

# Pojava industrije 5.0 i utjecaj na upravljanje organizacijom

---

Plantak, Lorena

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:885723>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-29**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 022/LIM/2023**

# **Pojava industrije 5.0 i utjecaj na upravljanje organizacijom**

**Lorena Plantak, 0066321871**

Varaždin, lipanj 2023. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel logistike i mobilnosti

Završni rad br. 022/LIM/2023

## Pojava industrije 5.0 i utjecaj na upravljanje organizacijom

**Student**

Lorena Plantak, 0066321871

**Mentor**

doc. dr.sc. Vesna Sesar

Varaždin, lipanj 2023. godine

## **Sažetak**

Predmet ovog rada temelji se na istraživanju i analiziranju Industrije 5.0 koja je još u razvoju te kakav je njezin utjecaj na upravljanje organizacijom. Također, jedan od ciljeva je usporedba Industrije 4.0 i Industrije 5.0 kroz prikaz sličnosti i razlika. Nadalje, prikazat će se detaljan povijesni razvoj industrijskih revolucija. U radu će biti prikazane sve prednosti koje dolaze s Industrijom 5.0 poput Internet stvari, računalstvo u oblaku, virtualna stvarnost, pametne tvornice i mnoštvo novih pojmova. Opisuju se razni načini na koje je Industrija 5.0 ponovno usmjerena na čovjeka, odnosno ponovno stavlja čovjeka u središte proizvodnog procesa. Detaljnije se razrađuju glavne značajke nove industrijske revolucije kao što su otpornost, održivost i usmjerenost na čovjeka. Obrađuju se prednosti i nedostaci Industrije 5.0 te njezin utjecaj na cjelokupno djelovanje organizacije. Kako se organizacija mijenja s industrijskom revolucijom i ponovno stavlja čovjeka u središte zbivanja, jedno je od ključnih izazova ovog rada.

**Ključne riječi:** Industrija 5.0, Industrija 4.0, industrijske revolucije, nove tehnologije, upravljanje organizacijom

## **Summary**

The subject of this paper is based on the research and analysis of Industry 5.0, which is still under development, and what is its impact on the management of the organization. Also, one of the goals is to compare Industry 4.0 and Industry 5.0 through the presentation of similarities and differences. Furthermore, it will show the detailed historical development of industrial revolutions. The paper will present all the advantages that come with Industry 5.0, such as the Internet of Things, cloud computing, virtual reality, smart factories and many new terms. It describes the various ways in which Industry 5.0 is again focused on humans, that is, it once again places humans at the center of the production process. The main features of the new industrial revolution, such as resilience, sustainability and human-centeredness, are elaborated in more detail. The advantages and disadvantages of Industry 5.0 and its impact on the overall operation of the organization are discussed. One of the key challenges of this work is how the organization changes with the industrial revolution and puts man at the center of events again.

**Key words:** Industry 5.0, Industry 4.0, industrial revolutions, new technologies, management of the organizations

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJ preddiplomski stručni studij Logistika i mobilnost - Varaždin

PRISTUPNIK Lorena Plantak MATIČNI BROJ

DATUM 15.06.2023. KOLEGIJ Menadžment

NASLOV RADA Pojava industrije 5.0 i utjecaj na upravljanje organizacijom

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Industry 5.0 and its influence on organization management

MENTOR doc. dr.sc. Vesna Sesar ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc. Ivana Martinčević, predsjednik
2. prof.dr.sc. Krešimir Buntak, član
3. doc. dr.sc. Vesna Sesar, mentor, član
4. Ivan Cvitković, zamjenski član
- 5.

## Zadatak završnog rada

BROJ 022/LIM/2023

OPIS

Cilj i zadatak rada je da se obradi područje industrije 5.0 i napravi usporedba s industrijom 4.0. Rad opisuje značajke industrije 5.0 koja je usmjerena na čovjeka, odnosno ponovno stavlja čovjeka u središte proizvodnog procesa. Rad razrađuje glavne značajke nove industrijske revolucije poput otpornosti, održivosti i usmjerenosti na čovjeka. Obrađuju se prednosti i nedostaci industrije 5.0 te njezin utjecaj na cjeloukupno djelovanje organizacije

Stoga je kroz završni rad potrebno:

- opisati industriju 4.0
- opisati industriju 5.0
- analizirati i usporediti obje industrije
- istaknuti glavne značajke nove industrijske revolucije kao što su otpornost, održivost i usmjerenost na čovjeka.

ZADATAK URUČEN 15.06.2023.





### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, LORENA PANTAK (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom POJAVA INDUSTRIJE S.O. I UTJECAJ NA UPRAVLJANJE ORGANIZACIJOM (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Pantak Lorena  
(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.





## **Predgovor**

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila u potpunosti sama koristeći navedenu literaturu i stečeno znanje tijekom studija.

Zahvaljujem se svojoj mentorici doc. dr.sc. Vesni Sesar koja je pratila cijeli proces nastajanja završnog rada te me u istom usmjeravala, podržavala i savjetovala kako bih kvalitetno izradila ovaj rad. Na isti način, zahvaljujem se i svojoj obitelji na ukazanoj podršci tijekom cijelog studija.

## **Popis korištenih kratica**

<b>IoT</b>	Internet of Things Internet stvari
<b>IT</b>	Intelligence Tehnology Inteligentna tehnologija
<b>IP</b>	Internet Protocol Adresa internet protokola
<b>AI</b>	Artificial Intelligence Umjetna inteligencija
<b>IoE</b>	Internet of Everything Intenert svega
<b>VR/AR</b>	Virtual reality and augmented reality Virtualna i proširena stvarnost

# SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	2
1.2. Problem rada .....	2
1.3. Metode istraživanja .....	2
1.4. Sadržaj i struktura rada.....	2
2. Upravljanje organizacijom i temeljne funkcije upravljanja .....	4
2.1. Pregled razvoja teorije menadžmenta .....	6
2.2. Funkcije menadžmenta i upravljanje.....	6
2.2.1. Planiranje .....	7
2.2.2. Organiziranje.....	8
2.2.3. Upravljanje ljudskim potencijalima .....	9
2.2.4. Vođenje .....	10
2.2.5. Kontrola .....	10
2.3. Kvalitetno upravljanje organizacijom .....	11
3. Povijest industrijske revolucije i nove tehnologije.....	13
3.1. Prva industrijska revolucija .....	13
3.2. Druga industrijska revolucija .....	15
3.3. Treća industrijska revolucija .....	17
3.4. Industrija 4.0.....	19
3.4.1. Prednosti i nedostaci .....	20
3.4.2. Nove tehnologije Industrije 4.0 i utjecaj na organizaciju .....	22
3.5. Industrija 5.0.....	27
3.5.1. Povijesni pregled razvoja Industrije 5.0.....	28
3.5.2. Nove tehnologije Industrije 5.0 i utjecaj na organizaciju .....	29
3.5.3. Modernizacija i inovacije Industrije 5.0 .....	31
3.5.4. Potrebe za vještinama zaposlenika u Industriji 5.0.....	37
3.5.5. Utjecaj industrijskih revolucija na organizaciju i zaposlenike .....	39
4. Komparativna analiza Industrije 4.0 i Industrije 5.0 .....	41
5. Zaključak .....	43
Literatura .....	45
Popis slika.....	50
Popis tablica.....	51



# 1. Uvod

Dosadašnja tehnologija u industriji omogućuje nam da postignemo značajno povećanje industrijske proizvodnje. Samim time, stvaramo lančanu reakciju u industrijama i poduzećima. Novi proizvodi koji se pojavljuju na tržištu bit će dostupni u velikim količinama. Odnos ponude i potražnje će se mijenjati za većinu proizvoda i usluga. Otvaraju se nova poduzeća dok ona postojeća zastarijevaju ako se ne prilagode. Sve promjene koje se dešavaju uveliko utječu na društvo u više smjerova, poput društvenih i socijalnih odnosa, obrazovnog sustava i sl. Takve promjene u društvu nazivaju se industrijska revolucija.

Jedna od definicija industrijske revolucije bila bi da je to povijesni period u kojem je došlo do relativno brze i nenadane promjene u aspektu načina dotadašnje proizvodnje. Do danas, javljaju se četiri/pet industrijske revolucije koje su u potpunosti promijenile načine proizvodnje, a prva takva javlja se u Engleskoj između 1750. i 1760 godine.

Trenutno se nalazimo u četvrtoj industrijskoj revoluciji, odnosno Industrij 4.0 koja je zaživjela 2011. godine. Industrija 4.0 potaknuta je od strane Njemačke te stavlja naglasak na automatizaciju proizvodnje upotrebom svih novih proizvodnih tehnologija. „Pametna proizvodnja“ ili „Pametne tvornice“ je srž Industrije 4.0. Mnogo se raspravljalo i razgovaralo o takvom konceptu te se došlo do zaključka da postoji ogromna podrška za Industrij 4.0, ali isto tako postoje i određene kritike od strane znanstvenika i stručnjaka. Nekolicina njih se slaže da to nije revolucija već zastarjela IT koja je podržana proizvodnjom. No s druge strane, većina njih podržava revoluciju koji u njoj vide potencijal samim time što automatizacijom proizvodnje dolazi do integracije računalne tehnike, prijenosa i obrade podataka te suvremenih mehaničkih sustava.

Nakon samo par godina od dolaska Industrije 4.0, neki znanstvenici već su započeli diskusiju o petoj industrijskoj revoluciji. Time potaknuti, 2015. godine uvodi se pojam Industrija 5.0 koja se pojavljuje kao odgovor na vidljive nedostatke Industrije 4.0. Cijeli koncept nove industrijske revolucije temelji se na integraciji ljudi, robota i IoT uređaja (Internet of Things, hrv. internet stvari) u prethodno automatiziranom industrijskom okruženju.

Sagledavajući Industrij 4.0, uočavamo da se temelji na korištenju robota i pametnih strojeva kako bi maksimizirala učinkovitost dok, s druge strane, Industrija 5.0 stavlja čovjeka i njegov potencijal u prvi plan te pokušava novim tehnologijama poput IoT i Big Data (hrv. veliki podaci) osnažiti i podići ljudski rad i sposobnosti na višu razinu. Industrij 5.0 brojni znanstvenici nazivaju „humanom revolucijom“ jer radi u interesu ljudi, potiče važnost ljudske sigurnosti i dobrobiti, zalaže se za fizičku sigurnost radnika ali i za mentalno zdravlje koje smatra jednako bitnim, naglasak se stavlja na autonomiju, dostojanstvo i privatnost ljudi.

## **1.1. Predmet i cilj rada**

Predmet ovog rada temelji se na postojećim znanjima istraživača, znanstvenika i praktičara o pojavi Industrije 5.0 i njezinom utjecaju na upravljanje organizacijom.

Cilj rada je prikazati utjecaj Industrije 5.0 na upravljanje organizacijom i sličnosti, odnosno razlike između Industrije 4.0 i Industrije 5.0.

## **1.2. Problem rada**

Problem završnog rada je postavljen kroz tri istraživačka pitanja, a to su sljedeća:

- a) Koje su sličnosti i razlike između industrije 4.0 i 5.0?
- b) Mijenja li industrija 5.0 potrebe za vještinama radnika u suvremeno doba?
- c) Kako industrija 5.0 utječe na upravljanje organizacijom?

Problem Industrije 5.0 sadržan je u činjenici da nekolicina ljudi ne priznaje da je ista započela i da je već uvelike utjecala na samu organizaciju kao i na same radnike. Mnogi smatraju da se još uvijek nalazimo u četvrtoj industrijskoj revoluciji, no razvoj tehnologije ide u prilog pete industrijske revolucije.

Uz istraživačka pitanja, razrađuje se položaj i uloga radnika u revoluciji. Njihova uloga u puno je boljem položaju u odnosu na prethodne revolucije jer peta industrijska revolucija čovjeka stavlja u središte zbivanja.

Nadalje, opisuje se razlika između Industrije 4.0 i Industrije 5.0, koje su to prednosti jedne u odnosu na drugu, a koji su nedostaci.

## **1.3. Metode istraživanja**

Znanstvene metode korištene u radu su metoda deskripcije, metoda kompilacije, metoda komparacije, metoda analize i metoda sinteze.

## **1.4. Sadržaj i struktura rada**

U radu će se detaljno proći kroz najbitnije sastavnice pete industrijske revolucije. Započinjemo sa pregledom teorija menadžmenta, kratak opis ključnih funkcija menadžmenta te kako je svaka od revolucija utjecala na organizaciju. Nadalje, detaljno se obrađuju tri industrijske revolucije koje su prethodile i stvorile temelje za buduće dvije. U srednjem djelu rada, opisat će se četvrta industrijska revolucija, njezine prednosti i nedostaci kao i nove tehnologije koje su se razvile. Uz to, detaljno će se obraditi peta industrijska revolucija, kako je započela, njezin razvoj kroz godine te koje nove tehnologije donosi sa sobom i koje će se tek u budućnosti razviti. Na kraju, obrađena

je komparativna analiza Industrije 4.0 i Industrije 5.0 – koje su sličnosti, a u kojim segmentima se one razlikuju.



## 2. Upravljanje organizacijom i temeljne funkcije upravljanja

Organizacija se može definirati na više načina, tj. ima višestruko značenje. Pod pojmom organizacija podrazumijevamo skup osoba ili manjih udruženja pa sve do Ujedinjenih naroda. Nadalje, organizacijom se označava i djelatnost ili stanje koje je postignuto organiziranjem (Žugaj, Šehanović, Cingula, 2004; 4,-5). Poduzeće možemo definirati kao poseban oblik organizacije kao institucije koja je rezultat utjecaja industrijskih revolucija. Ako sagledamo organizaciju rada prije industrijskih revolucija i organizaciju poduzeća nakon industrijske revolucije uviđamo znatne razlike. Industrijska revolucija uveliko je promijenila način rada. S manufakturnog i obrtničkog ustroja prešlo se na industrijsku proizvodnju. U industrijskoj proizvodnji smanjio se broj radnika i predmeti rada dok su se povećala sredstva rada (Žugaj, Šehanović, Cingula, 2004; 8-9). Svakom pojavom nove industrijske revolucije stanje u poduzeću kao i samo poduzeće se stalno mijenjalo i unaprjeđivalo.

Poslovna organizacija (poduzeće) se može sagledati kao poslovni sustav. U tom slučaju, upravljanje organizacijom označava usmjeravanje i reguliranje koje predvodi određeni organ. Takav poseban organ može se podijeliti na efektora, koji ostvaruje zadane ciljeve organizacije i upravljač, koji osigurava smjer djelovanja sustava (Žugaj, Šehanović, Cingula, 2004). Upravljanje u poslovnoj organizaciji je uloga koja u više smjerova utječe na funkcioniranje poslovnog sustava, a posljedica je vanjskih i unutarnjih čimbenika te one čine poslovnu funkciju koja se naziva menadžment.

Kako bih organizacija mogla uspješno poslovati važno je da ima dobro organiziran menadžment koji njome upravlja. Menadžment se, jednako kao i organizacija, može različito definirati, ali jedno je sigurno da ima ključnu ulogu kod ostvarivanja zadanih ciljeva organizacije.

Prema Sikavica (2004) menadžment je aktivnost koja je okrenuta prema ostvarivanju, unaprijed zadanih, ciljeva organizacije te su glavne funkcije menadžmenta planiranje, organiziranje, upravljanje ljudskim potencijalima, vođenje i kontroliranje. Dok s druge strane, Certo i Certo (2008) navodi da je menadžment proces usmjeravanje ponašanja drugih kako bi se postigao određeni cilj organizacije. Kao takav menadžment se može sagledavati s tri strane (Certo i Certo, 2008):

- a) kao proces kroz povezane aktivnosti
- b) čiji glavni cilj je ostvarivanje ciljeva organizacije,
- c) upotrebljavajući dostupne resurse poput novca, ljudi, sredstva, kapitala

Kako su prolazile godine menadžment se sve više razvijao i unaprjeđivao što se može prikazati kroz četiri osnovne faze menadžmenta (Sikavica i sur, 2008:11):

1. Primarni menadžment – važno je osobno i zajedničko

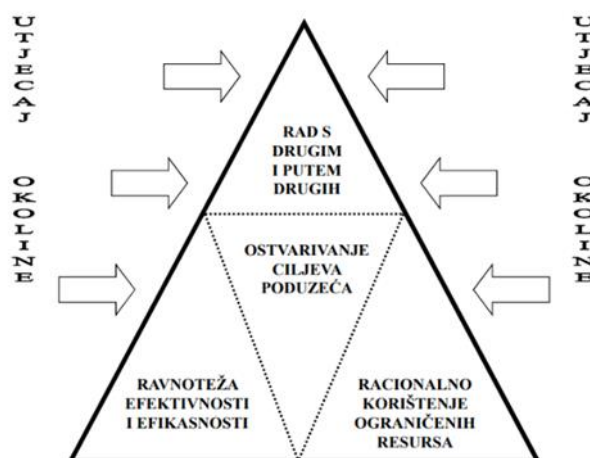
2. Racionalni menadžment – funkcijsko i organizacijsko
3. Razvojni menadžment – individualno i neovisno
4. Metafizički menadžment – duhovno i kulturno kao osnova.

U organizaciji postoji nekoliko razina hijerarhije. Na najvišim razinama nalaze se osnivači poduzeća koji sudjeluju u skupštini društava, nadzornom odjelu i upravi te menadžeri koji su članovi izbornih upravnih organa tj. nadzornog odbora i uprave. Menadžeri uz upravljačku funkciju izvršavaju još i izvršnu funkciju. Žugaj i sur. (2004) vrhovni menadžment sagledavaju s dva aspekta, a to su upravljački i izvršni.

Upravljački menadžment čine vlasnici poduzeća i njihovi zamjenici koje skupština imenuje u upravni odbor odnosno, nadzorni odbor tvrtke. Nadzorni odbor tvrtke čine direktor i predsjednik odbora čiji je zadatak da vode brigu da je posao vođen u skladu s njihovim interesima. U poduzeću postoje i direktori koji su stalno zaposleni pa se oni nazivaju „unutarnji direktori“, dok postoje i oni koji imaju samo vlasničke udjele u tvrtci te su nazvani „vanjski direktori“. Zadaća „vanjskih direktora“ je da pomognu u rješavanju financijskih, pravnih, promidžbenih i ostalih pitanja.

Druga razina menadžmenta naziva se izvršni menadžment. Na čelu izvršnog menadžmenta nalazi se izvršni menadžer i glavni izvršni direktor (CEO). Takvo izvršno tijelo naziva se uprava koju čine jedan ili više direktora. Primarni zadatak izvršnog tijela je da sprovedi strategijske odluke koje su donijeli članovi upravljačkog menadžmenta. Izvršni menadžeri odgovorni su za mikro ustroj tvrtke, također vode brigu o odabiru i uporabi raspoloživih resursa. Najvećim dijelom odgovorni su za poslovni rezultat i uspješnost poslovanja tvrtke koja se očituje na kraju poslovne godine.

**Slika 1** Ključni elementi za postizanje ciljeva poduzeća



**Izvor:** Cerović (2010)

## 2.1. Pregled razvoja teorije menadžmenta

Pojedini menadžerski alati koje koriste suvremeni menadžeri pojavljuju se tijekom industrijske revolucije te su i danas vrlo cijenjeni i aktualni u procesima upravljanja organizacijom. Prije otprilike sto do sto pedeset godina razrađeni su brojni elementi menadžmenta koje su predstavili poznati teoretičari i naučnici. Početkom 20. st. dolazi do teorijskog promišljanja menadžmenta iako se nesistematizirane sastavnice o menadžerskim i organizacijskim principima pojavljuju godinama unazad. Na primjer, vojska i cijela njezina organizacija je primjer organizacijskih principa na kojima su se godinama unazad razvijale prve menadžerske teorije dok je s druge strane, suvremeni menadžment od njih preuzeo elemente zapovijedanja, poštovanja autoriteta i sl. (Pfeifer, 2012).

Vrhunac potrebe za menadžmentom razvija se nakon industrijske revolucije. Industrijska revolucija uvela je brojne promjene poput uvođenja tehničkih sustava u pogone, manufakturalni rad zamijenjen je velikim pogonima i masovnom proizvodnjom, djelatnici su iskorištavali vlastiti zanat te ih nije bilo potrebno obučavati. Mana cijele proizvodnje je iskorištavanje radnika, ne samo fizički već i materijalno. Radnici su vrlo često morali koristiti vlastiti alat i potrebnu opremu za rad dok su zadaci koje su obavljali bili vrlo iscrpljujući, fizički naporni i zamorni.

Početkom 20. st. na teritoriju SAD-a postojalo je oko 70 tvornica od kojih je svaka zapošljavala preko 2000 radnika dok su neke čak imale i do 10 000 zaposlenih ljudi. Uz toliki broj zaposlenih radnika, bilo je i više nego potrebno razviti potrebne organizacijske alate uz pomoć kojih bih se masovne tvornice učinile efikasnijima. Tijekom tog razdoblja razvile su se tzv. „prve škole“ tj. prve teorije menadžmenta (Pfeifer, 2012):

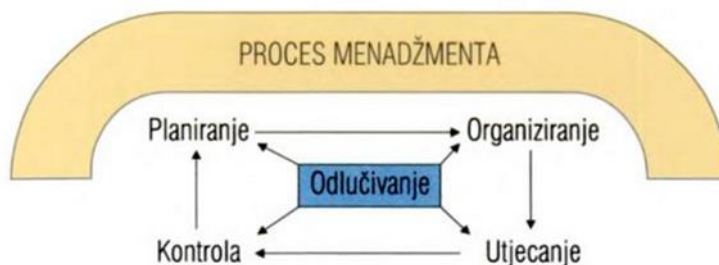
- a) Klasična škola menadžmenta
- b) Bihevioristička škola menadžmenta
- c) Kvantitativna škola

## 2.2. Funkcije menadžmenta i upravljanje

Menadžment se može opisati kao „proces kontinuiranih i povezanih aktivnosti“ dakle to je „proces planiranja, organiziranja, pokretanja i kontroliranja organizacijskih aktivnosti da bi se postigla koordinacija ljudskih i materijalnih resursa, esencijalnih u efektivnom i efikasnom postizanju ciljeva“ (Sikavica, 2004:69). Na isti način menadžment se deklarira kao „*postizanje organizacijskih ciljeva na efikasan i efektivan način kroz planiranje, organiziranje vođenje i kontroliranje organizacijskih resursa*“ (Sikavica, 2004:69).

Neki smatraju da proces menadžmenta sadrži više od četiri temeljne funkcije odnosno uz četiri temeljne funkcije smatraju da bitnu ulogu ima i odlučivanje koje povezuje preostale četiri što možemo vidjeti iz slike 2.

**Slika 2** Temeljne funkcije menadžmenta



**Izvor:** Sikavica i Bahtijarević – Šiber (2004).

### 2.2.1. Planiranje

Jedan od bitnijih zadataka menadžmenta je pravilno postaviti ciljeve te tražiti brojne načine kako bi se ti ciljevi mogli realizirati. Prema Sikavici i sur. (2008:139) planiranje je „proces definiranja onoga što neka organizacija želi postići (ciljevi) i načina na koji to želi ostvariti (strategija i planova), a koji započinje određivanjem trenutnog položaja organizacije“. Planiranje je najvažnija funkcija menadžmenta kojom se nadilazi jaz između onoga što je do sada neka kompanija postigla i onoga što ista želi biti u budućnosti. U prijevodu, planiranjem se organizaciju usmjerava prema razvitku u budućnosti. Tu su uključene aktivnosti poput izbora vizije i misije te odluke koje su potrebne kod poduzimanja akcija za njihovu realizaciju (Sikavica, 2004).

Iz slike 8 najbolje možemo vidjeti tijek procesa planiranja.

**Slika 3** Prikaz tijeka procesa planiranja



**Izvor:** Sikavica i sur. (2008)

Planiranje je, kao glavna funkcija menadžmenta, povezana sa svima funkcijama, a u najvećoj mjeri sa procesom kontrole. One se ponašaju kao sijamski blizanci, nerazdvojive su funkcije. Također, nema kontrole bez dobro razrađenog plana (Sikavica, 2004).

### **2.2.2. Organiziranje**

Nakon planiranja i postavljanja ciljeva, javlja se organiziranje kao druga temeljna funkcija menadžmenta. Organiziranje je funkcija koja svakom zaposlenom pridodaje određene zadatke kako bi svojim radom i trudom pridonijeli ostvarenju zadanih ciljeva. Jedan od glavnih ciljeva

organiziranja je oblikovati efikasnu organizacijsku strukturu kako bi članovi organizacije mogli obaviti zadane zadatke.

Prema Sikavici i sur. (2008: 25) organiziranje ima nekoliko temeljnih zadataka:

- *„Uspostaviti i klasificirati sve potrebne aktivnosti u organizaciji*
- *Grupirati aktivnosti na jednom od načela izgradnje organizacijske strukture*
- *Dodjeljivati aktivnosti pojedinim organizacijskim jedinicama, menadžerima i zaposlenima*
- *Odrediti uloge ljudima koji zajedno rade i osigurati koordinaciju u strukturi organizacije.“*

Međutim, najvažniji zadatak organiziranja je odrediti uloge zaposlenima kako bi mogli pridonijeti ostvarenju ciljeva, odnosno ljudi su najefikasniji kada rade zajedno i ako znaju koje poslove moraju obaviti. Organiziranje se ne obavlja samo na najvišim razinama menadžmenta već na svim razinama. Kvalitetni menadžeri svakodnevno obavljaju proces organiziranja jer je organiziranje kontinuirani i neprekidni proces koji zahtjeva prilagođavanje unutarnjeg stanja s vanjskim utjecajem.

### **2.2.3. Upravljanje ljudskim potencijalima**

U posljednje vrijeme, velika pažnja posvećuje se upravo upravljanju ljudskim potencijalima jer organizacije počinju shvaćati važnost ljudskog kapitala te sve više brinu o njima. Ljudski potencijal, znanje, vještine i kompetencije nužni su aspekti uspješnog poslovanja svake organizacije, kompanije ili poduzeća. Jedna od važnih zadaća procesa upravljanja ljudskim potencijalima je pronaći ljudski potencijal koji je potreban za izvršenje određenih zadataka kako bi se ostvario zadani cilj organizacije. Što također, uključuje stalno zapošljavanje novih radnika te dodjeljivanje određenih zadataka i raspodjela na odgovarajuća radna mjesta.

Sikavica (2004:76) navodi da su temeljni zadaci upravljanja ljudskim potencijalima sljedeći:

- *„popunjavanje radnih mjesta u organizaciji*
- *zadržavanje i motiviranje kvalitetnih radnika*
- *stalna izobrazba, usavršavanje i razvoj zaposlenih“*

Proces upravljanja ljudskim potencijalima direktno je povezan s ciljevima organizacije, ali fokusiran je i na preostale ciljeve koje pokušava ostvariti koji se dijele u tri skupine: poslovni i ekonomski, socijalni i ciljevi fleksibilnosti i stalnih promjena. Prema tome, cilj suvremenog menadžmenta ljudskih potencijala je pridonijeti uspjehu poslovanja organizacije i zadržati ili povećati konkurentnu prednost kroz zaposlene (Sikavica i sur., 2008:598).

#### 2.2.4. Vođenje

Sikavica (2004) vođenje smatra jedinom pravom funkcijom menadžmenta iz razloga što se sve ostale funkcije obavljaju profesionalno u okviru odgovarajućih organizacijskih jedinica te je iz tog razloga vođenje najbitniji aspekt menadžmenta. Srž vođenja proizlazi iz slijedenja, odnosno to je volja ljudi da slijede i poštuju ono što je vođa zadao ili naredio, a uključuje mnoštvo aktivnosti koje se odnose na interakciju između nadređenog i podređenog.

Iako mnogi vođenje i menadžment smatraju sinonimima to nije isti pojam. Sikavica i sur. (2008:462) prema C.A. Carnal navodi da je menadžer osoba koja radi na pravi način dok je vođa osoba koja radi prave stvari. *„Vođa stoga definira viziju, odnosno strateški pravac djelovanja te inspirira, pomaže i potiče članove grupe prema ostvarivanju ciljeva. Menadžer, s druge strane, na temelju vizije razvija planove, organizira sustav odnosno transformacijske procese, osigurava materijalne čimbenike i ljudske potencijale te prati rad, utvrđuje odstupanja te dizajnira korektivne mjere, odnosno osigurava da sustav funkcionira besprijekorno.“* (Rupčić, 2018: 268)

Naime, menadžment stavlja naglasak na planiranje i organiziranje dok je kod vođenja naglasak na slijedenju i poštovanju. Kod menadžmenta je najvažnije obavljanje poslova pomoću drugih radnika, a vođenje uključuje odnose među ljudima. Razlika između menadžera i vođe je u tome da su menadžeri usredotočeni na ostvarivanje zadanih ciljeva, a vođe sami postavljaju svoje ciljeve koje žele realizirati. Vođenje nije ni po čemu bolje od menadžmenta niti obratno. Idealna je situacija kada je menadžer u isto vrijeme vođa što mu omogućuje uspješniji rad i zadovoljenje ciljeva organizacije.

#### 2.2.5. Kontrola

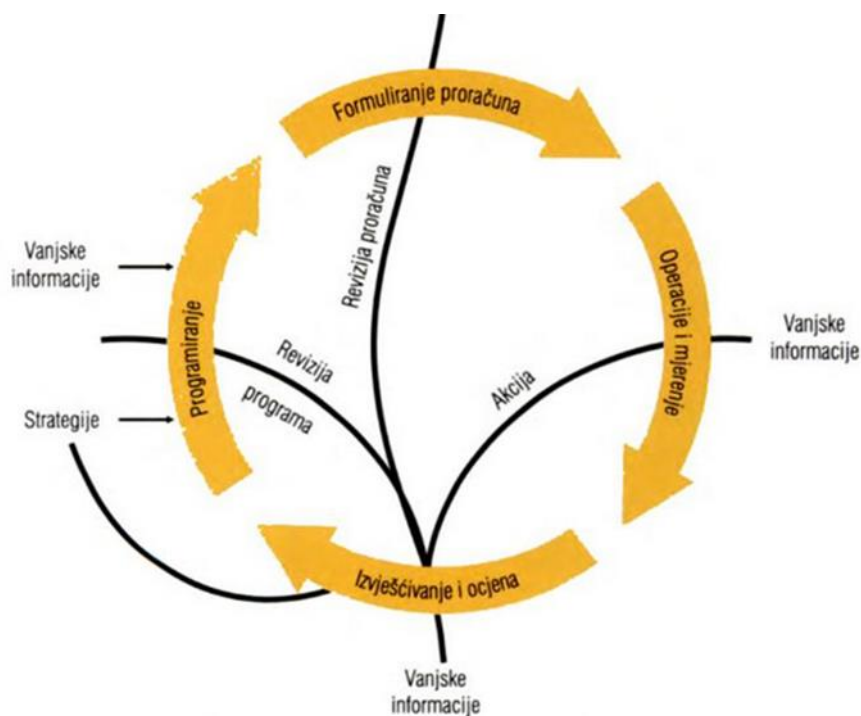
Kontrola kao posljednja menadžerska funkcija, ali nimalo manje važna, uspoređuje planirane ciljeve s ostvarenim te povezuje odnosno integrira cijeloukupni proces menadžmenta. Funkcija kontrole izrazito je bitna menadžerska funkcija jer bez iste posao menadžmenta ne bi bio efikasan. *„Kontroliranje se može definirati kao proces nadzora rada i poslovanja te uspoređivanje rezultata s ciljnim veličinama u svrhu dizajniranja korektivnih rješenja. Korektivna rješenja se mogu poduzimati u svim funkcijama menadžmenta.“* (Rupčić, 2018: 310)

Proces kontrole odvija se u tri faze (Sikavica, 2004: 78):

- *„određivanje standarda kao referentne veličine za usporedbu ostvarenog planiranim*
- *mjerenje ostvarenih rezultata u odnosu na plan*
- *otklanjanje odstupanja od standarda i plana“*

Faze menadžerske kontrole možemo vidjeti na slici 4.

Slika 4 Faze menadžerske kontrole



Izvor: Sikavica i Bahtijarević – Šiber (2004)

### 2.3. Kvalitetno upravljanje organizacijom

Svaka organizacija se sagledava kao „živi organizam“ i bitni dijelovi koji održavaju organizaciju na životu su stalna dinamika i promjene koje se dešavaju u njoj. Dinamiku i promjene uzrokuju vanjski utjecaji (npr. stabilnost tržišta) i unutarnji utjecaji koji proizlaze iz potreba organizacije (npr. novi poredak). Kako bi neka organizacija pozitivno odgovorila na promjene koje se dešavaju, vrlo je važno da su te promjene smisleno vođene kako bi se ista pozitivno odrazila na samu organizaciju, odnosno kako bi dovela do povećanja u poslovanju i rastu konkurentnosti na tržištu.

U današnje vrijeme, nalazimo se u četvrtoj i na korak smo do pete industrijske revolucije, promjene su izrazito važne kako bismo preživjeli. Tržište se razvija brzinom svjetlosti i ako organizacije u stopu ne prate te promjene, dolaze u stanje velike zaostalosti. Samim razvojem tehnologije i želje kupaca se mijenjaju te su poduzeća došla u stanje u kojem stalno moraju razvijati nove proizvode kako bi mogli konkurirati na tržištu. Također, informacije imaju veliku ulogu u cjelokupnom lancu. Prenose se sve brže između proizvođača i potrošača te tvrtke koje ne mogu pratiti takav ritam jednostavno propadaju (Gutić Martinčić, 2021: 14-15).

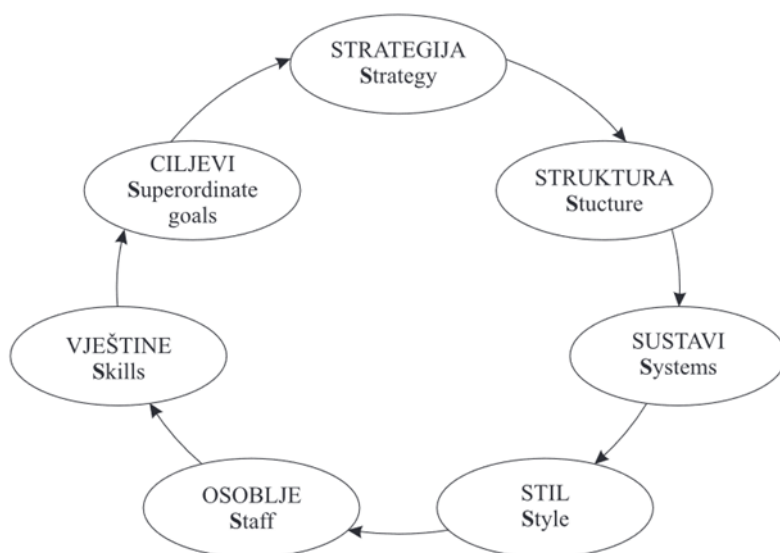
Kako se, u današnje vrijeme, sve jako brzo razvija, menadžeri igraju glavnu ulogu u cijelom procesu. U kratkom vremenskom roku moraju biti spremni odgovoriti na promjene kako se tvrtka



ne bi našla u teškoj poziciji. Samim time, menadžerima je neophodan plan kako bi uspješno prilagodili svoje organizacije promjenama koje slijede, ali istovremeno vodili tvrtku prema ostvarenju strateških planova. Kako bi uspjeli u tome tim profesora sa Sveučilišta Harvard i Stanford uz pomoć tvrtke McKinsey&Company razvili su „model 7S“ (Dujanić, 2004). Cilj ovog modela je da posluži kao vodič, ne samo za promjene, već i za uspješno provođenje samostalnih koraka u procesu transformacije.

Model 7S naglašava da je osim uvjeta „struktura slijedi strategiju“ važno uočiti i ostale čimbenike koji su međusobno ovisni. Takav model prikazuje 7 čimbenika od kojih svaki od njih započinje slovom S na engleskom jeziku pa je i sam model nazvan Model 7S, a to su: strategija (engl. strategy), struktura (engl. structure), sustav (engl. systems), zajedničke vrijednosti (engl. shared values), vještine (engl. skills), zaposlenici (engl. staf), stil (engl. style).

**Slika 5** Prikaz Modela 7S



**Izvor:** Dujanić (2004)

Na slici 5, prikazan je model 7S čiji glavni značaj proizlazi iz međupovezanosti njezinih elemenata. Iz tog razloga, promjena jedne varijable dovodi do većih ili manjih promjena ostalih varijabli što opet ima utjecaj na vanjsko okruženje. Prema tome, moglo bi se reći da je unutarnje stanje poduzeća zrcalna slika vanjskog stanja, pa iz toga dolazimo do zaključka da vanjska okolina predstavlja prijetnje i mogućnosti, dok unutarnja slabosti i snage.

### 3. Povijest industrijske revolucije i nove tehnologije

Prije same pojave 1. industrijske revolucije, život većine ljudi bio je težak. Živjeli su u malim i ruralnim zajednicama te se preživljavanje svodilo na domaćem uzgoju poljoprivrednih namirnica. Život tadašnjih ljudi znatno se razlikovao od današnjeg. Bio je iznimno naporan i težak zbog stalnih pojavljivanja bolesti te malih novčanih primanja. Sve što se moglo proizvodilo se kod kuće poput hrane, alata, odjeće i sl. Nisu postojale tvornice ni masovna proizvodnja, sve što se moglo proizvodilo se kod kuće uz pomoć ručnih alata ili jednostavnih „strojeva“.

Predindustrijskom revolucijom naziva se razdoblje između osnivanja tvornica u srednjovjekovnim gradovima i prve industrijalizacije druge polovice 18. st. Obitelji koje su živjele u ruralnim područjima, većinu slobodnog vremena posvećivale su manufakturnim poslovima kao i tkanju i šivanju. Na taj način, ostvarivali su dodatni način zarade koji je bio najrasprostranjeniji u Nizozemskoj, Engleskoj i na području Rajne, ali i na nekim područjima Europe, u blizini velikih gradova.

Krajem 18. stoljeća dolazi do potpuno novog načina proizvodnje koji se razvio u Engleskoj. Pojavio se niz tehničkih izuma koje su doprinijele potpunoj promjeni društvenih i gospodarskih odnosa u cijeloj Europi. Promjene koje mijenjaju društvene i gospodarske odnose u društvu zvane su industrijska revolucija. Kako su rasle potrebe za ručnom proizvodnjom i širenjem trgovine i do najudaljenijih područja, došlo je do stvaranja strojeva za proizvodnju koja se ne temelji samo na radu ljudskih ruku, već i na strojevima koji su se kroz vrijeme sve više razvijali (Marely, 2011).

#### 3.1. Prva industrijska revolucija

Industrija se može okarakterizirati kao jedna od najvažnijih prerađivačkih djelatnosti koja je obilježila gospodarstvo 19. i 20. st. Industriju opisuje velika količina kapitala te rada u jednom proizvodnom procesu.

Obilježja industrijske revolucije su (Čavrak, 2011, Str 148.):

1. *„Proizvodnja uz pomoć strojeva i složenih tehnoloških postupaka,*
2. *Najčešće masovna proizvodnja,*
3. *Standardizacija proizvoda koja podrazumijeva utvrđivanje karakteristika što ih moraju imati istovrsni proizvodi,*
4. *Neprekidan proces razvoja tehničke podjele rada koji rezultira povećanjem specijalizacije u proizvodnji te poticanjem razvoja drugih djelatnosti,*
5. *Tržišna proizvodnja i stalno širenje tržišta industrijskih proizvoda usporedno s rastućom specijalizacijom u proizvodnji“*

Svoje prve korijene, prva industrijska revolucija postavlja krajem 18. st. i početkom 19. st. u Velikoj Britaniji koja je u to vrijeme raspolagala velikom količinom ugljena i željezne rude. Proširila se i na ostale zapadnoeuropske države, ali i na SAD. Glavno obilježje 1. industrijske revolucije je prijelaz s ručne proizvodnje na strojnu što je uvelike olakšalo, ali i ubrzalo proces proizvodnje. U to vrijeme ruralna društva Europe i SAD-a postala su veoma industrijalizirana i urbana u odnosu na vrijeme prije revolucije. Proces industrijalizacije premjestio je proizvodnju iz obiteljskih domova u velike tvornice, što je postalo ekonomski isplativije. U to vrijeme, jedna od najrazvijenijih industrija bila je tekstilna. Potražnja je rasla iz dana u dan pa se posezalo za učinkovitijim i bržim načinom proizvodnje. Jedan od izumitelja bio je James Hergreaves koji je izumio stroj za pređenje (History, 2009.). Uz tekstilnu industriju, industrija željeza se, također, posebno isticala. Napravljen je velik skok u sustavu transporta, bankarstva i komunikacija. Jedan od velikih nedostataka industrijalizacije je rad u neljudskih uvjetima dok je dječji rad bio neizostavan.

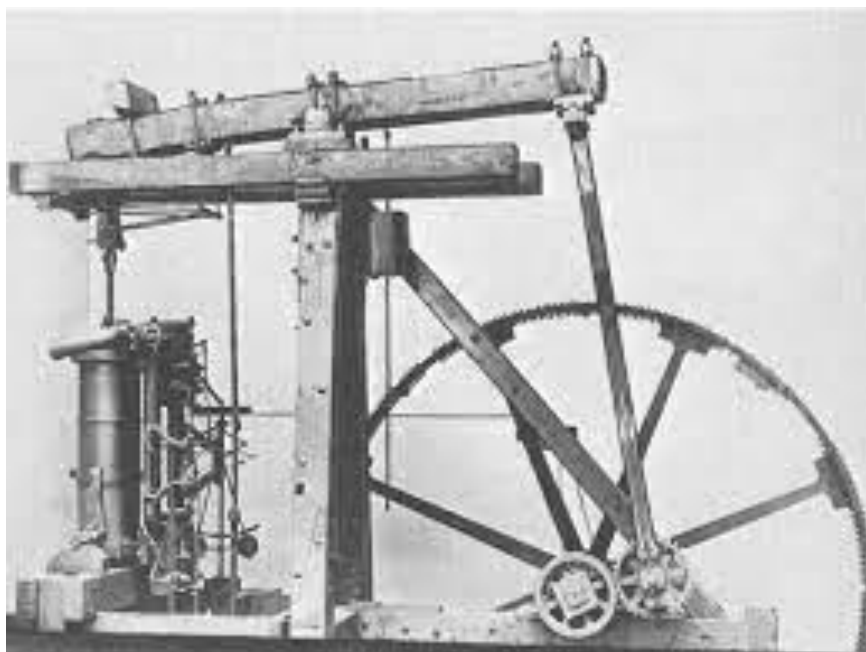
Ključan segment 1. industrijske revolucije je parni stroj. Prije izuma parnog stroja, ljudi su koristili životinjsku ili vlastitu snagu kako bi pokrenuli neko stroj. Thomas Newcomen razvio je 1712. godine parni stroj koji se primjenjivao u praksi kao stroj za ispumpavanje vode iz rudnika. Jedini nedostatak je bio taj što parni stroj nije imao razvijen kondenzator, koji hladi paru (Kras, 2004).

Parni stroj je usavršio i doradio škotski izumitelj James Watt, 1765. godine kada je otklonio glavni nedostatak početnog parnog stroja te patentirao svoj novi parni stroj koji se od tada počeo koristiti za pokretanje većine strojeva, lokomotiva, brodova i sl. Usavršeni parni stroj trošio je puno manje ugljena, a davao više snage uz pomoć kondenzatora koji je hlađenjem ponovno paru pretvarao u vodu (Kras, 2004)

Usavršavanjem parnog stroja, izum se proširio i na druge grane proizvodnje. R. Fulton je 1807. godine patentirao prvi parobrod pod nazivom *Clermont* koji je imao parni pogon. U skorije vrijeme takvi brodovi su ušli u širu primjenu za prijevoz tereta i dulja putovanja (Kotar, 2009).

Već 1814. godine, engleski inženjer George Stephenson izumio je parnu lokomotivu koja je koristila parni pogon te je služila za transport ugljena iz rudnika. (Chaline, 2015).

**Slika 6.** Prikaz parnog stroja Jamesa Watta



Izvor: Dobša (2006)

### **3.2. Druga industrijska revolucija**

Druga industrijska revolucija pojavila se u razdoblju između 1870. i 1914. godine. Još se naziva i *tehnološka revolucija* zbog raznih tehnoloških izuma nastalih u tom vremenu.

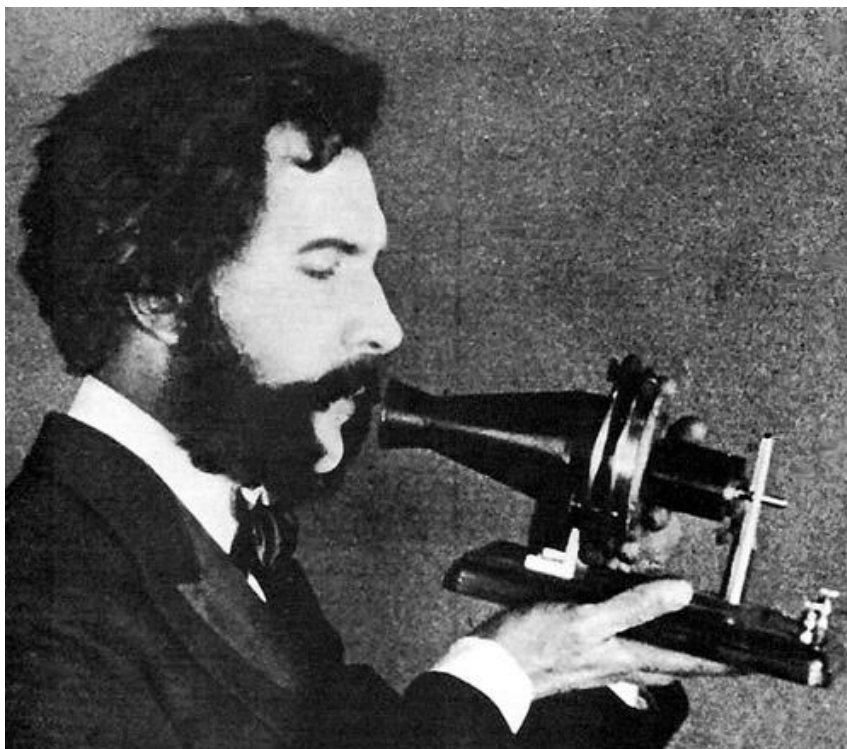
Druga industrijska revolucija odvija se paralelno sa nekim drugim zanimljivim promjenama poput povezanosti znanosti i tehnologije u kojem je stvoren suvremeni proces istraživanja i razvoja i u kojem se znanost utemeljila kao neophodna za proces gospodarskog rasta i razvitka (Courtney).

S obzirom na vrijeme prije revolucije, druga industrijska revolucija obilježena je s nekoliko različitosti. Različitosti se prikazuju kroz tri ideje:

1. Računovodstvo je unaprijeđeno te se razvilo u primijenjenu znanost koja uvelike pomaže kod poslovnog odlučivanja
2. Inženjeri upotrebljavaju rezultate znanosti kako bi se postigla znatnija sigurnost i ekonomičnost kod gradnje mostova i drugih građevina.
3. Tržište se širi radi konstantne porasti konkurencije među proizvođačima (Šimurina, Tolić, 2007).

Tijekom druge industrijske revolucije došlo je do mnoštva otkrića u vrlo kratkom vremenskom periodu poput otkrića telefona 1876. godine od strane Alexandra Graham Bella (slika 2), proces proizvodnje čelika iz 1856. godine koje je pokrenuo Bessemer te izum benzinskog Otto motora.

**Slika 7.** Prvi telefon Alexandra Graham Bella

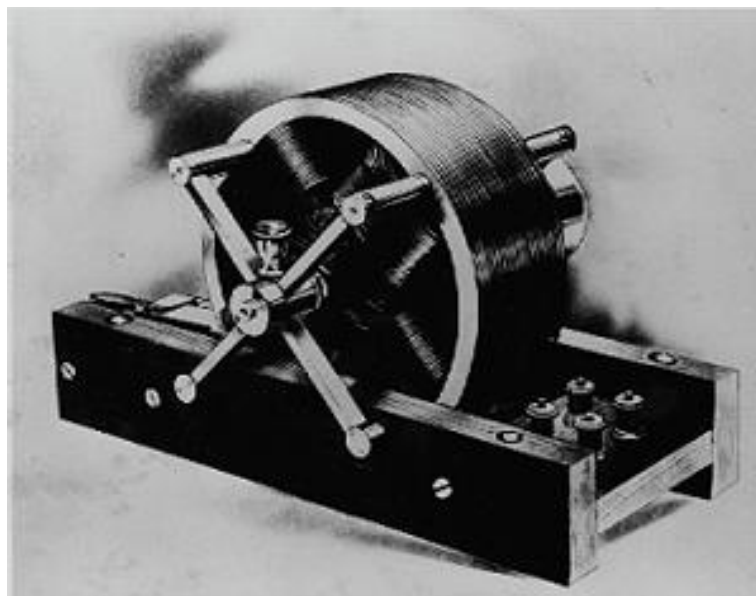


**Izvor:** Herljević (2016)

Prije 2. industrijske revolucije struja se smatrala bogatstvom. Jedini način osvjetljavanja koji se koristio u kućanstvu i tvornicama bile su svijeće ili lampe na plin te se iz tog razloga većina aktivnosti obavljala kroz dan. Prvu žarulju je izumio Thomas Edison. Iako se sve zasluge pripisuju Edisonu, ništa ne bi bilo moguće bez Nikole Tesle koji je smatrao da će se budućnost temeljiti na izmjeničnoj struji.

Među svim izumima, glavni pokretač druge industrijske revolucije je izmjenični polifazni sustav kojeg je osmislio i realizirao Nikola Tesla. Tesla je svojim izumom izmjeničnog generatora, visokonaponskog transformatora i asinkronog motora omogućio uvjete da se električna energija prenosi na daljinu te samim time odmaknuo tvornice od blizine izvora energije, tj. dao mogućnost da se grade na mjestima gdje postoji radna snaga. Samim time, omogućio je sve veću proizvodnju energije i njezin prijenos na sve veće udaljenosti (Yacht charter Croatia - [http://www.yacht-chartercroatia.com/about\\_croatia/tesla/tesla-great-scientist.htm](http://www.yacht-chartercroatia.com/about_croatia/tesla/tesla-great-scientist.htm)).

**Slika 8.** Teslin indukcijski motor



Izvor: Ericsson

Veliku promjenu u proizvodnji obilježilo je uvođenje pokretne trake u proizvodne procese te time olakšalo posao radnicima koji su postali efikasniji i produktivniji. Pokretna traka određivala je tempo rada dok je rad na traci obilježavala monotonija. Prvi koji je uveo pokretnu traku bio je Henry Ford 1913. godine za potrebe masovne proizvodnje njegovog Modela T. Takva instalacija pokretne trake smanjila je vrijeme izrade auta za 9h. (Bićanić, 2017).

Druga industrijska revolucija direktno je utjecala na poboljšanje standarda življenja jer su uvedene plaće, odnosno ljudi koji su radili u tvornicama bili su plaćeno za svoj posao. S druge strane, velik utjecaj je imala i na transport kod kojeg se konjska zaprega zamijenila električnim tramvajem te zamjena parnih lokomotiva električnim te je samim time promet značajno unaprijeđen

### **3.3. Treća industrijska revolucija**

Druga industrijska revolucija završava početkom 20. stoljeća kada započinje Prvi svjetski rat. Nekoliko godina nakon završetka Prvog svjetskog rata započinje Drugi svjetski rat te do nekog napretka u tehnologiji i industrijske revolucije ne dolazi do početka 60-tih godina 20. stoljeća. Treća industrijska revolucija započinje izumom tranzitora troje znanstvenika, Bardeena, Brattaina i Shockleya. Mnogi treću industrijsku revoluciju nazivaju i *Digitalna revolucija* jer u tom razdoblju mehaničku i analognu tehnologiju zamjenjuje digitalna. *Digitalna revolucija* temelji se na kompjuterizaciji, korištenju informatike, biotehnologije, elektronike itd. Uz to, počinju se upotrebljavati digitalna računala te uz razvijen internet razmjena podataka je znatno olakšana što omogućava brže poslovanje (Brajković, 2019. prema Rifkin, 2012.). Glavnu ulogu više nema

bogatstvo sirovina, već visoka stručna sprema, troškovi proizvodnje i prometne pogodnosti (Lončar, 2019.). U trećoj industrijskoj revoluciji naglasak se stavlja na prilagodbu proizvoda kupcima prema njihovim zahtjevima i potrebama što se znatno razlikuje od druge industrijske revolucije kod koje je naglasak na masovnoj proizvodnji.

U trećoj industrijskoj revoluciji javlja se novi izvor energije, solarna energija. Najviše se iskorištava u Kini i Njemačkoj, ali polako i u SAD-u. Neki od važnijih izuma nove revolucije su pametni softveri, 3D pisari, roboti te sva ostala tehnologija koju omogućuje internet. Uz to, materijali koji se koriste za izradu novih proizvoda postaju puno otporniji, lakši te dugoročniji. Pojavom digitalizacije najveći doprinos imaju mediji.

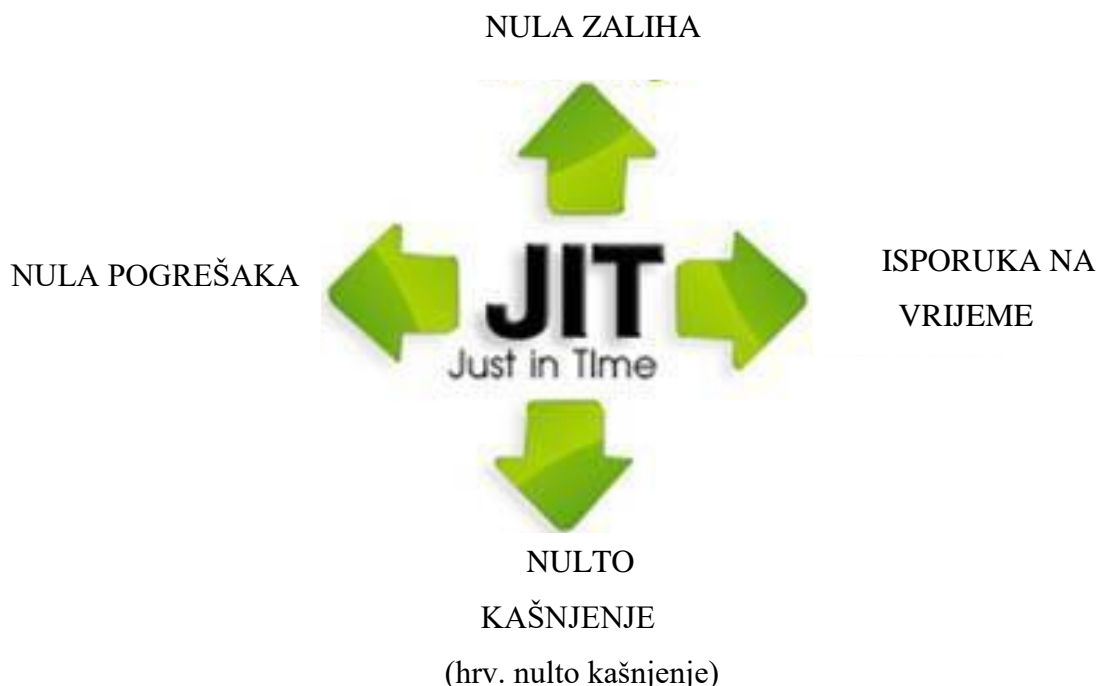
Kako se digitalna tehnologija sve više razvija, ona povećava potražnju, otvara nova tržišta, stvara više konkurenata, povećava obujam proizvodnje, ali negativna posljedica digitalizacije je što neka radna mjesta postaju nepotrebna. Ljudski rad zamijenjen je strojevima i računalima što dovodi do smanjenja potrebe za radnicima. Fizički rad zamijenjen je strojevima dok se radnici sele iz proizvodnih hala u urede (Lončar, 2019).

U Japanu se razvio sustav *just in time* (hrv. točno na vrijeme) koji ističe da se više ne proizvodi za skladište i za stvaranje zaliha *just in case* (hrv. za svaki slučaj) već za onoliko koliko je potrebno tržištu po određenoj količini i cijeni te po određenoj kvaliteti i trenutku. Takav sustav poslovanja uvelike je smanjio troškove proizvodnje, vrijeme dostave i neučinkovitost dostave te se kapital koji je ostao može uložiti u neke druge procese. Radnici su dobili određene ovlasti poput onih da mogu zaustaviti proizvodnu liniju ako uoče neke probleme s proizvodom (Rukavina, 2018).

Cilj sustava *just in time* je brz protok proizvoda kroz lanac nabave, a to se postiže (Rukavina, 2018):

- uklanjanjem prepreka
- smanjivanjem vremena pripreme
- smanjivanjem razine zaliha na minimum
- uklanjanjem otpada i grešaka

*Slika 9. Prikaz sustava just in time u Japanu*



(hrv. nulto kašnjenje)

Izvor: QS STUDY (2023)

### 3.4. Industrija 4.0

Početak 2000-ih godina dolazi do razvoja pretpostavka za četvrtu industrijsku revoluciju. U praksi četvrta industrijska revolucija se poistovjećuje sa *Industrijom 4.0*. Prva smisljena definicija *Industrije 4.0* proizlazi iz Njemačke koja je i pokrenula tehnološki razvoj industrije i pojasnila samu Industriju 4.0. Prije pojave smisljene definicije, Industrija 4.0 dug period nije imala jedinstvenu definiciju već se dugo vremena pojavljivala kao sinonim (Culot i sur., 2020):

- pametna proizvodnja
- četvrta industrijska revolucija
- digitalna transformacija

Industrija 4.0 se može sagledati sa dvije strane. Prva strana govori o izmjenama uvjeta operativnog okvira koji se smatra posljedicom socijalnih, ekonomskih i političkih okvira kao što su personalizacija proizvoda, fleksibilnost, decentralizacija, učinkovitost resursa i sl. Druga strana se ogleda na korištenju tehnologije u industriji, odnosno povećanju korištenja tehnologije. Tehnologija se sagleda kao veliko dobro koje se pojavilo i koje se sve više razvija u smislu korištenja pametnih telefona, laptopa računala. Sve navedeno objedinjuje se pod jedan naziv, a to je Industrija 4.0. Ona predstavlja nadogradnju na mehanizaciju i automatizaciju. Kao veliko dobro, tehnologija se razvila kako bi smanjila fizički rad i povećala učinkovitost. U proizvodnji ona se



koristi kako bi optimizirala proizvodnju, ali i upravljala njome. iz tog razloga potrebno je prilagoditi društvo na novo nastalu tehnologiju koja se koristi u radu, ali i na fleksibilnost koja dolazi sa istom (Hoffmann, 2014).

Glavni cilj 4. industrijske revolucije je masovna proizvodnja koja je visoko-fleksibilna i individualizirana sa smanjenim udjelom škarta. Kupcu je isporučen proizvod kakav je i naručio za vrlo jeftinu cijenu. Jedna od bitnih karakteristika proizvodnog procesa je da bude fleksibilan iz razloga što mora biti u mogućnosti proizvesti što je više moguće različitih vrta proizvoda, ali isto tako mora imati mogućnost promjene dizajna proizvoda koji se može desiti u zadnji tren ukoliko kupac promjeni mišljenje. Kao vodeća komponenta Industrije 4.0 navodi se auto-industrija koja se najviše pojavljuje upravo u Njemačkoj u kojoj je i započela. Nadalje, Industrija 4.0 najviše se ističe u četiri glavna područja, a to su upravo produktivnost, rast prihoda, zaposlenost i inovacije. Prema nekim istraživanjima, govori se da će upravo auto-industrija u Njemačkoj smanjiti nezaposlenost za 6% na način da će zaposliti što je više moguće IT stručnjaka kako bi povećali učinkovitost i prihode organizacije za koju rade (Rončević i sur., 2019 prema Gerber i sur., 2015). Iz svega navedenog, možemo vidjeti da se Industrija 4.0 temelji na međusobnoj ovisnosti poslovnog i proizvodnog procesa.

### 3.4.1. Prednosti i nedostaci

Kao i svaka revolucija, Industrija 4.0 ima svoje prednosti i mane koje možemo vidjeti u tablici.

**Tablica 1** Prednosti i nedostaci Industrije 4.0

<i>Prednosti</i>	<i>Nedostaci</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Orjentacija na individualne zahtjeve kupca</li> <li>✓ Prilagodljiva proizvodnja</li> <li>✓ Smanjen pritisak na radnike</li> <li>✓ Povećana konkurentnost</li> <li>✓ Usmjerenost na produktivnost i efikasnu potrošnju resursa</li> <li>✓ Spremnost na nove izazove na domaćim i stranim tržištima</li> <li>✓ Nova vrijesnot: nove B2B usluge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manjak zaštite podataka</li> <li>✓ Kontinuirana nabava i održavanje infrastrukture</li> <li>✓ Složeni i skupi tehnički standardi</li> <li>✓ Dodatna opreme za zaposlenike (dodatno usavršavanje)</li> <li>✓ Slaba pokrivenost ruralnih područja internetom</li> <li>✓ Olakšana udaljena manipulacija proizvodnim sustavima</li> </ul>

**Izvor:** Autor prema Perić (2023)

Uz navedene prednosti Rojko (2017) navodi još neke prednosti koje dolaze uz implementaciju Industrije 4.0, a to su:

- smanjenje troškova u produkciji za 10-30%,
- smanjenje troškova u logistici za 10.30%,
- smanjenje troškova u upravljanju kvalitete za 10-20%.
- kraće vrijeme lansiranja proizvoda na tržište
- brza prilagodba kupčevim potrebama,
- proizvodnja prilagođena kupčevim potrebama bez velikih povećanja troškova,
- fleksibilnije radno okruženje,
- učinkovitije korištenje prirodnih resursa.

Poznati znanstvenici iz područja ekonomije i informatike navode da će upravo Industrija 4.0 izgraditi budućnost svojim utjecajem na vladu i poslovanje. Tehnologija je otišla toliko daleko da ljudi nemaju kontrolu nad njome niti nad onime što nosi četvrta industrijska revolucija.

No, neke od mogućnosti koje nosi 4. industrijska revolucija ipak se mogu predvidjeti (Xu i sur., 2018.):

- niže barijere između izumitelja i tržišta
- aktivnija uloga umjetne inteligencije
- integracija različitih tehnika i domena
- poboljšana kvaliteta našeg života
- povezani život

Iz svega navedenog, možemo zaključiti da će se tehnologija iz dana u dan sve više razvijati te je ljudski potencijal postao suvišan. Tehnologija u mnogo čemu prednjači nad ljudskim radom, ali u istu ruku pomaže čovjeku na način da mu olakša fizički posao. U tablici 2 možemo vidjeti usporedbu čovjeka i tehnologije.

**Tablica 2** Usporedba čovjeka i tehnologije (robot)

ČOVJEK	ROBOT
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ osjećaji, emocije</li> <li>✓ iskustvo, memorija</li> <li>✓ rješavanje problema</li> <li>✓ sposobnost procjene i donošenja odluka</li> <li>✓ mašta</li> <li>✓ fleksibilnost</li> <li>✓ brza prilagodba na različite uvjete okoline</li> <li>✓ motivacija</li> <li>✓ sposobnost komunikacije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ obrada Big data</li> <li>✓ objektivnost, nepristranost</li> <li>✓ jasne i unaprijed definirane aktivnosti</li> <li>✓ aktivnost s visokom pouzdanošću</li> <li>✓ mjerenje i brojanje fizikalnih vrijednosti</li> <li>✓ pouzdana reakcija na jasne ulazne signale</li> <li>✓ izlazni signali bez greške</li> <li>✓ sposobnosti izvršenja više istovremenih aktivnosti</li> <li>✓ brzo povezivanje</li> <li>✓ povezivanje procesa dodane vrijednosti i poslovnih modela</li> </ul>

**Izvor:** Autor prema Veža (2016)

### 3.4.2. Nove tehnologije Industrije 4.0 i utjecaj na organizaciju

Glavni cilj Industrije 4.0 je bolja kvaliteta, jeftinija i brža proizvodnja, preuzimanjem procesa putem robota koji međusobno komuniciraju, detektiraju prostor oko sebe senzorima i ostvaruju potrebe analizom podataka. Industrija 4.0 predstavlja revoluciju koja označava transformaciju uređaja u svijet u kojem su sve mreže i informacije međusobno povezane. Paralelno sa razvojem Industrije 4.0, razvijaju se i nove tehnologije značajne za budućnost proizvodnje. Ključne tehnologije koje ulaze u poslovni svijet s Industrijom 4.0 su (Gügerçin i Gügerçin, 2021):

- pametne tvornice
- internet stvari (IoT)
- računalni oblak
- Big data
- kibernetско – fizički sustav

- biološki mega proizvodi

**Slika 10** Ključne karakteristike Industrije 4.0



Izvor: Nikolić (2018)

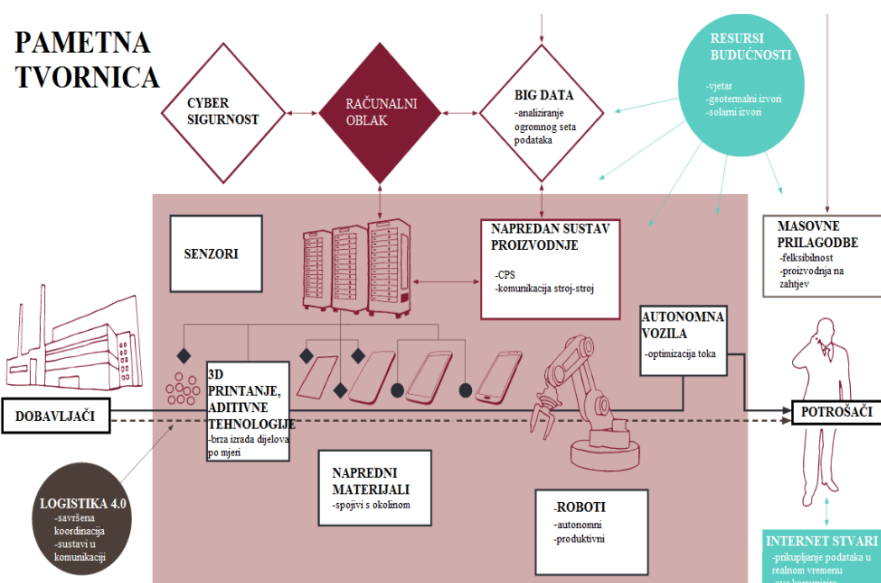
#### a) Pametna tvornica

Güğerçin i Güğerçin prema Dalgin (2021) naglašavaju da je krajnji cilj Industrije 4.0 ubrzati automatizaciju i digitalizaciju. U tom kontekstu pametne tvornice jedno su od važnih pitanja u Industriji 4.0. Ove tvornice, poznate i kao "mračne tvornice" ili "tvornice koje gase svjetlo", odnose se na objekte kojima se upravlja visoko učinkovito, koristeći pametne tehnologije bez potrebe za ljudima u proizvodnom procesu (Güğerçin i Güğerçin, 2021 prema Öztemel, 2019:22).

Produkt koji nastane u pametnih tvornici naziva se *pametni proizvod*. To je proizvod koji pamti kako je proizveden te nudi mogućnost informiranja kupca o njegovom optimalnom korištenju. Također, daje upozorenja o istrošenosti te mogućim kvarovima pa kupac može na vrijeme intervenirati. Proizvodnja se bazira na izradi čipova koji nosi sve potrebne operacijske parametre za svaku pojedinu aktivnost u proizvodnom procesu. Pametna tvornica nastoji poboljšati proizvodnju kojom bi se u narednom periodu lakše upravljalo jer će tvornice postati sve složenije (Berger, 2014). Najbitnije karakteristike pametnih tvornica su (Kežman, 2017):

1. Međusobna komunikacija
2. Informacije ugrađene na dijelove u proizvodnji.
3. Samoorganizacija.
4. Proizvođač je i pružatelj usluga (usluga ne završava prodajom uređaja).
5. Pametni, personalizirani proizvod (svaki kupac može naručiti proizvod koji je napravljen prema njegovoj želji.)

**Slika 11** Karakteristike pamtne tvornice



Izvor: Kežman (2017)

### b) Internet stvari

Industrija 4.0 zapravo je internet stvari, odnosno ne može funkcionirati bez interneta. U današnje vrijeme, internet je svugdje oko nas. Većina poslova ugovara se i radi preko interneta. Internet je dostupan svugdje, iz dana u dan sve više uređaja je u mogućnosti spojiti se na Wi-fi tj. internet te su mobiteli postali dio naše svakodnevice. Svi ti čimbenici postali su temelj Interneta stvari (eng. Internet of Things, IoT). To je koncept koji omogućuje spajanje što više uređaja na Internet. Glavna ideja je spojiti sve više uređaja kroz koje se može prikupljati informacije te imati kontrolu nad tim uređajima na daljinu.

Internet stvari (IoT) igra vrlo važnu ulogu u svim granama industrije. Njegov utjecaj je najviše zastupljen u industriji, ali očituje se i u društvu (Knezović, 2019). Internet stvari sastoji se od objekata kojima se dodjeljuje IP adresa i putem mreže (interneta) mogu prenositi potrebne podatke. Velika većina tvornica okreće se implementaciji IoT-a u svoje proizvodne pogone kako bi omogućili efikasnije funkcioniranje, veću razinu shvaćanja potreba kupaca i pružanje usluga. IoT u tvornicama funkcionira na način da su svi objekti u tvornici povezani preko interneta te se sve informacije dijele brzinom svjetlosti između pojedinih odjela. Međutim, velika mana takvog sustava je da su sve informacije dostupne svima što se nekad može i zloupotrijebiti.

### c) Računalni oblak

Računalni oblak ili sve prihvaćeniji *Cloud computing* naziv je za isporuku računalnih usluga, u što ulaze poslužitelji, pohrana, baze podataka, povezivanja, softveri i analitike do samog interneta koji nudi niz brzih inovacija, fleksibilnih resursa i ekonomiju razmjera. Velika prednost

ovakve tehnologije je u činjenici što tvrtke zaobilaze početne troškove u smislu posjedovanja i održavanja IT infrastrukture, umjesto toga tvrtke plate pružatelju usluga ono što trebaju u određenom razdoblju. S druge strane, pružatelji usluga računalnog oblaka imaju veliku korist od ekonomije razmjera kroz isporuku navedenih usluga svojim kupcima (Ranger, 2022).

Temeljne karakteristike računalnog oblaka je pohrana i pristup podacima i raznim programima kroz internet dok je tvrdi disk pao u drugi plan. Veliku ulogu igra i u korporacijama u kojima nudi trenutnu razmjenu informacija ili podataka dok u proizvodnim pogonima stvara komunikaciju u realnom vremenu (Menendez i sur., 2020). Računalni oblak razvio je tri modela (Erboz, 2017):

- SaaS: softver kao usluga – korištenje softvera
- PaaS: platforma kao usluga – pristup aplikaciji i njeno korištenje
- IaaS: infrastruktura kao usluga – pohrana podataka

#### d) „Big Data“

Razvojem interneta, prikupljanje podataka postaje sve kompleksnije. Kako prikupljanje podataka postaje sve zahtjevnije, stari alati postaju nepotrebni jer ne mogu analizirati i obraditi toliku količinu podataka. Kao novi alat za analizu i obradu podataka javlja se *Big Data* (hrv. veliki podaci). Glavna prednost ovog alata je u efikasnoj mogućnosti korištenja baze podataka koja razdvaja bitne informacije od nebitnih. Big Data-u čini četiri V elementa poput eng. volumen (količina podataka), eng. velocity (brzina obrade i analize podataka), eng. variety (raznolikost podataka), eng. value (vrijednost podataka). Takva tehnologija omogućuje prikupljanje podataka međusobno nepovezanih sustava te ih analizirati, obraditi i dobiti sliku situacije kakva je u stvarnosti (Witkowski, 2017).

Vrijedne informacije nalaze su svuda oko nas. Svaki naš klik na internetu čini vrlo važan izvor podataka. Svaki taj klik na internetu negdje se mora zabilježiti, a to je Big Data. Isto tako, svaki pokret u informacijskim sustavima bilježi se u Big Data. Na primjer, banka može identificirati pokušaje prijevare svojih klijenata, oglašivači na društvenim mrežama mogu ponuditi svoje proizvode prema sviđanju ili ne sviđanju pojedinaca. Samim time, prikupljanje podataka kroz Big Data u budućnosti omogućiti će joj lakši pristup svim informacijama na globalnoj razini.

#### e) Kibernetско – fizički sustav

Kibernetско – fizički sustav (eng. CYBER- PHYSICAL SYSTEMS-CPS) je važan dio Industrije 4.0 pomoću kojeg se omogućuje povezanost svih sudionika proizvodnje. To je sustav koji povezuje fizičku stvarnost sa virtualnim svijetom putem senzora kojima se temelj zasniva na međusobnoj suradnji računalnih algoritama i fizičkih komponenti. Na toj međusobnoj suradnji mrežna sfera u kojoj inteligentni objekti međusobno razmjenjuju informacije i prema potrebi

djeluju. Kibernetско – fizički sustav omogućuje komunikaciju između fizičkog i virtualnog svijeta. Također, takav sustav mijenja odnose između čovjeka i inteligentnih sustava. Sva oprema koja sadrži bilo kakav oblik senzora međusobno su povezani komunikacijskim tehnologijama (Kežman, 2017).

Industrija 4.0 ulaže velike nade u funkcioniranje takvog sustava. Omogućeno je da inteligentni sustavi usko surađuju sa ljudima bez straha od ozljeda ili povređivanja za razliku od prijašnjih godina. Poslovi koji su ljudima teški za napraviti, obavljaju roboti dok čovjek obavlja poslove koji su njemu jednostavni, a robotima komplicirani i na taj način se nadopunjuju i jedan drugome olakšavaju posao. Iz tog razloga postoje tri glavna elementa kibernetско – fizičkog sustava (Kežman, 2017):

- organizacija
- osoblje
- tehnologija.

CPS sustav odvija se u četiri bitna koraka (Oulovsky, 2018 prema Jin i He, 2016):

1. *Kontroliranje*: kontrola i upravljanje fizičkim i organizacijskim procesima
2. *Umrežavanje*: prikupljanje i distribucija podataka
3. *Računanje*: analiza dobivenih podataka
4. *Aktivacija*: stvaranje radnji stvorene prilikom računanja.

#### **f) Biološki mega proizvodi**

Kada analiziramo promjene koje je donijela četvrta industrijska revolucija, većinom se veliki značaj daje tehnološkom napretku dok se biološki zanemaruje. Kod biološkog napretka podrazumijevamo produkte genetičkog inženjeringa, sintetičke biologije, nanotehnologije, biotehnologije i sličnih znanosti. Često se, pojavom ovakvih produkata, postavljaju etička i moralna pitanja (Pejić, 2019).

Ovakve znanosti imaju na društvo i okolinu pozitivan učinak. Kao na primjer, modificiranje živih organizama pomoću sintetičke biologije kojom se nanovo stvaraju sintetizirani geni. Oni se najčešće koriste u poljoprivredi, kod proizvodnje biomaterijala i biogoriva, ali i kod liječenja malignih bolesti i sl. (Pejić, 2019).

S druge strane, razvila se tehnologija koja ide korak dalje poput nanotehnologije i biotehnologije koje su također značajne za razvoj Industrije 4.0.

*Nanotehnologija* je jedna od tehnologija koja se svrstava u brzo napredujuće i izuzetno široko područje. Bavi se proučavanjem fizičkih, bioloških i kemijskih osobina raznih uređaja i sustava kojima su mjere veličine atoma, molekula, makromolekula i dr. Također, to je područje koje se

isprepliće s raznim drugim područjima kao što su elektrotehnika, medicina, kemijska kataliza te pokazuje sve veći značaj u primjeni sa navedenim znanostima (Matejak, 2017).

*Biotehnologija* je definirana od strane Europske federacije za biotehnologiju kao znanost koja „povezuje prirodne znanosti i tehničke znanosti da bi se postigla primjena organizama, stanica, njihovih dijelova i molekularnih analogana u dobivanju proizvoda za dobrobit čovječanstva". Postoje dvije vrste biotehnologije, tradicionalna i suvremena. Tradicionalna stvara proizvode poput piva, vina, alkohola, dok je funkcija suvremene da stava u područjima poput genetike, biokemije, molekularne biologije i sl. Produkti njezina djelovanja su genetički modificirane biljke, biogorivo, lijekovi i dr. (Pejić, 2019).

### **3.5. Industrija 5.0**

Brojna dostignuća u tehnologiji pridonose da se postigne značajno povećanje industrijske proizvodnje. Takav značajan porast industrijske proizvodnje stvara lančanu reakciju u industrijama i poduzećima. Novi proizvodi u velikim količinama postaju dostupni. Mijenja se odnos ponude i potražnje mnogih proizvoda i usluga. Rađaju se nova poduzeća. Postojeća poduzeća se prilagođavaju. Stvaraju se nove industrije dok postojeće zastarijevaju. Znanstvena i tehnološka istraživanja dobivaju sredstva za daljnja istraživanja. Sve te promjene na više načina utječu na društvo. Stoga ovo nazivamo industrijskom revolucijom (Alpaslan Demir i Cicibaş, 2019).

Industrija 5.0 prepoznaje snagu industrije da postigne društvene ciljeve izvan poslova i rasta, da postane otporan pružatelj prosperiteta tako što će proizvodnja poštivati granice našeg planeta i stavljati dobrobit radnika u industriji u središte proizvodnog procesa. Industrija 5.0 nadopunjuje postojeću paradigmu industrije 4.0 tako što istraživanje i inovacije pokreću prijelaz na održivu, na čovjeka usmjerenu i otpornu europsku industriju (Xu i Lu, 2021).

Postoje različita nagađanja za industriju 5.0. Neki futuristi tvrde da se Industrija 4.0 odnosi na međusobno povezivanje uređaja, dok Industrija 5.0 govori o suradnji između ljudi i strojeva u tvorničkim halama. Alpaslan Demir i Cicibaş (2019) prema Gotfredsen (2016) navode prednosti suradnje čovjeka i radne snage stroja. U proizvodnji će se poticati kreativan ljudski dodir umjesto standardne robotske proizvodnje. Otvorit će se nova radna mjesta. Ljudski radnici će preuzeti bolje uloge u tvornici. Industrija 5.0 vraća ljudski rad u tvornice.

Industrija 5.0 označava razdoblje u kojem ljudi i strojevi rade zajedno, poboljšavajući učinkovitost industrijske proizvodnje. Ljudski radnici i univerzalni roboti povećavaju produktivnost proizvodne industrije. Napredak umjetne inteligencije i kognitivnih računalnih tehnologija ubrzava svijet proizvodnje i povećava poslovnu učinkovitost. Osim prednosti u



proizvodnom poslovanju, industrija 5.0 također ima koristi u pogledu održivosti jer ima za cilj razviti održivi sustav koji radi na obnovljivoj energiji (Adel, 2022).

Kako bi tvrtke usvojile industriju 5.0, od osoblja je potrebna odgovarajuća interakcija između strojeva, kao i operatera. To je znanje u područjima poput robotike, kao i umjetne inteligencije. Uloga poslovne organizacije temelji se na donošenju odluka oko naprednih čimbenika. Obuka zaposlenika je potrebna uz virtualno obrazovanje kako bi se smanjili troškovi za poduzeća, budući da nije potrebno zaustaviti proizvodnju radi pružanja obuke zaposlenicima. Komunikacija i motivacija zaposlenika pospješuju se stvaranjem interaktivnih okruženja znanja.

Kolaborativni roboti dizajnirani su za intuitivnu interakciju s ljudima. Proširenje digitalnih blizanaca potrebna je tehnologija u industriji 5.0. Vizualni modeli proizvoda, procesa i proizvodnje omogućit će bolje razumijevanje i testiranje (Adel, 2022).

### **3.5.1. Povijesni pregled razvoja Industrije 5.0**

Industrija 5.0 je termin koji je skovala Europska komisija. Prema Europskoj komisiji, *„Industrija 5.0 nadopunjuje postojeću paradigmu Industrije 4.0 ističući istraživanje i inovacije kao pokretače prijelaza na održivu europsku industriju usmjerenu na čovjeka“*. Prebacuje naglasak s vrijednosti dioničara na vrijednost dionika, s prednostima za obje strane. Industrija 5.0 pokušava uhvatiti vrijednost novih tehnologija, pružajući prosperitet koji nadilazi radna mjesta i rast, poštujući planetarne granice i stavljajući dobrobit radnika u industriji u središte proizvodnog procesa (Ivanov, 2022).

Michael Rada je 1. prosinca 2015. predstavio izvornu ideju Industrije 5.0 u članku *„Industrija 5.0 - od virtualnog do fizičkog“*. Vjeruje da će se nakon implementacije koncepta Industrije 4.0 ostvariti potpuna automatizacija u kojoj bi ljudski rad bio suvišan što dovodi do dehumanizacije procesa rada. Smatrao je da se čovjek treba ponovno ali na drugačiji način vratiti u proces proizvodnje. Nekolicina autora je preuzela ideju Michaela Rada i upotrijebili su taj izraz samo dva mjeseca kasnije s vlastitim novim tumačenjima (Nikolić, 2018).

Dok je Industrija 4.0 preuzela pristup usmjeren na tehnologiju, Industrija 5.0 konsolidira otpornost, održivost i usredotočenost na čovjeka kao ključne komponente stvaranja vrijednosti sustava koji je podržan naprednom tehnologijom (Ivanov, 2022 prema Olsen i Tomlin, 2020, Ivanov i sur., 2021, Zheng i sur., 2021). Europska komisija navodi da industrija 5.0 dolazi *„kako bi radna mjesta postala inkluzivnija, kako bi izgradili otpornije opskrbe lance i usvojili održivije načine proizvodnje“*. Takve vizije ponavlja Ivanov (2022) prema Choi i sur. (2022.), koji ukazuju na interakcije čovjeka i stroja u nadolazećoj eri industrije 5.0 i koncepta *održive društvene dobrobiti*.

Industrija 5.0 temelji se na preobrazbi poduzeća putem Interneta stvari (Internet of Things). Kombinacija ljudske inteligencije i kognitivnog računalstva obećava brzi napredak u proizvodnji u potrazi za brzinom i savršenstvom. Jedan od ciljeva je smanjiti neobnovljivi otpad te stvoriti sustav koji će koristiti obnovljive izvore energije za pogon.

Suradnjom čovjeka i stroja iskorištavaju se sve mogućnosti koje oni posjeduju. Strojevi kao sredstva koja su preciznija i posjeduju veću snagu, obavljaju poslove koje su čovjek fizički teške dok radnici iskorištavaju svoje kognitivne i kritičke sposobnosti.

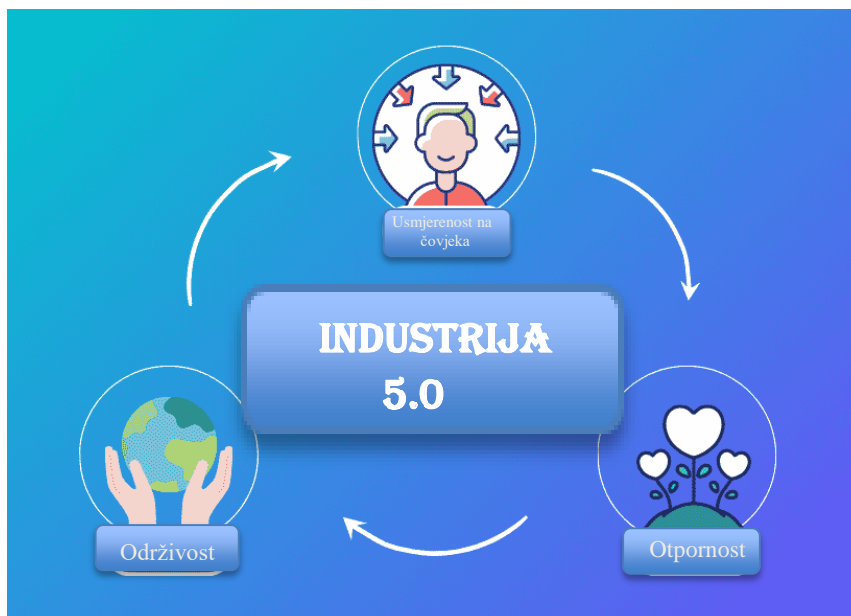
### **3.5.2. Nove tehnologije Industrije 5.0 i utjecaj na organizaciju**

Do 2025. godine, koja se označuje kao početak ere industrije 5.0, očekuje se da će se pojaviti novi poslovni kontekst dizajniran sa sustavima automatizacije u suradnji s ljudima, robotima i algoritmima. Kao rezultat transformacije u načinu rada u poduzećima, promijenit će se vještine potrebne za obavljanje radnih aktivnosti te će za posljedicu imati nedostatak vještina. Kako bi se spriječio nedostatak vještina, treba istražiti i razlučiti potrebne vještine (Güğerçin i Güğerçin, 2021).

Industrija 5.0 karakterizira se kao transformacija zelene i digitalne tehnologije čiji cilj je stvoriti održivu industriju (Güğerçin i Güğerçin, 2021 prema Dalgın, 2021). Novo razdoblje predviđa ubrzanje automatizacije i pojavu novih industrijskih područja i novih radnih mjesta. U tom smislu, prema procjenama izvješća Svjetskog ekonomskog foruma iz 2020., predviđa se da će 85 milijuna poslova koje danas obavljaju ljudi biti automatizirani tj. prebačeni na strojeve do 2025. godine. U isto vrijeme, poslovi budućnosti, za koje se očekuje da će se obavljati u suradnji s ljudima, robotima i algoritmima, mogu zahtijevati do 97 milijuna novih uloga prema Izvješću o budućnosti poslova iz 2020.godine. U skladu s ovim predviđanjima, vještine zaposlenika trebale bi se promijeniti kako bi se prilagodile industriji 5.0.

Na temelju provedenih istraživanja i analiza, Industrija 5.0 će se u budućnosti sve više širiti i rasti, odnosno njen krajnji cilj bit će veći od obične proizvodnje dobara i usluga koje služe za stvaranje dobiti. Krajnji cilj temelji se na tri ključna čimbenika (Aralica, 2022) koje možemo vidjeti na slici 12:

**Slika 12** Shematski prikaz ključnih čimbenika Industrije 5.



Izvor: 5G world pro (2023)

- *Usmjerenost na čovjeka* predstavlja polazište i potencijal da se poveća efikasnost, prisustvo ljudi te njihove potrebe i interesi stavljeni su u prvi plan u proizvodnom procesu. Ključno pitanje koje se postavlja je: „Koje mogućnosti nova tehnologija nudi, a da su nama od koristi?“. Jedna od bitnih pokazatelja usmjerenosti na čovjeka je činjenica da se od radnika ne traži da svoje potrebe prilagodi strojevima odnosno tehnologiji već se radi na tome da se kompletna tehnologija prilagodi radnicima. Važno za nadodati da tehnologija, koja se ionako brzo razvija, ne zadire u prava radnika poput privatnosti, ljudsko dostojanstvo i sl.
- *Održivost* je komponenta koja je ključna za industriju koja u današnje vrijeme mora biti održiva. Neophodno je da se razvijaju održivi procesi, tj. procesi koji ponovno koriste prenamijenjene i reciklirane resurse, smanjuju otpadne tvari i samim time štite okoliš od štetnih tvari. Održivost se, također, bazira i na smanjenju potrošnje energenata i emisiji stakleničkih plinova kako bi se zaštitili prirodni resursi, ali i zadovoljile potrebe svih sudionika lanca.
- *Otpornost* se najvećim djelom odnosi na razvoj visokog stupnja robusnosti u proizvodnom procesu, tj. pravovremeno reagiranje na smetnje na način da se u kritičnim situacijama pruža podrška smetenoj infrastrukturi. Razne situacije poput elementarnih nepogoda ili pandemije kao što je Covid–19 prikazuju nam nestabilnost trenutnog stanja u globalnoj proizvodnji. Nužno ju je stabilizirati razvojem kvalitetno otpornih strateških lanaca, identificirati proizvodni kapacitet i fleksibilno poslovanje procesa, a ponajviše

u lancima koji zadovoljavaju osnovne ljudske potrebe kao što su zdravstvena zaštita i sigurnost (Aralica, 2022).

U globalnom svijetu, tvrtke koje su vođene profitom postaju neodržive, odnosno propadaju. Fokusiranje na dobit ne može objediniti elemente okoliša, društvenih troškova i koristi. Ako kompanija želi postići dugotrajan gospodarski napredak, mora objediniti socijalna, ekološka i društvena razmatranja u što ulaze korisne inovacije poput povećanja prosperiteta koje uključuje investitore, radnike, potrošače i sl. (Aralica, 2022).

### 3.5.3. Modernizacija i inovacije Industrije 5.0

Industrija 5.0 razvija se u različitim smjerovima poput zdravstva, proizvodnje, tekstila, obrazovanja, hrane i drugih. Usvajanjem industrije 5.0, većina industrija kreće se prema pametnoj društvenoj tvornici. Projekt odabran za bolje razumijevanje koncepata industrije 5.0 je Repsolov projekt inteligentnog upravljanja. Posao se koristi u *Blockchainu*, robotskoj tehnologiji automatizacije procesa za povećanje sigurnosti i produktivnosti poslovanja. Automatizirano vođeno vozilo je prvi Repsolov Kobot (eng. cobot) koji obavlja logističke poslove kao što je odlaganje otpada, dopreme sirovina iz skladišta i laboratorijske vizualizacije. Repol se provodi na projektu *Block lab*, gdje poslovanje prenosi osjetljive podatke kroz vlasništvo *Blockchaina*. Projekt je osmišljen kako bi se pojednostavili uzorci sigurnosnih problema i pravilno se upravlja s 10.000 uzoraka svake godine (Adel, 2022).

Cilj Industrije 5.0 je izgraditi pametnu bolnicu u stvarnom vremenu. U području zdravstvene skrbi, tehnologija može ponuditi sustave daljinskog nadzora. Neophodno je poboljšati kvalitetu života liječnika. U pandemiji COVID-19, liječnici se mogu usredotočiti na zaražene pojedince i dati učinkovite podatke za bolje liječenje korištenjem ove pametne zdravstvene tehnologije. Pandemija COVID-19 pomaže studentima medicine u stjecanju potrebne medicinske obuke. Medicinske slike, obrada prirodnog jezika i genetski podaci koriste se u aplikacijama strojnog učenja (ML). Usredotočen je na dijagnozu, otkrivanje i predviđanje bolesti.

Medicinski stručnjaci kreću se prema tehnologiji umjetne inteligencije za mjerenje raznih problema poput razine glukoze. Pomaže u implementaciji masovne personalizacije izradom implantata prema patentu, koji su početne potrebe za ortopediju.

Nadalje, postoji mnoštvo inovacija i moderne tehnologije koja se razvija u sklopu Industrije 5.0. No, međutim, važniji tehnološki napredci su:

- Koboti (eng. Collaborative robots)
- Umjetna inteligencija (eng. Artificial Intelligence)

- Internet svega (eng. Internet of Everything)
- Analitika velikih podataka (eng. Big data analytics)
- *Blockchain*
- 6G i šire

Modernizacija i nove inovacije potiču stvaranje novih radnih mjesta poput *Chief Robotics Officer* ili skraćeno CRO. CRO je predstavljen kao stručnjak koji se bavi razumijevanjem robota i njegove komunikacije sa čovjekom (Nahavandi,2019).

Kao CRO stručnjak, on mora poznavati (Nahavandi,2019):

- umjetnu inteligenciju
- robotiku
- te interakciju čovjeka i robota.

#### **a) Koboti**

Nedavni trendovi u automatizaciji i robotici potaknuli su komunikaciju i rad ljudi s robotima. Zbog golemih brzih promjena u pametnoj tehnologiji, jasno je da su svi uređaji s računalnim mogućnostima postali inteligentniji i da su uveli novu tehnologiju nazvanu koboti. Kolaborativni roboti su roboti dizajnirani za suradnju s ljudima, a ova suradnja pomaže učiniti ljudske sposobnosti učinkovitijima te iznimno jednostavnima za automatizaciju za pojedince i mala poduzeća. Profesor Edward Colgate i Michael Peshkin sa Sveučilišta Northwestern 1996. godine razvili su prve kobote. Prva generacija kobota nije imala motore i bila je vrlo pasivna u radu te je imala dosta nedostataka tijekom rada. Današnji koboti uvelike se razlikuju od tradicionalnih industrijskih robota koji imaju sposobnost rada s ljudima bez ograđenih prostora. Moderni koboti imaju ugrađene senzore i vrlo su osjetljivi na rano otkrivanje nepredvidivih slučajeva, što im daje mogućnost da se spontano zaustave kada ljudski radnici otkriju bilo koji pogrešno postavljeni objekt na svom putu. To ih čini iznimno pouzdanima kada je riječ o sigurnosti na radu u usporedbi sa standardnim industrijskim robotima (Reddy i sur., 2021).

Glavni cilj Industrije 5.0 je vratiti ljudski dodir u razvoj i proizvodnju. Radnici koji upravljaju robotima preuzimaju brojne sposobnosti nad njima poput tehničke preciznosti i sposobnosti dizanja teških tereta. Postoji visoka sposobnost ljudi za obavljanje kritičnih zadataka, što omogućuje uvođenje visokog stupnja kontrole i sposobnost individualizacije proizvodnih faza. Kolaborativni roboti, kao i industrija 5.0, predstavljaju novo doba u robotici plus proizvodnji. Industrija 5.0 i koboti su jezgra koja kombinira ljudsku kreativnost i umijeće s učinkovitošću i postojanošću robota. Od usmjerenosti na ljude, prilagođeni proizvodi i specijalističke vještine postaju dostupniji. Industrija 5.0 fokusirana je na visokokvalificirane ljude i robote za stvaranje

individualiziranih proizvoda od pametnih uređaja do automobila za potrošače. S industrijom 5.0, roboti su počeli raditi zajedno. Kolaborativni roboti ostvaruju zadatke podizanja teškog tereta uz osiguranu dosljednost, dok su vješti ljudi opremljeni kognitivnim vještinama majstora. Za očekivati je da roboti mijenjaju odnose među ljudima i strojevima u kontekstu proizvodnje (Adel, 2022).

Na slici 14 možemo vidjeti kobota u području medicine kojim upravlja ljudska ruka na način da čovjek njime upravlja tj. asistira mu.

Neke od prednosti kobota su (Nejedly, 2020 prema Østergaard, 2018):

- optimizacija
- fleksibilnost
- konzistentnost

**Slika 13** Prikaz kobota u radu



**Izvor:** Konferencija o kolaborativnim robotima, naprednom vidu i umjetnoj inteligenciji, (2020)

## **b) Umjetna inteligencija**

U petoj industrijskoj revoluciji, umjetna inteligencija (eng. Artificial intelligence, AI) igra ključnu ulogu u transformaciji različitih industrijskih sektora dok se ponajviše ističe u informacijsko-komunikacijskom sektoru i području robotike. Umjetna inteligencija se može definirati kao tehnologija koja omogućuje strojevima da uče i razumiju ljudsko ponašanje te na temelju toga donose odluke i rješavaju probleme (Frey i Osborne, 2013)

Primjena umjetne inteligencije u petoj industrijskoj revoluciji obuhvaća različite sektore uključujući proizvodnju, zdravstvo, financije, transport i druge. U proizvodnji se koristi za

automatizaciju procesa proizvodnje i optimizaciju rada strojeva i robota. U zdravstvu se koristi za dijagnosticiranje bolesti, pronalaženje novih lijekova i poboljšanje kvalitete zdravstvene skrbi. U financijskom sektoru se koristi za analizu podataka i predviđanje kretanja tržišta. U transportu se koristi za optimizaciju rute, poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti prijevoza, te razvoj autonomnih vozila. Umjetna inteligencija se također koristi u društvenim i ljudskim znanostima, kao i u umjetnosti i kreativnim industrijama. Uz to, može se koristiti za razvoj novih tehnologija, kao što su virtualni asistenti, chatbotovi i roboti (Benhamou, 2020).

Kao i svaka druga nova tehnologija, AI ima i neke izazove. Na primjer, postoji zabrinutost da će umjetna inteligencija zamijeniti radna mjesta koja trenutno obavljaju ljudi. Postoji također zabrinutost oko privatnosti i sigurnosti podataka, posebno kada se koristi za analizu velike količine osobnih podataka. U svakom slučaju, AI će sigurno promijeniti način na koji živimo i radimo u petoj industrijskoj revoluciji, a utjecaj ove tehnologije će se osjetiti u mnogim područjima.

AI bi mogao poboljšati efikasnost u medicini, povećati sigurnost i produktivnost u industriji. Međutim, važno je imati na umu da odluke koje AI donosi mogu utjecati na živote ljudi te postoji opasnost od diskriminacije zbog podataka koji se koriste za obuku sustava. Nedostatak transparentnosti u procesu odlučivanja otežava rješavanje ovih problema, a podaci će se vjerojatno koristiti na nove načine (Nejedly, 2020 prema Nilsson, 1980).

### **c) Internet svega**

Internet svega (eng. Internet of Everything, IoE) predstavlja uzajamno povezanu mrežu između ljudi, procesa, informacija i stvari, koja ima veliki potencijal za stvaranje novih mogućnosti u Industriji 5.0. Napredak IoE u industriji 5.0 donosi nove funkcionalnosti, poboljšano iskustvo i očekivane koristi za industrije i države. Primjena IoE u industriji 5.0 donosi brojne koristi poput stvaranja novih funkcionalnosti, poboljšanja iskustva kupaca te povećanja lojalnosti. IoE ima ključnu ulogu u industriji 5.0 jer omogućuje prilagodbu na temelju podataka generiranih od njega. Korištenje IoE u industriji 5.0 može smanjiti operativne troškove tako što eliminira uska grla u komunikacijskim kanalima te smanjuje kašnjenja.

Industrija 5.0 suočava se s izazovima učinkovitosti lanca opskrbe i logistike, no IoE može pridonijeti smanjenju otpada u opskrbnom lancu i optimizaciji proizvodnih procesa. Napredak IoE omogućuje bežičnu razmjenu informacija među ljudima putem senzora. Primjerice, u području Internet of Medical Things, senzori se pričvršćuju na pacijenta. Pomoću senzora koji su pričvršćeni na pacijente, mogu se detektirati eventualne nepravilnosti u zdravstvenom stanju pacijenata te se očitani podaci prenose liječniku ili medicinskoj sestri. Na temelju tih informacija, liječnici mogu poduzeti odgovarajuće mjere (Reddy i sur., 2021).

#### **d) Analitika velikih podataka**

Posljednjih godina, veliki podaci su postali ključna tema u industriji i akademskoj zajednici. Ovaj koncept se odnosi na veliki i raznolik skup podataka koji su prikupljeni iz raznih izvora. Mnoge tehnike analize podataka koje se koriste danas, uključuju različite tehnologije velikih podataka, kao što su strojno učenje, umjetna inteligencija, društveno umrežavanje, rudarenje podataka, fuzija podataka i drugo (Reddy i sur., 2021). Analiza velikih podataka je složen proces koji se koristi za pronalaženje skrivenih obrazaca, tržišnih trendova i drugih informacija. Ovaj proces koristi napredne analitičke metode za obradu različitih vrsta podataka, uključujući strukturirane i polustrukturirane podatke (Adel, 2022).

Koristeći različite skupove podataka, uključujući i one strukturirane i polustrukturirane, ova napredna analitička metoda je u stanju obrađivati ogromne količine podataka koje tradicionalni alati ne mogu. Ova tehnologija se koristi u stvarnom vremenu kako bi se poboljšale konkurentске prednosti u poslovnom sektoru, pružajući prediktivne preporuke na temelju analize podataka. Primjena analitike velikih podataka uključuje identificiranje odstupanja i analizu uzroka problema, dok tvrtke koriste ove analize za strateško odlučivanje. Također, analitika velikih podataka može pomoći tvrtkama u stvaranju prediktivnih modela i praćenju ključnih performansi na temelju analize velikih količina podataka.

Analiza velikih podataka često ima ključnu ulogu u industriji 5.0. U tom razdoblju, neke se tvrtke mogu osloniti na Big Data Analytics za bolje razumijevanje ponašanja potrošača i optimiziranje cijena proizvoda, poboljšanje učinkovitosti proizvodnje te smanjenje operativnih troškova. Razumijevanje trenutnog ponašanja korisnika, društvenih odnosa i pravila ljudskog ponašanja izazovno je, ali neke tvrtke poput Facebooka, Twittera i Linkedina koriste analizu velikih podataka za promociju proizvoda i povećanje prodaje temeljene na zadovoljstvu potrošača. Industrija 5.0 koristi infuziju podataka, masovno prilagođene proizvodne procese i pametnu automatizaciju kako bi riješila izazove ekosustava (Reddy i sur., 2021).

#### **e) „Blockchain“**

Korištenje blockchain tehnologije moglo bi biti od velike koristi u Industriji 5.0, pružajući značajne prednosti. Upravljanje velikim brojem različitih povezanih uređaja u Industriji 5.0 predstavlja ključni izazov koji zahtijeva decentralizirani pristup. Blockchain se može primijeniti kako bi se stvorile distribuirane platforme za upravljanje koje omogućuju povjerenje među sudionicima (Reddy i sur., 2021). Takva tehnologija je decentralizirana i distribuirana, a sastoji se od digitalne knjige koja sadrži zapise poznate kao blokovi, koji bilježe podatke o transakcijama. Ova zajednička knjiga omogućuje olakšano praćenje transakcija i imovine u poslovnoj mreži (Adel, 2022). Korištenje blockchain tehnologije omogućuje sigurnu peer-to-peer komunikaciju,



što rezultira stvaranjem nepromjenjive knjige evidencije. Ova nepromjenjiva glavna knjiga osigurava transparentnost operacija i odgovornost za značajne događaje u Industriji 5.0 aplikacija. Transparentnost je posebno korisna za rješavanje sporova u Industriji 5.0 (Reddy i sur., 2021).

U današnjem svijetu, informacije predstavljaju ključni element poslovanja. Upravo zbog toga, blockchain tehnologija omogućuje pristup zajedničkim i detaljnim informacijama pohranjenim u nepromjenjivoj knjizi koja je dostupna svim članovima mreže. Korištenje blockchain tehnologije pomaže kupcima u praćenju narudžbi, plaćanja, proizvodnje i drugim važnim informacijama koje su im potrebne. Dionici mreže koriste distribuirane glavne knjige transakcija kako bi izbjegli dupliciranje napora i zapisa u bazi podataka sustava. Pametni ugovori se pohranjuju na blockchainu kako bi se ubrzale transakcije i trebaju se automatski izvršavati. Uvjeti za poduzeće, kao što su uvjeti za plaćeno putno osiguranje, definiraju se putem pametnih ugovora. Transakcije se trebaju blokirati u nepovratnim lancima kako bi se pojačala verifikacija prethodnih blokova u cijelom lancu transakcija na blockchainu. Točnost podataka ključna je za tvrtku kako bi potvrdila transakcije zabilježene u lancu. Distribuirana knjiga omogućuje dijeljenje informacija među članovima mreže, eliminirajući gubitak vremena (Reddy i sur., 2021).

Blockchain tehnologija omogućuje korištenje pametnih ugovora za sigurnosne svrhe, uključujući autentifikaciju, kao i automatizaciju uslužnih radnji u Industriji 5.0 aplikacijama. Također, blockchain tehnologija nudi veću razinu sigurnosti za podatke i transakcije korištenjem distribuiranog pristupa putem lanaca blokova. Podaci se mogu primati i prikupljati korištenjem blockchaina.

#### **f) 6G i šire**

6G je planirana kao nova generacija mobilne mreže za bežičnu interakciju koja će omogućiti više mobilnih podatkovnih mreža i podržati aplikacije poput virtualne i povećane stvarnosti (VR/AR), trenutne korespondencije i Internet stvari (IoT). Planirano je da 6G ima veću heterogenost i da pruži veću podršku za različite aplikacije u usporedbi s prethodnim generacijama.

Od 6G mreže se očekuju da zadovolje standarde inteligentnog informacijskog društva u industriji 5.0, pružajući ultra visoku pouzdanost. Primjenjuju se metode umjetne inteligencije za predviđanje mobilnosti radi osiguravanja mrežne povezanosti. Industrija 5.0 suočava se s izazovom visokih brzina prijenosa podataka za različite aplikacije, s obzirom da su veliki pametni uređaji povezani, upravljanje energijom postaje ključni problem. Optimizacija upravljanja energijom može se postići korištenjem potrošnje energije te metoda žetve energije (Adel, 2022).

U budućnosti, Industrija 5.0 mogla bi se koristiti značajnim uslugama koje pruža 6G tehnologija. Ovaj novi oblik radijske infrastrukture zahtijevat će gustu mrežu senzora, hardverskih elemenata i robota što predstavlja veliki izazov. S obzirom na snažan rast pametne infrastrukture

i mogućnosti aplikacija koje se već koriste na trenutnim mrežama (npr. 4G i 5G mreže), postaje sve teže zadovoljiti povećane potrebe za propusnošću. Primjena 6G i drugih tehnologija u revoluciji industrije 5.0 omogućuje poboljšanu latenciju, podršku za visokokvalitetne usluge te široku IoT infrastrukturu i integrirane AI mogućnosti. U aplikacijama industrije 5.0, 6G mreže pomažu u učinkovitom i djelotvornom poboljšanju performansi aplikacija putem pametnog upravljanja spektrom, mobilnih rješenja temeljenih na AI i pametne mobilnosti (Reddy i sur., 2021).

Osiguravanje visokih brzina prijenosa podataka za različite aplikacije predstavlja najveći izazov za aplikacije Industrije 5.0. Ovaj problem se može riješiti primjenom kvantne i optičke komunikacije slobodnog prostora u 6G mrežama. Industrija 5.0 karakterizira veliki broj povezanih pametnih uređaja koji troše velike količine energije, što predstavlja ključni izazov upravljanja energijom. U tom smislu, 6G mreže mogu optimizirati upravljanje energijom korištenjem naprednih strategija potrošnje energije i metoda prikupljanja energije.

#### **3.5.4. Potrebe za vještinama zaposlenika u Industriji 5.0**

U Industriji 5.0 uloga radnika značajno se mijenja u usporedbi sa prošlim razdobljem. Radnik se više se smatra troškom i nepotrebnom sastavnicom već preuzima centralnu ulogu u proizvodnom procesu u suradnji s naprednim tehnologijama. Vlasnici ulažu u svoje radnike kroz unapređivanje njihovih sposobnosti i vještina sve u svrhu postizanja ciljeva. Bitno je istaknuti da je nemoguće stalno provoditi proces usavršavanja svakog radnika u industriji. S rastom automatizacije, neke vještine zastarijevaju te će biti izazovno dalje ih razvijati. Zato je ključno omogućiti fleksibilnost u prekvalifikaciji radnika kako bi se prilagodili novim zahtjevima tržišta rada.

U menadžmentu ljudskih resursa, pojam vještina odnosi se na ljudske, tehničke ili društvene sposobnosti koje su neophodne za uspješno obavljanje određenog posla ili zadatka. Nasuprot tome, "skills gap" se definira kao nedostatak vještina potrebnih za obavljanje posla. U skladu s novim načinom poslovanja u industriji 5.0, očekuje se da će se promijeniti potrebne vještine za obavljanje posla, što može dovesti do "skill gap"-a. Tvrtke koje se proaktivno pripremaju za takve nedostatke vještina mogu ostvariti stratešku prednost u doba industrije 5.0. Međutim, pretpostavka da će doći do nedostatka vještina uvelike ovisi o preciznom identificiranju potrebnih vještina. No, kako bi se predvidjeli nedostaci vještina, ključno je identificirati potrebne vještine za određeni posao. Trenutačno se Svjetski ekonomski forum smatra smjernicom u istraživanju koje se usredotočuje na vještine zaposlenika. *Izvjешće o budućnosti poslova* za godine 2015., 2020. i 2025. navode 10

najtraženijih vještina u relevantnim radovima, a njihova usporedba je prikazana u tablici 3 (Güğerçin i Güğerçin, 2021).

**Tablica 3** Top 10 najtraženijih vještina u 2015., 2020., i 2025. godini

	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>
<b>1</b>	Složeno rješavanje problema	Složeno rješavanje problema	Analitičko razmišljanje i inovativnost
<b>2</b>	Koordinacija s drugima	Kritičko razmišljanje	Aktivno učenje i strategije učenja
<b>3</b>	Ljudski menadžment	Kreativnost	Složeno rješavanje problema
<b>4</b>	Kritičko razmišljanje	Ljudski menadžment	Kritičko razmišljanje i analiza
<b>5</b>	Pregovaranje	Koordinacija s drugima	Kreativnost, originalnost i inicijativa
<b>6</b>	Kontrola kvalitete	Emocionalna inteligencija	Liderstvo i društveni utjecaj
<b>7</b>	Uslužna orijentacija	Prosudivanje i donošenje odluka	Korištenje tehnologije, praćenje i kontrola
<b>8</b>	Prosudivanje i donošenje odluka	Uslužna orijentacija	Tehnološki dizajn i programiranje
<b>9</b>	Aktivno slušanje	Pregovaranje	Otpornost, otpornost na stres i fleksibilnost
<b>10</b>	Kreativnost	Kognitivna fleksibilnost	Rezoniranje, rješavanje problema i ideja

**Izvor:** Autor prema Güğerçin i Güğerçin (2021)

Kao što je kroz rad već navedeno Industrija 5.0 vodi se tvrdnjom da tehnologija služi ljudima, a ne obratno. U prijevodu, tehnologija se prilagođava i olakšava posao radnicima umjesto da se radnik s vremena na vrijeme prilagođava tehnologiji koja se kontinuirano razvija. Iz tog razloga, radnici stalno moraju biti uključeni u proces projektiranja i razvoja novih tehnologija koje dolaze kao što su na primjer robotika i umjetna inteligencija. Mogućnost primjene robotske tehnologije još nije iscrpljena te bi mogla preuzeti ponavljajuće i jednostavnije zadatke, što bi u konačnici učinilo radna mjesta sigurnijima za radnike. Upotreba tehnologija temeljenih na umjetnoj

inteligenciji, virtualne i proširene stvarnosti može poslužiti kao vodič radnicima u obavljanju specijaliziranih zadataka za koje su potrebne posebne stručnosti i obuke (Aralica, 2022).

### **3.5.5. Utjecaj industrijskih revolucija na organizaciju i zaposlenike**

Pojavom prve industrijske revolucije, život ljudi se uvelike promijenio. Rad na njivi zamijenjen je radom u tvornicama, ručna proizvodnja zamijenjena je strojnom. Proces industrijalizacije je proizvodnju preselio iz domova u tvornice. Na selu se najviše razvija proizvodnja tekstila te su seljaci, uz redovan rad u poljoprivredi, obiteljski organizirano, radili za potrebe tekstilne industrije. Plaće radnika su se često mijenjale, varirale su u iznosu ali i u načinu isplate. Plaće za njihov rad rijetko su bile isplaćene u novcu te se ona vršila periodično te su se seljaci vrlo često zaduživali kod lihvara. Kada su plaće i bile isplaćene, nisu bile dovoljne za preživljavanje (Goldstein, 2008). Radnici su u radionicama ili tvornicama provodili os 14 do 18 sati na dan, što je za njih bilo vrlo iscrpljujuće. Međutim, nisu svi radnici ostajali toliko sati na poslu. Njihovo radno vrijeme ovisilo je o težini posla, kvalifikaciji i sl. dok oni koji su radili težak i naporan fizički posao, radili su manji broj sati u danu. Za sve blagdane, radnici nisu radili, ali za te dane nisu ni bili plaćeni. Radni uvjeti u tvornicama bili su iznimno teški, a zbog gladi, hladnoće, bolesti, život kakav su živjeli bio je mizeran. Kako se tehnologija dalje razvijala, zaposlenici su strahovali za svoj posao te su organizirali brojne štrajkove, nemire i pobune. Taj period smatra se početkom nastanka radničkog pokreta i sindikalizma (Goldstein, 2008).

Druga industrijska revolucija je razdoblje u kojem su znanost i tehnologija postale međusobno neodvojive te je osmišljen suvremeni proces istraživanja i razvoja te se znanost utemeljila kao neophodna za proces gospodarskog rasta i razvitka (Courtney). Revolucija se isticala i u komunikacijama i transportu te se jačala širenjem automobilske i zrakoplovne industrije. Neke od posljedica su širenje poslovanja na druge zemlje svijeta, povećanje količine i raznolikosti proizvoda što je razvila svjetska trgovina. Nabava sirovina dovozila se iz kolonijalnih zemalja dok su se proizvedena dobra izvozila na nova tržišta pomoću parnih brodova (Pereira i Cazarini, 2020). druga industrijska revolucija zasnovana je na školovanim inženjerima koji su dobili zadane zadatke i usmjerena istraživanja čiji glavni cilj je bio pronalazak rješenja za tražene potrebe. Proizvodnja je bila organizirana u velikim tvornicama te se prvi puta pojavljuje proizvodnja na traci koja je upotrijebljena u automobilskoj industriji Henryja Forda u Detroitu. Proizvodnja na traci je promijenila cijelu organizaciju rada i povećala proizvodnost (Bićanić, 2017).

Treća industrijska revolucija još se naziva i digitalna revolucija. Digitalna revolucija je utjecala na čovjekov život kao ni jedna prijašnja. Omogućavanje komunikacije i povezivanja u realnom vremenu postala je svakodnevnica i standard u životu ljudi te poslovanja organizacija. Pojavom

nove digitalne tehnologije potražnja raste, dostupnost na tržištu se povećava, otvaraju se nova tržišta i stvaraju novi konkurenti. Jedina mana digitalizacije je što u nekim djelatnostima potreba za ljudskim radom postaje nepotrebna. Digitalizirani strojevi zamjenjuju ljudski rad što dovodi do smanjenja broja potrebnih radnika. Radna mjesta ljudi prelaze iz hala u urede. Cijela proizvodnja seli se ponovno u bogate zemlje kako bi organizacije mogle što brže zadovoljiti potrebe kupaca (Lončar i Stiperski, 2019).

**Slika 14** Vremenski prikaz složenosti industrijskih revolucija



Izvor: Ožanić (2019)

## 4. Komparativna analiza Industrije 4.0 i Industrije 5.0

Prema mnogim kritičarima i analitičarima, Industrija 5.0 ne predstavlja ništa više od blagog usavršavanja Industrije 4.0. Iako su se razvile u vrlo kratkom vremenu, svaka od njih je sa sobom donjela neke nove tehnologije i usavršile stare. Iz dolje navedene tablice 4 možemo uočiti njihove sličnosti i razlike kroz nekoliko kategorija.

**Tablica 4** Usporedba Industrije 4.0 i Industrije 5.0

	INDUSTRIJA 4.0	INDUSTRIJA 5.0
MOTO	Pametna proizvodnja Optimizacija sustava	Bioekonomija Održivost Usmjerenost na čovjeka
MOTIVACIJA	Masivna proizvodnja	Održivost
IZVORI NAPAJANJA	Električna energija Fosilna goriva Obnovljivi izvori energije	Električna energija Obnovljivi izvori energije
TEHNOLOGIJE	Internet stvari (IoT) Cloud Computing Big Data Robotika i umjetna energija	Umjetna inteligencija Internet svega (IoE) Analiza velikih podataka 6G i šire
PODRUČJA ISTRAŽIVANJA	Organizacijsko istraživanje Inovacija procesa i poboljšanje Poslovna administracija	Poljoprivreda Biologija Sprječavanje stvaranja otpada Organizacijsko istraživanje Inovacija procesa i poboljšanje Poslovna administracija

**Izvor:** Akundi i sur., (2022)

Kao glavni faktori usporedbe uzeti su moto, motivacija, izvori napajanja, tehnologije i područja istraživanja. Gledajući činjenicu da je Industrija 5.0 novi koncept, teško ju je još uvijek definirati. Međutim, primarni trend Industrije 5.0 je uvođenje *co-working* okruženja, tj. zajednički rad čovjeka i robota te stvaranje pametnog društva.

Kada sagledamo glavni moto Industrije 4.0 ona se svodi na pametnu proizvodnju i optimizaciju sustava te polako izbacuje čovjeka iz proizvodnog procesa. Industrija 5.0 ima potpuno novi koncept i naglasak je na vraćanju čovjeka u proizvodni proces. Glavni moto svodi se na bioekonomiju, održivost sustava i ono najbitnije usmjerenost na čovjeka.

Kod Industrije 4.0 naglasak je na masovnoj proizvodnji. Cilj Industrije 4.0 je povećati učinkovitost i produktivnost proizvodnje. No, Industrija 5.0 odbacuje takav stav i nastoji poboljšati kvalitetu proizvoda i zadovoljstvo korisnika. Proizvodi se onoliko koliko je potrebno, ali se istovremeno i zarađuje bez da se stvara nepotreban otpada. Što se tiče izvora napajanja, kod Industrije 4.0 većina tvornica koristi električnu energiju, fosilna goriva i obnovljive izvore energije dok se Industrija 5.0 fokusira na smanjenje električne energije i eliminaciju fosilnih goriva. Zajednička komponenta oba razdoblja su obnovljivi izvori energije koji se počinju koristiti u Industriji 4.0, dok ih Industrija 5.0 počinje intenzivno koristiti.

Industrija 4.0 je naglasak stavila na automatizaciju, povezivanje i digitalizaciju procesa proizvodnje kako bi se postigla veća učinkovitost i produktivnost. Uz to, Industrija 4.0 uključuje primjenu tehnologija poput IoT-a, AI-a, robotike i analitike podataka kako bi se postigli ciljevi učinkovitosti i povećanja produktivnosti. S druge strane, Industrija 5.0 se usredotočuje na vraćanje ljudskog faktora u proizvodnju i poticanje personalizacije proizvoda. To uključuje integraciju tehnologija poput virtualne i proširene stvarnosti kako bi se radnicima omogućilo izvršavanje specijaliziranih zadataka koji zahtijevaju posebnu stručnost i obuku te pružanje potrošačima mogućnosti da personaliziraju proizvode.

Područja istraživanja kojima se bavi Industrija 4.0 su organizacijsko istraživanje, inovacija procesa i poboljšanje, poslovna administracija, integracija digitalne i fizičke tehnologije, poput Interneta stvari (IoT) i sustava kibernetičke sigurnosti, digitalna transformacija lanca opskrbe i optimizacija logistike. Industrija 5.0 se više fokusira na poljoprivredu, biologiju, sprječavanje stvaranja otpada, organizacijsko istraživanje, korištenje tehnologija umjetne inteligencije, poput strojnog učenja i dubokog učenja, za optimizaciju proizvodnje i održavanje opreme, razvoj inteligentnih sustava koji kombiniraju ljudsku ekspertizu i umjetnu inteligenciju, primjena kibernetičke fizičke proizvodnje i proizvodnje u oblaku.

Sveukupno trenutno stanje razumijevanja Industrije 5.0 opisuje je kao kretanje prema vraćanju ljudskog faktora u proizvodnu industriju, potaknuto željom potrošača za personalizacijom proizvoda u masovnoj proizvodnji. To se razumijevanje fokusira na činjenicu da proizvodi Industrije 5.0 trebaju omogućiti potrošačima da ostvare svoju potrebu za izražavanjem te da će potrošači biti spremni platiti premiju za to iskustvo. U osnovi, Industrija 5.0 je koncept koji teži stvoriti održivu, ljudima usmjerenu i otporniju industriju. Dok neki vide Industriju 5.0 kao evolucijski korak koji nadopunjuje koncepte i prakse Industrije 4.0, drugi je smatraju nadopunom paradigme Industrije 4.0.

## 5. Zaključak

Industrija 5.0 predstavlja još jedan korak prema oslobađanju čovjeka od napornog fizičkog i psihičkog rada te velikim dijelom utječe na gospodarstvo, ali i na druga područja kao što je medicina. Primjenom Industrije 5.0 postiže se veća efikasnost u odgovoru na individualne potrebe te stvaranju virtualnog okruženja, koristeći napredna računala i informacijske tehnologije. Industrija 5.0 je realizacija optimalne integracije velikih podataka, umjetne inteligencije, interneta stvari, računalstva u oblaku, kobota, inovacije i kreativnosti. Predviđa se da će Industrija 5.0 otvoriti nova radna mjesta koja će pružiti veću vrijednost te veću autonomiju u smislu dizajna i kreativnosti. Također, pomaže u poboljšanju produktivnosti rada i većoj mogućnosti prilagodbe kupcima.

Industrija 5.0 predstavlja kombinaciju organizacijskih principa i tehnologija koje se koriste za projektiranje i upravljanje operacijama i opskrbnim lancima usmjerenim na otpornost i održivost, ali i usmjerene na čovjeka. Takva kombinacija otporne i održive organizacije usmjerene na čovjeka, zajedno s tehnologijama koje omogućuju otpornu i održivu proizvodnju i logistiku jedinstvena je i nadilazi puku tehnološku leću Industrije 4.0. Iako se općenito smatra da je Industrija 5.0 pristup temeljen na vrijednostima, njezine implikacije na buduće operacije i opskrbne lance još nisu dovoljno istražene.

Postoje četiri glavne smjernice koje su usko povezane sa Industrijom 5.0. Prvo, kao glavna tehnološka načela Industrije 5.0 navode se suradnja, koordinacija, komunikacija, automatizacija, analitička obrada podataka i identifikacija. Drugo, područja kojima zanimaju Industriju 5.0 su organizacija, upravljanje, tehnologija i procjena učinka. Treće, Industrija 5.0 održava se na tri razine a to su razina društva, razina mreže i razina postrojenja. I kao zadnje, Industrija 5.0 umrežuje novu trostruku granicu otpornog stvaranja vrijednosti, dobrobiti ljudi i održivog društva.

Neki od kritičara i teoretičara tvrde da Industrija 5.0 nije ništa drugo nego li usavršavanje Industrije 4.0 te ne predstavlja novu industrijsku revoluciju. Međutim, kada usporedimo ova dva koncepta, jasno se vidi da se radi o značajnoj promjeni u proizvodnji kao i u organizaciji koja mijenja socijalne i gospodarske odnose. Ova promjena stavlja čovjeka kao radnika u središte proizvodnog procesa koji naglašava poštivanje njegove osobnosti, autonomije i ljudskog dostojanstva. Ova obilježja su upravo ono što čini industrijsku revoluciju ključnom.

Industrija 5.0 omogućuje dinamične i strukturno prilagodljive proizvodne sustave i lance opskrbe koji se temelje na podacima, te brzo reagiraju na promjene u okruženju ponude i potražnje preuređivanjem i preraspodjelom svojih komponenti i sposobnosti. Kada se primjenjuje na pravi način, Industrija 5.0 može poboljšati produktivnost i učinkovitost, a istovremeno povećati otpornost i održivost lanaca proizvodnje i opskrbe. Ova inovativna industrijska paradigma



omogućuje stvaranje sljedeće generacije proizvodnje i logistike kroz troškovno učinkovite, otporne i održive mreže opskrbnih lanaca usmjerenih na čovjeka, koje uključuju perspektive operacija i upravljanja lanca opskrbe, industrijskog inženjerstva, računalne znanosti, robotike i automatizacije. Sve je veća potražnja tržišta za prilagođenim i personaliziranim proizvodima što čini ovaj koncept još važnijim. Čak i u velikim proizvodnim poduzećima postoje tehnološke operacije koje nisu isplative za automatizaciju ili su vrlo složene, zbog čega se oblik suradnje između koboti i radnika pokazuje najisplativijim. Iz svega nevedenog zaključujemo da Industrija 5.0 potiče multidisciplinarnu istraživačku suradnju kako bi se postigao njezin puni potencijal.

## Literatura

### Knjige:

1. Cerović Z. (2010) *Hotelski menadžment*. Rijeka. Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Sveučilište u Rijeci
2. Certo, S. C.; Certo, S. T. (2008) *Moderni menadžment*. Zagreb, Mate d.o.o.
3. Chaline E. (2015) *50 izuma koji su promijenili povijest*. Zagreb: Školska knjiga
4. Čavrak V. et al (2011) *Gospodarsvo hrvatske*. Zagreb, Politička kultura, nakladno-istraživački zavod
5. Gutić Martinčić S. (2021) *Upravljanje organizacijskim promjenama*. Osijek, Studio HS Internet d.o.o.
6. Kotar S.L. – Gessler J.E. (2009) *The Steamboat Era. A History of Fulton's Folly on American Rivers, 1807-1860*, Jefferson: McFarland & Company
7. Kras S. L. (2004) *Transforming Power of Technology: The Steam Engine*. Philadelphia: Chelsea House Publishers
8. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014) *Industry 4.0*. Business & Information Systems Engineering
9. Lončar J., Stiperski Z. (2019) *Industrijska geografija*. prvo izdanje, Zagreb, Bibliotheka Gegographia Croatica
10. Pereira N., Cazarini E. (2020) *Industry 4.0 - What Is It?*. Industry 4.0 - Current Status and Future Trends, Jesús Hamilton Ortiz, IntechOpen
11. POVIJEST 12 (2008) *Kolonijalizam i građanske revolucije*. Izdavač Europapress holding d.o.o., Glavni urednik hrvatskog izdanja prof. dr. Ivo Goldstein
12. POVIJEST 14 (2008) *Industrijalizacija i nacionalne revolucije (1848. - 1871.)*. Izdavač Europapress holding d.o.o., Glavni urednik hrvatskog izdanja prof. dr. Ivo Goldstein
13. Rupčić N. (2018) *Suvremeni menadžment, teorija i praksa*. Rijeka, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci
14. Sikavica P. i Bahtijarević – Šiber F. (2004) *Menadžment: Teorija menadžmenta i veliko empirijsko istraživanje u Hrvatskoj*. Zagreb: Masmmedia
15. Sikavica P., Bahtijarević-Šiber F., Pološki Vokić N. (2008) *Temelji menadžmenta*, Zagreb, Školska knjiga
16. Žugaj M., Šehanović J., Cingula M. (2004) *Organizacija*. Varaždin, Fakultet organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu

### **Doktorski, magistarski, znanstveni i diplomski radovi:**

1. Aralica, K. (2022) *INDUSTRIJA 5.0 IZ PERSPEKTIVE ZAŠTITE NA RADU*. Završni rad. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu
2. Brajković, L. (2019) *Industrija 4.0 i digitalna transformacija*. Završni rad. Zagreb: Filozofski fakultet
3. Dujanić M. (2004.) *Upravljanje promjenama u poduzeću*. Znanstveni rad. Rijeka: Zbornik radova Sveučilišta u Rijeci, Ekonomski fakultet
4. Kežman, D. (2017). *Sistematizacija značajki koncepta Industrije 4.0*. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje
5. Kraljić T. (2016.) *HORIZONTALNA I VERTIKALNA KONZISTENTNOST STRATEŠKOG PLANIRANJA-ODGOVORNOST QUADRUPLE HELIX DIONIKA U DJELOTVORNOM UPRAVLJANJU RAZVOJEM U REPUBLICI HRVATSKOJ*. Disertacija. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
6. Matejak N. (2017) *INDUSTRIJA 4.0 – SADAŠNJOST ILI BUDUĆNOST U HRVATSKOJ*. Diplomski rad. Varaždin: Sveučilište Sjever
7. Nejedly V. (2020) *Razvoj digitalnog društva i industrija 5.0*. Završni rad. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
8. Oulovsky, N. (2018.) Utjecaj koncepta Industrija 4.0 na razvoj distribucijskih sustava. Diplomski rad. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti,
9. Pejić, I. (2019) *ČETVRTA INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA U HRVATSKOJ*. Završni rad, Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“,
10. Rončević A., Gregorić M., Horvat, D. M. (2019.) Accomplishment aspects of automotive industry in the Republic of Croatia related to industry 4.0. U D. Dobrinčić (ur.), Book of papers (Croatian Direct Marketing Association) (str. 235-247). Zagreb : Croatian Direct Marketing Association. ISSN 2459-7953
11. Rukavina M. (2018.) *Sustav proizvodnje Just in Time na primjeru Toyote*. Diplomski rad. Zadar: Sveučilište u Zadru

### **Internet izvori:**

1. Akundi i sur., (2022.) Stanje industrije 5.0 - Analiza i identifikacija trenutnih istraživačkih trendova, <raspoloživo na: <https://www.mdpi.com/> >, [20.04.2023.].
2. Berger R. (2014) Think act- Industry 4.0, <raspoloživo na: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_tab\\_industry\\_4\\_0\\_20140403.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tab_industry_4_0_20140403.pdf) >, [17.03.2023].

3. Bićanić, A. (2017.) Kraj dugog 19. Stoljeća: Druga industrijska revolucija <raspoloživo na: <http://arhivanalitika.hr/blog/kraj-dugog-19-stoljeca-druga-industrijska-revolucija/>>, [17.03.2023].
4. British Broadcasting Corporation, News in pictures, In Pictures: A history of trams, <raspoloživo na: <http://www.bbc.co.uk/news/in-pictures-15990563> >, [15.02.2023].
5. Courtney P. – „The second industrial revolution“, <raspoloživo na: <https://industrialdevelopment.weebly.com/> >, [15.02.2023]
6. Dobša L. (2006) James Watt 1736. – 1819., <raspoloživo na: <https://www.phy.uniri.hr/~jurdana/watt.pdf> >, [15.02.2023.]
7. Erboz, G. (2017) How To Define Industry 4.0: Main Pillars Of Industry 4.0. Industry 4.0, <raspoloživo na: <https://www.bcg.com/en-il/capabilities/manufacturing/industry-4.0> >, [17.03.2023]
8. Ericsson, Nikola Tesla, vizionar i znanstvenik svjetskoga glasa, <raspoloživo na: <https://www.ericsson.hr/nikola-tesla> >, [15.02.2023.].
9. Herljević B., (2016) Znete li kako je izgledao prvi telefonski razgovor u povijesti i koje su prve izgovorene riječi?, <raspoloživo na: <https://povijest.hr/nadanasnjidan/kako-je-izgledao-prvi-telefonski-razgovor-u-povijesti-1876/> >, [15.02.2023.].
10. History - „Industrial revolution“, 2009., <raspoloživo na: <https://www.history.com/topics/industrial-revolution/industrial-revolution> >, [15.02.2023].
11. Hrvatska gospodarska komora – „Industrija 4.0“, <raspoloživo na: <https://www.hgk.hr/documents/hgk-industrija-4058d8c59722f1e.pdf> >, [15.02.2023].
12. Knezović, G. (2019.), Internet stvari mijenja način na koji živimo i poslujemo, <raspoloživo na: <https://mreza.bug.hr/internet-stvari-iot-mijenja-nacin-na-koji-zivimo-i-poslujemo/> >, [17.03.2023].
13. Konferencija o kolaborativnim robotima, naprednom vidu i umjetnoj inteligenciji (2020.), <raspoloživo na: <https://www.automate.org/> >, [06.04.2023.].
14. Kraj dugog 19. stoljeća: Druga industrijska revolucija, <raspoloživo na: <https://arhivanalitika.hr/blog/kraj-dugog-19-stoljeca-druga-industrijska-revolucija/> >, [15.02.2023].
15. Mattern F., Floerkemeier C. – „From the Internet of Computers to the Internet of Things“, <raspoloživo na: <http://vs.inf.ethz.ch/publ/papers/Internet-of-things.pdf> >, [11.03.2023].

16. Marely, M, (2011.) Kako je nastala prva industrijska revolucija <raspoloživo na: <https://geek.hr/e-kako/drustvo/povijest/kako-je-nasatala-prva-industrijska-revolucija/>>, [15.02.2023].
17. Ožanić M., (2019.) Povijest industrije – što je to, zašto nam treba i kako ju proučavati, <raspoloživo na: <http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=193>>, [18.02.2023.].
18. Perić (2023) Industrija 4.0 - Hrvatska gospodarska komora, <raspoloživo na: <https://www.hgk.hr/documents/hgk-industrija-4058d8c59722f1e.pdf>>, [11.03.2023.].
19. Pfeifer, S. (2012) INTERNA SKRIPTA ZA KOLEGIJ „MENADŽMENT“, <raspoloživo na: <http://www.efos.unios.hr/menadzment/wp->>, [11.03.2023].
20. Ranger S. (2022) „What is cloud computing? Everything you need to know about the cloud explained“, <raspoloživo na: <https://www.zdnet.com/article/what-is-cloud-computing-everything-you-need-to-know-about-the-cloud/>>, [17.03.2023].
21. Rojko (2017.) Industry 4.0 Concept: Background and Overview, <raspoloživo na: <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/viewFile/7072/4532>>, [11.03.2023].
22. Šimurina J., Tolić I. (2007.) Dynamics of the technology progress in economic development <raspoloživo na: [https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=59992](https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=59992)>, [15.02.2023].
23. Veža I., Industrija 4.0 - novi strojarski izazov, <raspoloživo na: [https://bib.irb.hr/datoteka/830338.Strojarski\\_izazov\\_SB\\_Veza.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/830338.Strojarski_izazov_SB_Veza.pdf)>, [11.03.2023].
24. Yacht charter Croatia, Tesla alternating current polyphase system, <raspoloživo na: [http://www.yacht-chartercroatia.com/about\\_croatia/tesla/tesla-ac-system.htm](http://www.yacht-chartercroatia.com/about_croatia/tesla/tesla-ac-system.htm)>, [15.02.2023].
25. QS STUDY, Glavne prednosti Just in Time (JIT) sustava, <raspoloživo na: <https://qsstudy.com/major-benefits-just-time-jit-system/>>, [17.02.2023.].
26. 5G world pro (2023), 5G trening za tehničke i biznis timove, <raspoloživo na: <https://www.5gworldpro.com>>, [06.04.2023.].

### Časopisi:

1. Adel, A., (2022). Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications* br. 11, 2-11
2. Akudi, A. i sur., (2022). State of Industry 5.0—Analysis and Identification of Current Research Trends. *Applied system innovation* br. 5, 1-11
3. Benhamou, S., (2020). Artificial Intelligence and the Future of Work. *De Boeck Supérieur* br.169, 57 – 88.

4. Culot, G., & Nassimbeni, G., Orzes, G., Sartor, M., (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics, Elsevier* br. 226(C)
5. Frey C. B., Osborne M., (2013). THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?. *Technological Forecasting and Social Change* br.114
6. Güğərçin S., Güğərçin U., (2021). How Employees Survive in the Industry 5.0 Era: In-Demand Skills of the Near Future. *International Journal of Disciplines In Economics and Administrative Sciences Studies (IDEA studies)* br. 7, 524-533.
7. Hernández de Menéndez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C., McGovern, M., (2020). Competencies for Industry 4.0. *International Journal for Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)* 14, 1511-1524.
8. Ivanov, D., (2022). The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. *International Journal of Production Research* 61(9), 1-13
9. Naveen, B. R., (2019). Managment Challenges and Opportunities of Industry 5.0, India's Changing Paradigm: Skills and Entrepreneurship for Global Competitiveness. *Niruta Publications*, 62-67
10. Nahavandi, S., (2019). Industry 5.0—A Human-Centric Solution. *Sustainability* 11(16):4371
11. Reddy Kumar, P. et al, (2021). Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration* br. 26, 2.25
12. Witkowski, K., (2017.). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0– Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering* br.182, 763-769
13. Xu, M. i sur., (2018). The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research* br. 9, 90 – 95
14. Nikolić G. (2018). JE LI INDUSTRIJA 5.0 ODGOVOR NA INDUSTRIJU 4.0 ILI NJEN NASTAVAK? *POLYTECHNIC&DESIGN* Vol.6, br. 2

## Popis slika

<b>Slika 1</b> Ključni elementi za postizanje ciljeva poduzeća .....	5
<b>Slika 2</b> Temeljne funkcije menadžmenta .....	7
<b>Slika 3</b> Prikaz tijeka procesa planiranja .....	8
<b>Slika 4</b> Faze menadžerske kontrole .....	11
<b>Slika 5</b> Prikaz Modela 7S .....	12
<b>Slika 6.</b> Prikaz parnog stroja Jamesa Watta .....	15
<b>Slika 7.</b> Prvi telefon Alexandra Graham Bella .....	16
<b>Slika 8.</b> Teslin induksijski motor .....	17
<i>Slika 9.</i> Prikaz sustava just in time u Japanu .....	19
<b>Slika 10</b> Ključne karakteristike Industrije 4.0 .....	23
<b>Slika 11</b> Karakteristike pamtne tvornice .....	24
<b>Slika 12</b> Shematski prikaz ključnih čimbenika Industrije 5. ....	30
<b>Slika 13</b> Prikaz kobota u radu .....	33
<b>Slika 14</b> Vremenski prikaz složenosti industrijskih revolucija .....	40

## **Popis tablica**

<b>Tablica 1</b> Prednosti i nedostaci Industrije 4.0.....	20
<b>Tablica 2</b> Usporedba čovjeka i tehnologije (robota).....	22
<b>Tablica 3</b> Top 10 najtraženijih vještina u 2015., 2020., i 2025. godini .....	38
<b>Tablica 4</b> Usporedba Industrije 4.0 i Industrije 5.0 .....	41