurati brzi prijenos heterogenih informacija. Radionica bi trebala osigurati brzu konfiguraciju i prilagodljivost. Nadalje, treba poboljšati inteligenciju osnovne opreme kako bi se ispunili zahtjevi Interneta Stvari.

U mrežnom sloju, industrijski Internet stvari tebao bi podržati nove protokole i novi format podataka s velikom fleksibilnošću i skalabilnošću, dok industrijske bežične senzorske mreže (eng. industrial wireless sensor network) donose nove mogućnosti za razvoj industrijske mreže

U sloju aplikacije za prijenos podataka oblačna platforma (eng. cloud platform) trebala bi biti u mogućnosti analizirati različite podatke. Dakle, platforma je korištena za modeliranje pametne tvornice koja može pružiti sposobnosti samoorganizacije, samo učenja i samo prilagodbe. Štoviše, analiza podataka mogla bi pružiti znanstvenu osnovu za donošenje odluka, dok bi se analizom podataka moglo koristiti za osiguravanje optimizacije dizajna i preventivno aktivno održavanje.

### 5.3. Tehnologije digitalizacije

Tehnologije koje su bitan faktor na kojima se pametna tvornica bazira. Njihovom implementacijom u tvornicu postizemo stupanj modernizacije i kvalitetu na kojoj se pametne tvornice baziraju.

**Modularnost:** Odnosi se na komponente sustava. Modularnost se može definirati kao sposobnost da se komponente sustava odvoje i kombiniraju lako i brzo. Na primjer, moduli se mogu na vrijeme dodati, preurediti ili premjestiti u proizvodnoj liniji. Pametna tvornica trebala bi posjedovati veliku modularnost, omogućujući tako brzo integriranje modula koje mogu opskrbljivati više dobavljača. Modularnost omogućava sposobnost kako bi se omogućilo sustavu da brzo odgovori na promjenjive zahtjeve korisnika i da prevlada unutarnje neispravnosti sustava.

**Interoperabilnost:** To se odnosi i na sposobnost dijeljenja tehničkih informacija unutar komponenti sustava, uključujući proizvode, i na mogućnost dijeljenja poslovnih informacija između proizvodnih poduzeća i kupaca. CPS (eng. Cyber-physical system) omogućava povezivanje preko Internet of things i Internet of services. Standardizirane mehaničke, električne i komunikacijske informacije ključne su za poboljšanje interoperabilnosti. Drugi ključni pokretač interoperabilnosti je kontroler koji se može integrirati s drugim sustavima i obično je brži u odabiru novih svojstava interoperabilnosti. Pametni PLC-i sustavi imaju prednost u tom pogledu, omogućujući veću integraciju PLC-a i IT programa.

**Decentralizacija:** Elementi sustava (moduli, rukovanje materijalima, proizvodi, itd.) imaju mogućnost sami donositi odluke. Odluka će se donositi autonomno u stvarnom vremenu bez kršenja organizacijskog cilja. Takva interakcija prilagodit će procese svakoj pojedinačnoj narudžbi, omogućujući jeftine i prilagođene proizvode.

**Virtualizacija:** To se odnosi na stvaranje umjetnog tvorničkog okruženja uz pomoć CPS-a (eng. Cyber-physical system) koji je sličan stvarnom okruženju tvornice i ima mogućnost praćenja i simulacije fizičkih procesa. Virtualni sustav koristi se za nadgledanje i kontrolu njegova fizičkog aspekta, koji šalje podatke da ažurira svoj virtualni model u stvarnom vremenu. Virtualni sustav omogućuje provedbu dizajna stvarajući digitalne prototipove koji su vrlo slični stvarnom okruženju. Dizajn se može provjeriti, izmijeniti i testirati prije narudžbe u fizičkom sustavu.

Kombinacija virtualne i povećane stvarnosti s mobilnim uređajima pružaju kupcima bolji uvid u detaljan dizajn njihovih proizvoda i omogućuju im praćenje proizvodnog procesa.

**Orijentacija usluge:** odnosi se na ideju da će se prerađivačke industrije prebaciti sa prodaje proizvoda na prodaju proizvoda i usluga. Prerađivačke industrije postaju davatelji usluga budući da su njihovi proizvodi postigli konkurentnu ravnopravnost. Umjesto da se organizacije usredotoče na prodaju proizvoda, organizacije se prvenstveno usredotočuju na prodaju usluge. Proizvodi i usluge bit će integrirani i prodavani zajedno.. Takva strategija potiče inovacije u poboljšanju temeljnih procesa u kojima su resursi koncentrirani i neće se rasipati.

**Sposobnost odziva u stvarnom vremenu:** To se odnosi na sposobnost sustava da reagira na promjene u zadanom vremenu, poput promjena u zahtjevima kupaca ili internom proizvodnom sustavu (npr. Kvarovi i potražnja resursa). Kako bi se odgovorilo na zahtjeve kupaca, informacijama treba pristupiti i analizirati ih u stvarnom vremenu. Sustav će istražiti mogućnost ispunjavanja zahtjeva korištenjem postojećih resursa putem rekonstrukcije ili suradnje s drugim tvornicama putem CPS-a(eng. Cyber-physical system) zatraživanjem usluga koji nisu dostupni u samoj tvornici. Sustav treba imati dovoljan stupanj modularnosti za postizanje takve rekonstrukcije. Odgovori na unutarnje promjene, nadzor i kontrolu trebali bi biti u stvarnom vremenu. Poremećaji bi se trebali otkriti na vrijeme, a sustav bi trebao imati mogućnost brzog oporavka.

## 6. ZAKLJUČAK

Kroz povjest su nas pratile tri velike industrijske revolucije koje su omogućile veliki napredak kako pojedinca tako i cijelog društva. Ova posljednja industrijska revolucija jedan je od najvećih napredaka u povijesti čovječanstva. Proizvođači sada imaju zlatnu priliku za iskorištavanje obećanih ogromnih prednosti digitalizacije. Pojavom pametnih senzora, umjetne inteligencije, velikih baza podataka i robotike, u kombinaciji sa tehnologijom oblaka, najavljuje novo doba za proizvođače, obilježeno potpuno integriranim pametnim tvornicama koje mogu brzo prilagoditi proizvode potrebama klijenta i odgovoriti na njihove zahtjeve u kratkom vremenskom roku.

Novim tehnologijama koje donosi industrija 4.0 te njihovom implementacijom u tvornice postićemo modernija postrojenja koja omogućuju poslodavcima i njihovim radnicima kompetetnost na tržištu te brže i jednostavnije rješavanje problema.

## POPIS LITERATURE

### Knjige

- [1] Crnjac, M., Veža, I., & Banduka, N. (2017). From concept to the introduction of industry 4.0. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 8, 21.
- [2] Henning, K. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.
- [3] Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE.
- [4] Watts, S. (2016). *The Internet of things (IoT): applications, technology, and privacy issues*. Nova Science Publishers, Inc..

### Internet linkovi

- [5] A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective (2015.), [https://m.vdi.eu/fileadmin/vdi\\_de/redakteur/karriere\\_bilder/VDI-ASME\\_2015\\_White\\_Paper\\_final.pdf](https://m.vdi.eu/fileadmin/vdi_de/redakteur/karriere_bilder/VDI-ASME_2015_White_Paper_final.pdf) (08.08.2019)
- [6] Industrijska revolucija – od industrije 1.0 do industrije 4.0 – Desoutter Industrial Tools (2019.), <https://www.desouttertools.si/industrija-4-0/novice/654/industrijska-revolucija-od-industrije-1-0-do-industrije-4-0> (13.08.2019)
- [7] Industry 4.0 – the Nine Technologies Transforming Industrial Production (2019.), <https://www.bcg.com/en-il/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx> (13.08.2019)
- [8] Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies (2015.), <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf> (06.06.2019)
- [9] Futrue Factory: How Technology is Transforming Manufacturing <https://www.cbinsights.com/research/future-factory-manufacturing-tech-trends/>

- [10] (PDF) Industry 4.0: the Future Concepts and New Vision of Factory of the Future Development (2016.), [https://www.researchgate.net/publication/303561107\\_Industry\\_40\\_the\\_Future\\_Concepts\\_and\\_New\\_Visions\\_of\\_Factory\\_of\\_the\\_Future\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/303561107_Industry_40_the_Future_Concepts_and_New_Visions_of_Factory_of_the_Future_Development) (02.08.2019)
- [11] (PDF) How to Define Industry 4.0: Main Pillars Of Industry 4.0. (2019.), [https://www.researchgate.net/publication/326557388\\_How\\_To\\_Define\\_Industry\\_40\\_Main\\_Pillars\\_Of\\_Industry\\_40](https://www.researchgate.net/publication/326557388_How_To_Define_Industry_40_Main_Pillars_Of_Industry_40) (08.08.2019)
- [12] What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone (2019.), <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#> (13.08.2019)
- [13] What is Industry 4.0. | The Industrial Internet of Things | Epicor (2019.), <https://www.epicor.com/en-us/resource-center/articles/what-is-industry-4-0/> (10.08.2019)

## **POPIS SLIKA**

Slika 1 - Parni stroj.....	3
Slika 2 - Linija sklapanja.....	4
Slika 3 - Programabilni logički kontroler.....	5
Slika 4 - Tok industrijskih revolucija.....	6
Slika 5 - Tehnologije koje opisuju industriju 4.0.....	7
Slika 6 - Koncept pametne tvornice.....	11
Slika 7 - Način funkcioniranja moderne tvornice.....	15
Slika 8 - Industrijske internet stvari.....	17