

# Industrijska revolucija 4.0 i njena primjena u uredu budućnosti

---

**Tomić, Alen**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:211:373783>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno 3.0](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE  
VARAŽDIN**

**Alen Tomić**

**INDUSTRIJA 4.0 I NJENA PRIMJENA U  
UREDU BUDUĆNOSTI**

**ZAVRŠNI RAD**

**Varaždin, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE**  
**V A R A Ž D I N**

**Alen Tomić**

**Matični broj: 0016129287**

**Studij: Informacijski sustavi**

**INDUSTRIJA 4.0 I NJENA PRIMJENA U UREDU BUDUĆNOSTI**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor:**

Doc. dr. sc. Zvonimir Sabati

**Varaždin, rujan 2022.**

*Alen Tomić*

### **Izjava o izvornosti**

Izjavljujem da je moj završni/diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

*Autor/Autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi*

---

## **Sažetak**

Uvod u temu i pojam industrijske revolucije 4.0. Zatim pregled povijesnog razvoja industrije 4.0, te najvažnijih smjernica budućeg razvoja s fokusom na telekomunikacije i telekomunikacijske tehnologije. Obrada potrebnih preduvjeta (na polju ljudskih resursa, organizacije, te pogotovo na tehničkom i tehnološkom polju) koji se trebaju postići da bi budući razvoj i uspjeh Industrijske revolucije 4.0 u primjeni bio osiguran. Očekivane prednosti koje Industrijska revolucija 4.0 donosi u odnosu na sadašnje stanje i sadašnja rješenja, te rizici koji se povezuju s njenim razvojem. Na temelju svega navedenog obraditi primjenu u uredskom okruženju, uz sva poboljšanja i promjene koje se pri tome očekuju.

**Ključne riječi:** Ured budućnosti, IoT, Big data, Industrija 4.0, 5G

# Sadržaj

Sadržaj .....	iii
1. Uvod .....	1
2. Povijesni pregled .....	2
2.1. Prva industrijska revolucija .....	2
2.2. Druga industrijska revolucija .....	3
2.3. Treća industrijska revolucija .....	4
2.3.1. Faza omogućavanja poslovanja (1970.-2000.).....	5
2.3.2. Faza digitalnih igrača (1990.-2015.).....	5
2.3.3. Faza prihvatanja digitalizacije (2010.-...) .....	5
2.3.4. Digital 4.0 promjene (u tijeku) .....	5
3. Definicija Industrije 4.0 .....	7
3.1. Međusobna povezanost.....	8
3.2. Transparentnost informacija .....	9
3.3. Decentralizirane odluke .....	10
3.4. Tehnička podrška .....	11
4. Budući razvoj i preduvjeti razvoja .....	13
4.1. Preduvjeti razvoja .....	13
4.1.1. Ljudski resursi.....	13
4.1.2. Organizacija i upravljanje.....	14
4.1.3. Tehnološki preduvjeti .....	15
4.2. Budući razvoj .....	19
4.2.1. Kibernetička sigurnost.....	19
4.2.2. Standardizacija .....	19
4.3. Prednosti i nedostaci Industrije 4.0 .....	21
4.3.1. Prednosti Industrije 4.0 .....	21
4.3.2. Nedostaci Industrije 4.0 .....	23
5. Primjena u uredskom okruženju .....	25
5.1. Trenutno stanje.....	25
5.2. Buduće stanje.....	27
6. Zaključak.....	32
Popis literature .....	34
Popis slika .....	37

# 1. Uvod

Tema ovog rada jest Industrija 4.0, s naglaskom na njen utjecaj na uredska okruženja, te promjene koje bi ona trebala donijeti u uredska okruženja. Motivacija za ovu temu proizlazi iz interesa za istraživanje novih i nadolazećih rješenja i tehnologija, želje za razumijevanjem motivacije za njihov razvoj, kao i za njihove primjene u realnim situacijama i njihov utjecaj na ljudsko djelovanje, kako u svakodnevnom privatnom životu, tako i u poslovnom svijetu, gdje tehnologije značajno utječu na obavljanje posla i kreiranje dodatne vrijednosti proizvodnjom proizvoda i usluga. Uvijek je postojala težnja za istraživanjem i razvijanjem novih tehnologija, s ciljem da ta tehnologija omogući da ljudi koji određenu tehnologiju koriste za radnje koje prije te tehnologije nisu bile moguće, ili da postojeće radnje učine bržima, efikasnijima, isplativijima ili sigurnijima.

Industrija 4.0, često nazvana i 4. Industrijska revolucija, najnovija je prekretnica u razvoju industrije, kao i brojnih drugih područja. Zapravo, ona se nadograđuje na prethodnu industrijsku revoluciju, koja je najprije uvela računala u proizvodnju, a zatim i u druge primjene, što je do danas rezultiralo time da su računala sveprisutna. 4. Industrijska revolucija se nadograđuje na prethodnu na način da kombinira postojeće tehnologije te uvodi nove te radi na tome da dodatno optimizira i poveže razne uređaje i sustave koje prije nije bilo moguće povezati, te da omogući njihovu međusobnu komunikaciju i suradnju te zajedničko djelovanje, a pritom veliku važnost imaju nove tehnologije koje to sve omogućuju. Među najvažnijim tehnološkim koracima koji prate ovu revoluciju je uvođenje najnovijih smart tehnologija i rješenja, kao što je IoT, umjetna inteligencija, i druge tehnologije koje imaju sve veći utjecaj (Moore, 2019.)

Iz navedenog je jasno da se radi o temi od iznimne važnosti, jer Industrija 4.0 je već počela utjecati na mnoge djelatnosti, a u budućnosti će taj utjecaj biti sve veći, a promjene koje će to uzrokovati će biti temeljite i drastične, te je iz tog razloga važno da se postigne što veći stupanj prilagodbe na nadolazeće promjene, da bi one bile što bezbolnije te da bi se čim bolje iskoristile prednosti uvođenja Industrije 4.0, a da se pritom što učinkovitije izbjegnu mogući problemi i negativne posljedice, koje će također biti spomenute u nastavku ovog rada.

## 2. Povijesni pregled

Da bi bilo moguće razumjeti sadašnju situaciju, te implikacije koje donosi 4.industrijska revolucija, potrebno je razumjeti povijesni kontekst 4.industrijske revolucije, ali i prethodnih revolucija, od kojih je svaka donijela neke veoma bitne promjene. Radi se o prilično dugom vremenskom razdoblju kroz koje su se dogodile brojne važne promjene.

### 2.1. Prva industrijska revolucija

Od sredine 18.stoljeća, pa sve do 1840-ih godina, odvijala se prva industrijska revolucija. To je bio prvi put u ljudskoj povijesti da je došlo do velikog i naglog tehnološkog napretka u relativno kratkom vremenu. Počela je u Velikoj Britaniji, a veoma brzo se proširila po ostatku razvijenog svijeta, uz izrazit utjecaj na nagli razvoj Sjedinjenih Američkih Država. (Allen, 2017.) Prema Allenu, temelj ove revolucije jest parni stroj, koji je omogućio do tada neviđene mogućnosti. Naime, određenim gorivom se mogla zagrijavati voda, sve dok se ona ne pretvori u paru. Zatim bi stroj tu energiju pretvarao u mehaničku energiju, što je omogućilo korištenje te energije za razne primjene, od vlakova, pumpi, preša i raznih drugih strojeva kojima je temelj bio parni stroj.

Uz parni stroj, postojale su i druga otkrića i napreci koji su proizašli iz razdoblja prve industrijske revolucije (moderni tkalački stroj, telegraf, pisaći stroj i dr.), ali parni stroj je temelj koji je omogućio sve to (Hughes, 2020.). Dakle, uz to što je parni stroj uzrokovao rekretnicu u načinu na koji se proizvode proizvodi, kroz druge namjene i kroz druge izume koji su nastali velikim dijelom zahvaljujući parnom stroju došlo je do dramatičnih promjena u transportu ljudi i roba, komunikaciji, socijalnim i radničkim pravima. Ono što je obilježje ove revolucije, a slično će biti i za ostale, je činjenica da je dovelo do zastarijevanja i nestanka određenih poslova i radnih mjesta, ali su i stvorena nova radna mjesta koja do revolucije nisu postojala. Implikacije prve industrijske revolucije su bile dalekosežne, te se bez sumnje može reći da je u razdoblju od jedne generacije zapadni svijet moderniziran i transformiran iz primarno poljoprivrednog i manufakturnog u industrijaliziran svijet.



## 2.2. Druga industrijska revolucija

Ubrzo nakon prve, već sredinom 19. stoljeća počinje druga industrijska revolucija. Dok je prvu revoluciju pokrenuo izum parnog stroja, drugu revoluciju je pokrenulo otkriće nafte 1859. godine, koja je tijekom ove revolucije postala najvažnije gorivo na svijetu, a važan status drži sve do danas (ACS, 2009.). Počela se odmah koristiti, ali njena upotreba je naglo počela rasti tek nakon što je izumljen motor s unutarnjim izgaranjem, jer je taj izum dao nafti novu primjenu. Uz to, skoro istovremeno dolazi do sve šire upotrebe električne energije, koja je uz naftu preobrazila svakodnevni život i postala jedan od simbola tehnološkog napretka kroz 19. i 20. stoljeće.

Na temelju napredaka u proizvodnji koji su postignuti u prošloj industrijskoj revoluciji, nastali su novi napreci, nove tehnologije i proizvodi koji su dodatno unaprijedili čovječanstvo. Jedna od najvažnijih prekretnica je izum automobila, a ubrzo nakon toga došlo je do prve uspješne primjene pokretne trake pri proizvodnji automobila, a za to je zaslužan Henry Ford, čija kompanija je 1908. godine počela proizvoditi Ford Model T. Uz pokretnu traku (koju Ford nije izumio, ali ju je znatno unaprijedio, iskoristio njezin potencijal i učinio ju značajno bržom i efikasnijom), Ford je ukinuo tradicionalni manufakturni model visokoobrazovanih i veoma stručnih radnika koji su radili niz složenih poslova. Umjesto toga, svaki radnik je imao jedan jednostavniji zadatak koji je ponavljao, ili najviše nekoliko povezanih jednostavnih zadataka. To je pojednostavilo obrazovanje radnika (skoro svatko je mogao raditi u proizvodnji nakon veoma kratke i jednostavne obuke), pojeftinilo i ubrzalo proizvodnju, što je za posljedicu imalo velik broj proizvedenih automobila po veoma pristupačnoj cijeni.

Zahvaljujući svemu tome, do kraja proizvodnje 1927. godine proizvedeno je nešto manje od 15 milijuna primjeraka Modela T, te je jedno vrijeme preko 50% svih automobila na cesti bilo Model T, a takva dominacija na tržištu nikada više nije zabilježena (Ingrassia, 2008.).



**Slika 1:** Proizvodna linija Forda Model T (Flickr, 2014.)

Kao i na primjeru modela T, slične promjene su se dogodile i na drugim poljima. Nastale su nove industrije, neke stare su postale neodržive, a cijeli taj period je rezultirao velikim napretkom, od društvenih promjena do tehnoloških, što je rezultiralo značajnim povećanjem kvalitete života velike većine stanovnika razvijenog svijeta. Kao što je Model T omogućio da ljudi putuju slobodno i lako kao nikada prije, tako je široko dostupna električna energija omogućila svima koji ju posjeduju pouzdan i jednostavan izvor energije, a i postavila preduvjete za budući razvoj, uključujući i sljedeću industrijsku revoluciju.

### **2.3. Treća industrijska revolucija**

Treća industrijska revolucija (često nazivana i Digitalna revolucija, eng. *Digital Revolution* [Clarke, 2012.]) počela je sredinom 20.stoljeća, a temelj za nju je izum mikročipa. Prema mnogima treća industrijska revolucija zapravo traje sve do danas. Prema Clarkeu (2012.) ova revolucija je specifična po tome što je, za razliku od prethodnih koje su revolucionirale mehanički, odnosno analogni svijet i analogne radnje, ušla u novu sferu koja do tada nije ni postojala, te smatra da se ona najviše očitava u informiranju, dostupnosti i brzini širenja informacija:

*„Digitalna revolucija je bez sumnje najvažniji događaj po pitanju rasprostranjivanja i dijeljenja informacija još od Gutenbergovog tiskarskog stroja, te možda čini i veći iskorak u ljudskoj komunikaciji“ -Michael Clarke (2012.)*

Od nastanka mikročipa i računala do danas došlo je do značajnog razvoja novih tehnologija, kao što su fiksne i mobilne telekomunikacije, Internet, GPS, robotika i mnoge druge, koje su temeljito promijenile proizvodnju, poslovanje i svakodnevni život. Moguće je podijeliti revoluciju na više faza (Gupta, 2018.):

### **2.3.1. Faza omogućavanja poslovanja (1970.-2000.)**

U ovoj fazi su neke tehnologije, kao što su računala, već zrele i u dužoj upotrebi, ali zasad pretežno služe kao podrška poslovanju (pri čemu je primarna djelatnost tvrtke i dalje tradicionalna djelatnost koja još uvijek nije u digitalnoj sferi), i većina digitalnih proizvoda i usluga služi isključivo da bi velike tvrtke koristile za praćenje i unapređenje svojih velikih sustava.

### **2.3.2. Faza digitalnih igrača (1990.-2015.)**

U ovoj fazi dolazi do kreiranja prvih digitalnih proizvoda i usluga koji nisu kreirani kao podrška nekom drugom sustavu, a to prate i nove kompanije koje svoje postojanje i rast temelje na digitalnim proizvodima i prisutnosti isključivo u digitalnom svijetu, te takve kompanije veoma naglo jačaju, a neki od najpoznatijih primjera su Apple, Google, Facebook i drugi, te su to danas neke od najuspješnijih i najvrjednijih kompanija na svijetu.

### **2.3.3. Faza prihvaćanja digitalizacije (2010.-...)**

Faza prihvaćanja digitalizacije i dalje traje, jer i dalje traje proces sve šireg korištenja digitalnih tehnologija, povećavanja broja ljudi koji su povezani na Internet i ljudi koji posjeduju pametni telefon. uz to, drugi proces koji obilježava ovo razdoblje i još traje jest digitalna demokratizacija, odnosno sve više korištenje digitalnih tehnologija za opću korist, tako da se digitaliziraju određeni servisi koji služe općem korištenju. To uključuje primjerice i određene elemente javne infrastrukture i široko korištenih usluga državnih institucija, kao i općeprihvaćenost društvenih mreža, koje imaju sve veću ulogu u životima, informiranju i komuniciranju ljudi, te postaju općeprihvaćena stvar. jednostavno rečeno, digitalizacija postaje sveprisutna i zalazi u sve sfere života.

### **2.3.4. Digital 4.0 promjene (u tijeku)**

Ovo je faza koja je u tijeku, te će se tek vidjeti njeni pravi dosezi. Gupta navodi da se očekuje ispreplitanje i povezivanje tradicionalnih i digitalnih poslovanja, te prihvaćanje digitalnih tehnologija u sfere poslovanja i života u kojima digitalizacija nikada prije nije bila.

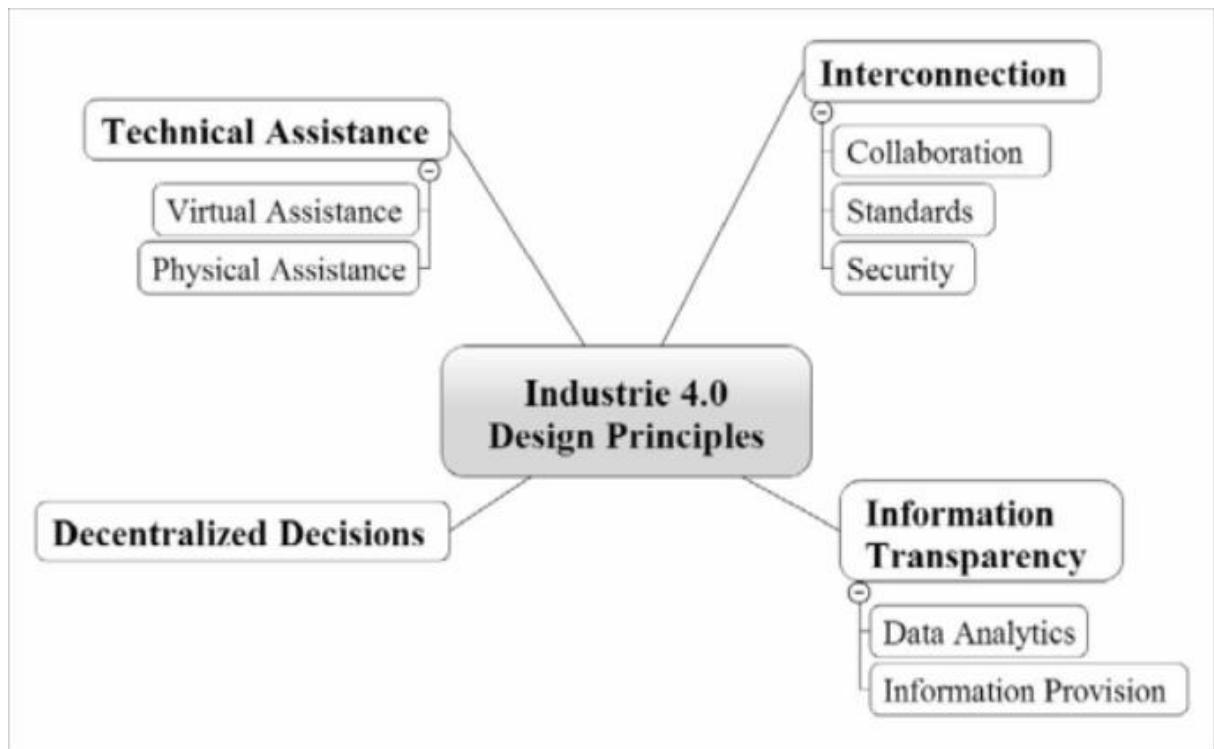
Primjetno je da ovaj opis djelomično sličan s ranijim opisom Industrije 4,0 (točnije, promjene koje se povezuju s Digital 4.0 su samo dio svih promjena koje se očekuje da će donijeti industrija 4.0).

Dakle, iz navedenog je moguće zaključiti da promjene koje donosi Digital 4.0 (ali i prethodno opisana faza prihvaćanja digitalizacije) još nisu gotove, niti je njihov utjecaj i doseg dosegao svoj maksimum, te možemo očekivati da će one biti samo jedan od brojnih utjecaja koji će kroz budućnost oblikovati Industrij 4.0 i njen razvoj. Stoga je potrebno krenuti na detaljniju obradu same industrije 4.0.

### 3. Definicija Industrije 4.0

Industrija 4.0 je pojam koji svoje korijene vuče iz 2011. godine, kada je njemačka vlada pokrenula projekt modernizacije industrije, s naglaskom na kompjuterizaciju i digitalizaciju industrije, te je osmišljen pojam industrije 4.0. Točnije, sam pojam je predstavljen na sajmu u Hannoveru (Dima, 2021.) Industrija 4.0 definirana je kao nova faza razvoja industrije (ali i drugih grana) u kojem će doći do značajnog povezivanja fizičkih komponenti i resursa i digitalne sfere, uz međusobnu komunikaciju različitih komponenti sustava, ili cijelih sustava. Dakle, doći će do zbližavanja fizičke i digitalne sfere, a sve zahvaljujući posredovanju najmodernijih komunikacijskih tehnologija. Radna skupina u svom programu je uz definiranje pojma definirala očekivanja i zahtjeve prema Vladi Republike Njemačke, s naglaskom na zakonodavne i druge promjene koje trebaju napraviti da bi se uspješno orijentirali u smjeru razvoja Industrije 4.0. U tom programu je predviđeno da će kroz naredno razdoblje doći do sve veće primjene rješenja iz digitalne sfere u raznim sektorima industrije, ali i u drugim sektorima poslovanja, kao i svakodnevnog privatnog života većine ljudi.

Budući da se radi o relativno novom pojmu, a samim time i novoj sferi istraživanja za stručnjake, tijekom posljednjih 10 godina su izašli neki značajni radovi koji su pomogli da se postigne bolji konsenzus i zajedničko razumijevanje. Jedan od najvažnijih znanstvenih radova za Industriju 4.0, autora Hermann, Pentek, Otto (2016.) definira 4 principa dizajna koja trebaju biti temelj industrije 4.0, a to su sljedeći, kao što je navedeno na sljedećoj slici:



Slika 2: Principi dizajniranja za Industriju 4.0 (Hermann, Pentek, Otto, 2016.)

### 3.1. Međusobna povezanost

Za Industriju 4.0 važni su podaci i njihova razmjena, a za to je potrebna međusobna povezanost velikog broja uređaja, ali i ljudi koji su u interakciji s tim uređajima. Za međusobnu povezanost je važan internet stvari (eng. Internet of Things; IoT), koji mnogi proširuju na Internet svega (eng. Internet of Everything; IoE), da bi naglasili da je povezanost ljudi i najrazličitijih uređaja na svim razinama presudna za uspjeh. Internet stvari se pobliže definira kao nenapadan način da se povežu veliki brojevi raznolikih uređaja strojeva, skupova podataka, procesa, ali i ljudi u procese razvoja koji za cilj imaju potpuno povezan svijet, od najmanjih senzora, sve do vozila i ljudi. (ioe.org, 2022.) Naime, autori predviđaju međusobno povezivanje ljudi, strojeva, senzora, detektora, robota i raznih drugih uređaja putem bežičnih metoda povezivanja, za što je potreban stabilan i sveprisutan pristup internetskoj mreži. Cijeli sustav se temelji na tome da će svi ovi elementi biti stalno povezani (pri tome se radi o tri glavne vrste veza, točnije o vezi čovjek-čovjek, čovjek-stroj ili stroj-stroj), te će svi elementi stalno međusobno komunicirati, izmjenjivati velike količine podataka i surađivati s ciljem ostvarivanja zajedničkog cilja i postizanja očekivanih rezultata.

Veza najčešće treba biti neprekinuta (zbog razmjene podataka koja najčešće treba biti stalna), pa će stabilnost veze u budućnosti imati jednaku, ako ne i veću važnost za rad sustava koji čine Industriju 4.0. Naravno, kao i kod svake mreže, potrebno je da svi sudionici mreže komuniciraju na jednom zajedničkom standardu, ali je važno i da mreža bude sigurna, što znači da će mrežna sigurnost, koja je već sada od presudne važnosti, s rastom vrijednosti, financijskih interesa i kompleksnosti sustava koje će donijeti industrija 4.0 dobiti još veću važnost.

## 3.2. Transparentnost informacija

Sljedeće važno obilježje je transparentnost podataka, koja zahvaljujući povezanosti svih elemenata sustava osigurava da se na dosad neviđenoj razini u digitalnoj sferi kreira vjerna kopija stvarnog sustava. Hermann, Pentek, Otto (2016.) pojašnjavaju tzv. kontekstualizirane sustave, koliki stupanj vjernosti se u njima postiže, ali i kolika je važnost za procese odlučivanja:

*„Kontekstualizirane informacije su neophodne da bi učesnici u IoE mogli donijeti prave odluke. Sustavi koji su izrađeni kontekstualno za ispunjenje svojih zadaća koriste informacije iz digitalnog, ali i stvarnog svijeta (...) Da bi se analizirao fizički svijet, potrebno je agregirati sirove podatke u informacije više razine u sklopu konteksta te ih interpretirati“*

Iz navedenog možemo iščitati pravo značenje transparentnosti informacija. Uz čitljivost samih podataka koji se dobivaju od svih sudionika, koja je bitna za donošenje odluka, presudno je da rezultati obrade tih podataka budu preneseni nazad do pojedinih elemenata koji trebaju izvršiti radnje u obliku koji oni mogu razumjeti i koristiti, a uz to je važno da to bude pravovremeno.

Za potpunu transparentnost podataka važna je i sigurnosna komponenta, a to podrazumijeva da treba osigurati da pristup podacima i informacijama treba omogućiti samo onim uređajima i osobama u sustavu koji ih trebaju i kojima vjerujemo, uz fokus na poštivanje sigurnosnih protokola i zaštitu podataka. To se postiže ulaganjem u cyber sigurnost, te se samo na taj način mogu izbjeći potencijalno štetne negativne posljedice, u koje spadaju razne vrste napada na sustav i drugi oblici malicioznih aktivnosti.

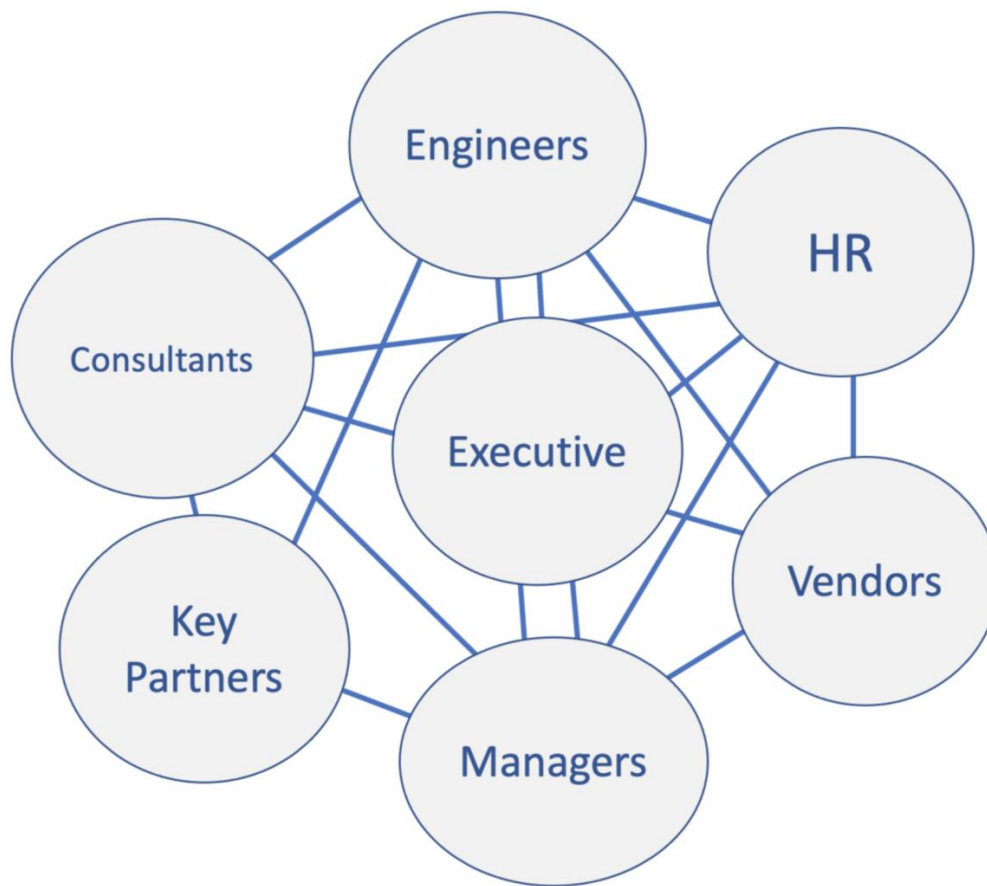
### 3.3. Decentralizirane odluke

Također, za ovakve kompleksne i sofisticirane sustave važno je da se odluke donose decentralizirano te da stručnjaci na svojim pozicijama imaju slobodu donošenja odluka temeljenu na svojoj ekspertizi i iskustvu. Naravno, Hermann, Pentek, Otto (2016.) naglašavaju da prethodna dva spomenuta principa, povezanost i transparentnost informacija su preduvjeti da bismo uopće imali mogućnost donošenja odluke na decentraliziran način.

Važno je da donositelji odluka odlučuju brzo i prema dostupnim podacima (a zahvaljujući povezanosti i transparentnosti podataka jednako su im dostupni i lokalni podaci, ali i podaci iz drugih dijelova sustava koji mogu biti relevantni za njihovo donošenje odluke), što za cilj ima prilično veliku razinu autonomije, ali i visoku efikasnost, zahvaljujući tome što se puno veći broj odluka može donijeti na nižim razinama, bez puno delegiranja i prenošenja odgovornosti, te se znatno manje učestalo vrši komunikacija prema višoj razini odlučivanja (vršenje komunikacije na taj način i dalje je moguće, te postoji mogućnost da će i dalje ponekad biti potrebno, pogotovo u rijetkim izvanrednim situacijama, kao što su konfliktne odluke ili ciljevi, napadi ili greške u sustavu ili druge neočekivane i iznimne situacije).

Temelj za donošenje decentraliziranih odluka su moderne i fleksibilne organizacijske strukture, koje omogućuju komunikaciju i donošenje odluka na brz i decentraliziran način. Primjer takve organizacijske strukture je mrežna organizacijska struktura. Prednosti navedene organizacije se vide u povećanoj fleksibilnosti koja je rezultat veoma dobre povezanosti svih članova organizacijske strukture, kao što se očituju i u smanjenju troškova, kroz manji gubitak vremena i novca na konzultiranje, kao i u slučaju kada se neke pomoćne zadaće u organizaciji predaju vanjskom suradniku koji će taj posao obaviti bolje ili jeftinije, ali je povezan u organizacijsku strukturu, te je uključen u komunikacijske kanale. Sve navedeno organizaciji omogućuje da se fokusira na svoju primarnu djelatnost koju najbolje radi, a isto vrijedi i za njene djelatnike, što na kraju donosi bolje rezultate (Sobiya, 2018).





**Slika 3:** Mrežna organizacijska struktura (Lotich, 2021)

Kao što je vidljivo na slici, svaki član je povezan sa svim drugim članovima, što omogućuje komunikaciju prema prethodno navedenim zahtjevima (brzina, transparentnost i fleksibilnost).

### 3.4. Tehnička podrška

Svaki sustav koji se oslanja na tehnološki napredne strojeve i uređaje, treba imati učinkovitu i uvijek dostupnu tehničku podršku, koja je u stanju otkloniti probleme i uvesti potrebna poboljšanja u radu strojeva i uređaja. Bilo da se radi o održavanju robota u tvornici automobila, ili održavanju mrežne opreme u uredskom okruženju, postoje sustavi i stručnjaci kojima je upravo to posao. Sustavi za podršku ne služe da bi obavljali temeljnu djelatnost neke organizacije, nego da bi osiguravali uvjete za ispunjavanje primarne djelatnosti. Industrija 4.0 će donijeti mnogobrojne napredne uređaje koji će ispunjavati razne zadaće uz međusobnu povezanost, pa je očekivano da će i oni donijeti nove izazove u području njihovog održavanja i podrške.

Hermann, Pentek, Otto (2016.) predviđaju veliku važnost tehničke podrške, ali uz prošireno i drukčije djelovanje. Naime, sada će elementi sustava pomagati u donošenju odluka, ali i u izvršavanju istih, te će i strojni elementi sustava pomagati ljudima. Autori smatraju da će to biti ostvareno kroz veći broj raznolikih uređaja koje će ljudi koristiti (sada veliku važnost u pomaganju ljudi u donošenju odluka i izvršavanju zadataka imaju pametni telefoni i tableti, a u budućnosti bi to mogli biti drugi uređaji, kao što su pametni satovi, naočale za virtualnu ili potpomognutu stvarnost i slično). Također, uz to što će ljudima lakše biti izvršavati određene zadaće, smatra se da bi moglo doći i do toga da ljudi prestanu obavljati neke zadaće, jer će strojevi to moći obavljati sigurnije i jeftinije.

Znamo da postoje mnogi poslovi koji su veoma opasni i štetni za ljude, kao rad s eksplozivima, opasnim kemikalijama, rad u opasno visokim ili niskim temperaturama, pa visokokvalificirani radnici moraju poduzeti mnoge korake zaštite da bi obavili svoj posao. Za očekivati je da će se težiti da se ljude čim više ukloni iz takvih okruženja i zadaća, te da roboti, uz izravno ljudsko upravljanje ili autonomno, izvrše te radnje bez nepotrebnog rizika za ljudsko zdravlje.

## 4. Budući razvoj i preduvjeti razvoja

Budući da je Industrija 4.0 relativno mlada i nalazi se u ranoj fazi razvoja, slijedi joj dug i složen proces razvoja i uvođenja u široku primjenu. Za sve uključene u njen razvoj važno je poznavati sve preduvjete koje je potpuno ispuniti tijekom razvoja, kao i ciljeve koje je potrebno dostići da bi proces razvoja bio što uspješniji.

### 4.1. Preduvjeti razvoja

Važno je poznavati preduvjete koje je potrebno poštovati prilikom dizajniranja i implementiranja budućih sustava koji će koristiti dostignuća industrije 4.0. Postoje razni preduvjeti koje je potrebno ispuniti, ali s obzirom da se ovaj rad fokusira na Industriju 4.0 u uredskom okruženju, posebnu važnost treba posvetiti sljedećim preduvjetima:

#### 4.1.1. Ljudski resursi

Kao i kod svih drugih važnih i opsežnih promjena, i Industrija 4.0 ima velike implikacije za ljude i upravljanje ljudskim resursima. Stoga je od presudne važnosti da se predvide utjecaji koje će promjene imati na ljude, te da se izvrše potrebne prilagodbe s ciljem zadržavanja zadovoljstva radnika, kao i kvalitete izvršavanja radnih zadataka.

Prvi važan preduvjet je obuka radnika. Naime, zbog potrebe za novim znanjima i vještinama, radnicima će biti potrebna dodatna obuka da bi nova znanja i vještine usvojili i što bolje koristili pri svom radu. Ali dodatna obuka se ne odnosi samo na posao koji radnici obavljaju, nego i na dodatno proširenje i diversifikaciju njihovih znanja i vještina, te da zaposlenicima omoguće veću fleksibilnost u obavljanju raznovolikih zadataka i zadataka koje uključuju multitasking. (Shamim, Cang, Yu, Li, 2016.) Zbog navedenog možemo očekivati da će postojeći programi obučavanja unutar tvrtki i organizacija kao što je mentoriranje, vanjske obuke kao što su tečajevi i konferencije, ali i programi koji služe za opuštanje i zbližavanje radnika (kao što je teambuilding i slična organizirana druženja) nastaviti dobijati na važnosti s budućim napredovanjem i razvojem Industrije 4.0 i njenim prodiranjem u brojna radna okruženja.

Također, važno je i da zaposlenici na koje će sve buduće promjene utjecati prihvate promjene, pri čemu je presudna komunikacija sa ljudima. Važno je da se otkloni osjećaj da su na bilo koji način ugroženi dolaskom promjena te je pritom važno komunicirati namjeru da će taj proces biti na zajedničku korist, te da će zajednički s nadređenima proći kroz te promjene, uz osiguranu podršku i pomoć. „Smisao je u razvoju vještina vođa i osjećaja za ljude koji nadilazi znanja o samom poslu, s ciljem pomaganja ljudima da budu nositelji promjena i da se konstantno prilagođavaju, budu agilni i uspješno prevladavaju nesigurnosti“ (Schmitt, 2021.)

#### **4.1.2. Organizacija i upravljanje**

Promjene u odnosu prema ljudima samo su dio preduvjeta koje treba ispuniti. Podjednako velik izazov su i preduvjeti koji moraju biti ispunjeni na organizacijskoj razini. Naime, kao što se očekuje da će zaposlenici morati naučiti neke nove vještine te će presudna biti fleksibilnost i prilagodljivost, isto se može očekivati i od organizacija, odnosno ljudi koji su na upravljačkim pozicijama. Njihov zadatak će biti da prilagode organizaciju i njene procese novim promjenama, da bi zadržali prilagodljivost i inovativnost, koja je jednako važna i za organizaciju i njenu konkurentnost i uspjeh na tržištu, kao i za njene zaposlenike.

Organizacijska struktura se uvijek postavlja na način koji će najbolje odgovarati samoj djelatnosti i ciljevima organizacije. No, budući da Industrija 4.0 zahtijeva agilnost i prilagodljivost, stručnjaci smatraju da će u budućnosti veći fokus biti na određenim organizacijskim strukturama koje samoj organizaciji osiguravaju navedene karakteristike (Shamim, Cang, Yu, Li, 2016.): Prva važna struktura jest matrična organizacijska struktura, čijom glavnom prednosti smatraju njenu prilagodljivost i mogućnost istovremenog rada, zaposlenika i resursa na više različitih poslova odnosno funkcija. Nadalje, u slučaju rada na specifičnim projektima, projektna organizacijska struktura posjeduje značajne prednosti, među kojima je najvažnije to što se ljudi u projektnim timovima mogu potpuno fokusirati na svoj projekt, uz manje funkcionalnih ili administracijskih prepreka unutar same organizacije. Također, uz sam odabir strukture, važno je da je donošenje odluka i s tim povezan autoritet decentralizira i preneseno na niže razine organizacije kada je to moguće, jer će to dati priliku da specijalizirani i iznimno stručni pojedinci koji poznaju svoju specifičnu domenu donose važne odluke brzo i prilagodljivo, uz jednostavnu i brzu međusobnu komunikaciju. Za to je presudno da unutar organizacije postoji horizontalna hijerarhija, jer ona omogućuje da se odluke donose bez prolaska kroz dug lanac odlučivanja, koji nije primjeren za potrebe agilnih organizacija koje dolaze s Industrijom 4.0.

Nadalje, odabir same strukture i prilagodba načina na koji se odluke donose neće biti dovoljna bez pravih ljudi na vodećim pozicijama. Oni moraju znati prepoznati potrebe zadatka, ali i svojih zaposlenika, te stvoriti uvjete u kojima će moći raspodijeliti zadatke na način da se istaknu kompetencije pojedinaca i timova, ali i da vođe umreže svoja specifična znanja i specifična znanja i vještine svojih podređenih, u kojem će zajednički dolaziti do uspjeha te zajednički analizirati rad i planirati budući rad i poticati inovativnost. (Oberer, Erkollar, 2019.) Drugim riječima, vođe ne trebaju kontrolirati i upravljati ljudima na tradicionalan način, već se naglasak sve više miče prema suradnji i integraciji svih zaposlenih, a to uključuje i vođe.

### **4.1.3. Tehnološki preduvjeti**

Kada se govori o Industriji 4.0, upravo je tehnologija, tehnološke inovacije i tehnološki napredak za koji se očekuje da će Industrija 4.0 u budućnosti donijeti veoma čest fokus rasprave. Međutim, postoje određeni tehnološki preduvjeti koje je potrebno ispuniti da bi se Industrija 4.0 mogla kvalitetno razvijati i implementirati u nekom okruženju te da bi uopće postojala prilika da ispuni svoj pravi potencijal.

Kao što je poznato iz definicije Industrije 4.0, glavna pretpostavka njenog razvoja jest upravo međusobna komunikacija i razmjena podataka između različitih uređaja u sustavu, ili čak cijelih sustava. U praksi to znači da svaki uređaj koji šalje neke podatke mora u sebi imati komponentu koja može očitati taj podatak. Na primjer, u hipotetskom proizvodnom scenariju u proizvodnji automobila može postojati uređaj koji automatski mjeri debljinu sloja boje na svakom obojanom automobilu (jer u proizvodnji postoje male razlike u debljini sloja boje i ujednačenosti, čak i pri robotiziranom nanošenju boje), a to mjerenje bi se vršilo pomoću posebnih senzora, nakon čega bi se podaci o debljini boje zaprimljeni mjerenjem senzora mogli slati sustavu koji upravlja pećnicom za sušenje boje, s ciljem optimizacije temperature i trajanja sušenja za svako vozilo, čime bi se postigla viša razina kvalitete lakiranja, ali i kraće trajanje cijelog procesa, jer ni jedno vozilo ne bi bilo na sušenju dulje nego je to potrebno. Iz navedenog jednostavnog primjera vidljiva je važnost senzora i drugih uređaja koji mogu vršiti razne zadaće i radnje, te surađivati i dijeliti podatke s drugim uređajima.

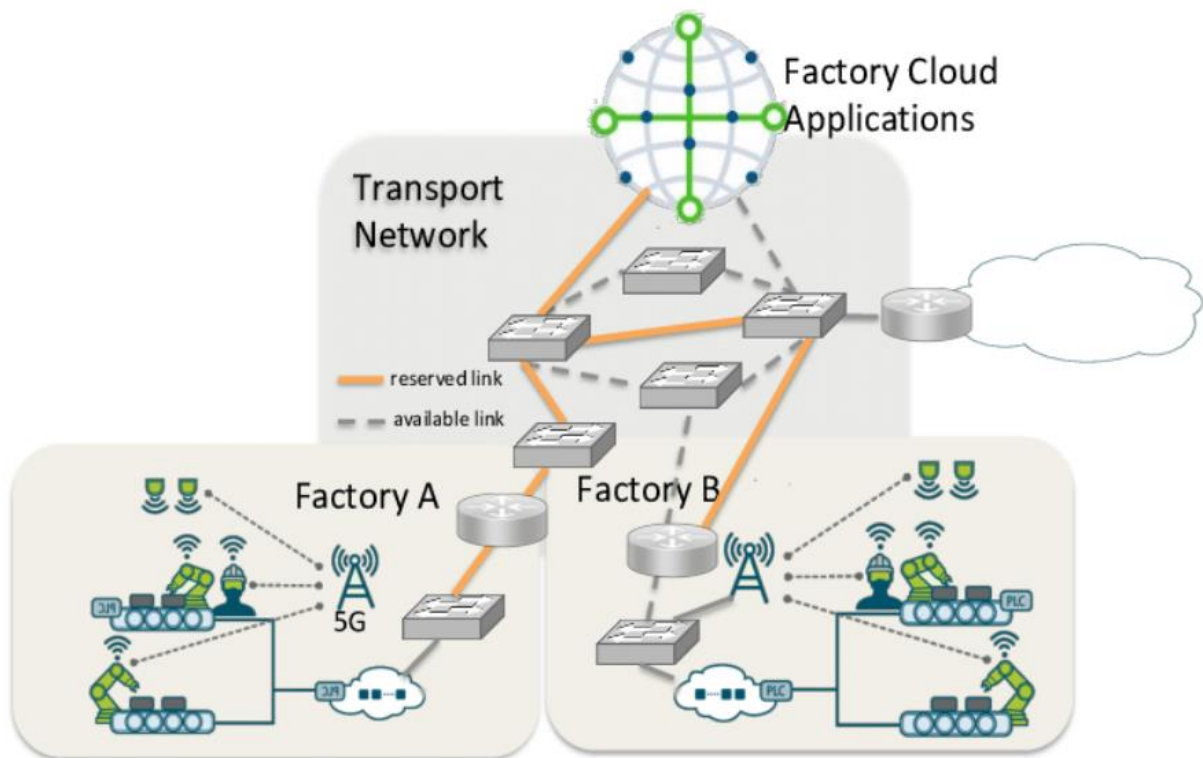
Nadalje, za samu razmjenu podataka, ali i za pravilan rad uređaja, važan je način na koji se kontroliraju senzori, aktuatori i srodni uređaji. Tu nastupaju pametni logički kontroleri (računala koja su prethodno programirana da upravljaju navedenim uređajima na prethodno definiran način, eng. PLC - Programmable Logic Controller) koji u industriji 4.0 samostalno kontroliraju navedene uređaje (inray Industriesoftware GmbH, 2019):

*„Običan kontroler za automatizaciju procesa iz tzv. Industrije 3.0 radi samostalno. Ali podatke i naredbe potrebne za proizvodnju unosi operater preko sučelja, te kontroler te podatke procesira. Za proizvodnju u Industriji 4.0 kontroler mora imati digitalno opskrbljen svim potrebnim podacima i naredbama za proizvodnju te mora posjedovati i odgovarajuće sučelje preko kojeg će sam vraćati odgovor gdje je on potreban. Ako to nije omogućeno, programeri moraju to omogućiti.“*

Dakle, ono što je prije zahtijevalo rad čovjeka na unošenju potrebnih naredbi i podataka pomoću kojih kontroler radi, u Industriji 4.0 znači digitalni tok potrebnih naredbi i podataka i rad na programiranju samog kontrolera za specifičan zadatak i primjenu, uz poštivanje svih standarda.

Sljedeća bitna stavka je komunikacija između različitih podsustava i sustava. Dosadašnja uobičajena praksa uključivala je slanje ručno unošenih naloga, planova ili drugih dokumenata koji su se zatim morali slati da bi se zadaci mogli obaviti, ali ona više nije dovoljno dobra, zbog svoje sporosti, neučinkovitosti i sklonosti pogreškama, koja postoji zahvaljujući ljudskom djelovanju. Pri tome je težnja na tome da se postigne to da uređaji i sustavi samostalno zaprimaju i dijele podatke, te da u slučaju nepredviđenih situacija mogu samostalno zahtijevati prilagodbe od drugih uređaja, podsustava i sustava, s ciljem minimiziranja negativnih utjecaja na obavljanje zadatka. Ako bi se pritom postiglo to da se sve navedeno događa u značajnom dijelu ili potpuno automatizirano, tada će se postići cilj kreiranja sustava koji sami sebe kontroliraju (inray Industriesoftware GmbH, 2019). Upravo je komunikacija između sustava jedan od temeljnih preduvjeta industrije 4.0.

Povezivost i umreženost mora biti standardizirana na svim razinama, da bi postojala sigurna i pouzdana komunikacija. Pritom je presudna informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT), koja je doživjela velik razvoj te je osigurala brojne mrežne tehnologije koje su već sada prisutne, a u budućnosti će njihovo značenje dodatno jačati, kao što su WLAN, RFID, 5G i brojne druge (inray Industriesoftware GmbH, 2019). U mnogim slučajevima i okruženjima su već uvedene potrebne informacijske i komunikacijske tehnologije koje omogućuju povezanost različitih sustava i mreža, te njihovu komunikaciju prema modernim standardima i po zadovoljavajućim brzinama, ali u neka druga okruženja ih tek treba uvesti da bi Industrija 4.0 mogla doprijeti u veći broj različitih okruženja. Kompleksnost i prisutnost raznih mrežnih tehnologija na različitim razinama unutar neke organizacije ilustrirano je na sljedećoj slici:



**Slika 4:** Mrežne tehnologije u upotrebi (Abdellatif, Berthou, Villemur, Francklin, 2020)

Kao što je vidljivo sa slike, uz druge prethodno spomenute tehnologije, tu je i računalstvo u oblaku (eng. Cloud Computing), koja omogućuje pružanje specifične usluge: softverski i hardverski resursi se nude na korištenje raznim korisnicima, koji svoje poslovanje prebacuju na takvu udaljenu platformu, umjesto tradicionalnog korištenja vlastitih lokalnih resursa za tu namjenu (Vennam, 2020.). U kontekstu Industrije 4.0 to ima određene prednosti, jer bi razni uređaji i sustavi mogli putem oblaka izvještavati o svom radu i doprinijeti postizanju što većeg stupnja povezanosti i međusobne suradnje između različitih sustava.

Pojava koja prati prethodno navedene promjene i tehnologije koje se sve više koriste jest i naglo povećanje količine internetskog prometa, jer će rapidno rastući broj uređaja i sustava međusobno trebati izmjenjivati sve veće količine podataka, što će sasvim sigurno u budućnosti zahtijevati sve veće brzine mreža koje ti sustavi koriste, a sve s ciljem zadovoljavanja rastućih zahtjeva za brzinom i količinom poslanih i zaprimljenih podataka. Da bi Industrija 4.0 bila uspješna, važno je da se osigura tehnologija koja će osigurati veoma brzu razmjenu velikih količina podataka. Iz toga je jasno da je Industrija 4.0 najviše ovisna upravo o podacima i njihovom korištenju (Orsolin i dr. 2019):

*„Ispreplitanjem raznih tehnologija, više podataka se može prikupljati, te se mogu prikupljati i kvalitetniji podaci. Ovako velika količina podataka kreira prilike koje značajno nadilaze nadzor i povećanje efikasnosti, te otvaraju priliku za važne promjene u proizvodnji, organizacijama, ali i društvu.“*

Jedna od relativno novih tehnologija koja bi mogla biti od iznimnog značaja pri zadovoljavanju velikih potreba za brzinom i količinom prenesenih podataka, te sve navedeno uz veoma mala kašnjenja u prijenosu je i 5G tehnologija. 5G tehnologija je poprilično mlada, ali se veoma brzo širi i veoma brzo se prihvaća od strane privatnih osoba, kao i od strane organizacija, pogotovo kod onih organizacija koje vide potencijal u digitalnoj transformaciji svojih procesa, bilo da se radi o proizvodnim ili organizacijskim prednostima koje to donosi. Naime, da bi nove tehnologije na koje se oslanja Industrija 4.0 (kao što su umjetna inteligencija, potpomognuta ili virtualna stvarnost, strojno učenje) doživjele svoj puni potencijal, 5G tehnologija treba i može osigurati potrebne preduvjete, što bi za rezultat moglo imati još sposobniju robotiku i napredniju umjetnu inteligenciju, pa je razumno očekivati još učinkovitiji nadzor strojeva i ljudi, uz rast produktivnosti (Deslandes, 2022). Zaključno, 5G je kao nova komunikacijska tehnologija veoma važna za budući razvoj, te ima značajnu perspektivu, a ostvarenje budućih potencijala će uvelike ovisiti o uspješnosti drugih tehnologija koje će koristiti 5G.

Naravno, navedene tehnologije su samo najvažnije od brojnih tehnologija koje već sada imaju utjecaj, a u budućnosti će imati još veći utjecaj na poslovanje. Kad se govori o međusobnoj povezanosti te suradnji na svim razinama, potrebno je razviti napredne i inteligentne sustave koji će povezati razne tehnologije u zahtjevnom okruženju u kojem su fizička i virtualna komponenta poslovanja sve više međusobno isprepletene i ovisne jedna o drugoj. Tu do izražaja dolaze kibernetičko-fizički sustavi (eng. Cyber-physical systems, CPS). CPS sustavi omogućavaju maksimalno iskorištenje potencijala za međusobnim povezivanjem fizičkih i digitalnih komponenti nekog sustava. Budući da je međusobna povezanost ljudi i najraznolikijih uređaja i sustava temelj Industrije 4.0, može se reći da su CPS sustavi kao tehnologija jedan od tehnoloških temelja Industrije 4.0 (Xu, Xu, Li, 2018.).



## 4.2. Budući razvoj

Prethodno navedene tehnologije su temelji budućeg razvoja Industrije 4.0, no da bi njihov značaj i utjecaj bio potpuno jasan, potrebno je analizirati očekivanja i smjernice razvoja Industrije 4.0, te na koji način će razne tehnologije (s naglaskom na područje telekomunikacije) biti korištene tijekom budućeg razvoja industrije 4.0. Neke od najvažnijih smjernica razvoja su sljedeće:

### 4.2.1. Kibernetička sigurnost

Velik broj uređaja i sustava, zajedno s ljudima, u budućnosti će sve više biti povezan te će doći do iznimno velike razmjene podataka među njima, među kojima će biti značajan udio osjetljivih i vrijednih podataka koje će trebati zaštititi od potencijalnih napada, krađa ili neželjenih izmjena. Više uređaja i procesa koji su povezani i izmjenjuju podatke iziskuje dodatne napore oko zaštite komunikacije (Bogges, 2020). Iako je kibernetička sigurnost (eng. Cybersecurity) i sada od iznimne važnosti, u budućnosti će još više doći do izražaja zbog količine i osjetljivosti podataka koji će se izmjenjivati. Uz to, mnoge tvrtke i organizacije čija je primarna djelatnost sada u fizičkoj sferi će u budućnosti proći tranziciju prema stanju u kojem će trebati zaštititi i primarnu djelatnost, jer će i ona u budućnosti biti digitalizirana i povezana, upravo zahvaljujući industriji 4.0. To će značiti nove rizike za tajne podatke koji ne smiju biti ugroženi. Stoga će za mnoge biti potrebna nova ulaganja u mehanizme zaštite, kao i u razvoj sigurnosne kulture zaposlenika. Za očekivati je da će iskusne i specijalizirane tvrtke kreirati veoma robusne i sigurne sustave koji će se oduprijeti sadašnjim, kao i budućim prijetnjama, te će to biti važna smjernica budućeg razvoja industrije 4.0 u svim njenim primjenama.

### 4.2.2. Standardizacija

Standardizacija se definira kao proces kreiranja protokola kojima se treba voditi prilikom stvaranja nekog proizvoda ili usluge, definira svojstva pojedinog proizvoda ili usluge, te je općeprihvaćen te se opširno koristi od strane svih relevantnih subjekata u nekom polju. (CFI, 2022.) Standardizacija je temelj razvoja svakog ozbiljnog znanstvenog ili stručnog polja, kao i svake važne industrije. Razlog za to je jednostavan: dogovorene procedure i obrasci ponašanja koje svi primjenjuju olakšavaju suradnju, izradu, ali i korištenje određenog proizvoda ili usluge. Bilo da se radi o najjednostavnijim proizvodima ili najnaprednijim visokotehnološkim proizvodima i uslugama, standardizacija je preduvjet za uspjeh.

Mnoge tehnologije će u budućnosti dobiti na važnosti i popularnosti, ali da bi to bilo moguće uz zadržavanje očekivanih performansi i načina rada, potrebno je standardizirati svaku novu tehnologiju. Postoje nove tehnologije koje su još mlade, te će tek u budućnosti radom mnogih stručnjaka iz raznih polja proći proces standardizacije, čime će postati ozbiljne i kompletne tehnologije koje će se zahvaljujući standardiziranim protokolima moći široko koristiti.

Jedna od tehnologija koja se već koristi, ali bi trebala tek u budućnosti postići svoj puni potencijal jest spomenuti IoT. Naime, da bi IoT postigao svoj puni potencijal, potrebno je da se raznorazni uređaji i sustavi povežu na Internet putem mnogih postojećih tehnologija te preko raznih tipova mreža. Međutim, zahvaljujući standardizaciji, postoje mnogi standardi koji su važni za IoT te će mu omogućiti rad u kompleksnim uvjetima. Jedna od najvažnijih organizacija koja se bavi standardizacijom je Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), koja je objavila brojne standarde za razna polja. Dosada su objavili desetke standarda koji su povezani s radom IoT, te su brojni standardi u procesu razvoja. Neki od definiranih standarda važnih za IoT su (IEEE, 2022):

- IEEE 1609.4™-2010 – IEEE Standard za bežičan pristup Internetu iz vozila – višekanalni rad
- IEEE 1609.3™-2010 – IEEE Standard za bežičan pristup Internetu iz vozila – Mrežne usluge
- IEEE 2030™-2011 – IEEE vodič za interoperabilnost energetske tehnologije i rad informacijske tehnologije, primjene i opterećenja
- IEEE 1905.1™-2013 – IEEE nacrt standarda za konvergentne digitalne kućne mreže za heterogene tehnologije
- IEEE 11073-10408™-2010 – IEEE standard za informatiku zdravstva; komunikacija osobnih zdravstvenih uređaja: Dio 10408: Specijalizacija za termometar

U razvoju su, između ostalog, sljedeći standardi:

- IEEE P1828™ – IEEE nacrt standarda za sustave koji posjeduju virtualnu komponentu
- IEEE P2030.1™ – IEEE nacrt vodiča za razvoj transportne infrastrukture temeljene na električnoj mobilnosti
- IEEE P1901.2™ – IEEE nacrt standarda za komunikaciju preko niskofrekvencijskih (manje od 500 kHz) vodiča za primjene u pametnim mrežama

Iz navedenih primjera vodiča i standarda vidljivo je koliko je različitih tehnologija, ali i okruženja, kao i njihovo međusobno povezivanje potrebno regulirati i standardizirati da bi IoT uopće funkcionirao. Taj proces je godinama u tijeku, uključuje standardiziranje raznih tehnologija i okruženja koje se koriste, ali i neke za koje se predviđa da će se tek koristiti, te se već sada izrađuju vodiči, nacrti i standardi koji će omogućiti uniformirano korištenje i pravilan rad budućih pametnih sustava i tehnologija koje će koristiti IoT. Standardizacija je od presudne važnosti za uspjeh novih tehnologija, kao i same IoT, a IEEE jedno od najvažnijih tijela za budući razvoj Industrije 4.0.

### **4.3. Prednosti i nedostaci Industrije 4.0**

Radikalne promjene koje će donijeti industrija 4.0 neupitno donose i određene nesigurnosti oko njenog utjecaja. Naime, postoje mnogi načini na koje će Industrija 4.0 donijeti poboljšanja u poslovanju, kao i svakodnevnom životu pojedinaca, ali postoje opravdani razlozi za brigu zbog negativnih posljedica koje bi mogla donijeti Industrija 4.0, te promjene koje su uz nju povezane.

#### **4.3.1. Prednosti Industrije 4.0**

Glavna prednost koja se povezuje s Industrijom 4.0 jest povećana produktivnost koju će ona donijeti. Sve navedene tehnologije rezultirati će većom učinkovitošću procesa, što znači da će se za istu količinu utrošenih resursa moći kreirati više izlaznih jedinica. Pritom će najveću ulogu imati interoperabilnost i automatizacija, te će se tvrtke morati brzo prilagoditi da bi ostale konkurentne na tržištu. Rast produktivnosti se očekuje u mnogim industrijama i poljima, te će varirati, a prema procjenama najveći rast produktivnosti bi mogli iskusiti proizvođači industrijskih komponenti, čak 20% - 30% (IoT Worlds, 2021).

Sljedeće međusobno povezane prednosti su lakši pristup tržištu za pojedince, kao i stvaranje novih tržišta, što će ponuditi brojne nove prilike za uspjeh. Brojne nove tehnologije omogućit će da se razviju nova radna mjesta koja prije nisu ni postojala, a lakši i jeftiniji pristup tehnologijama za razvoj, testiranje i prototipiranje novih proizvoda mogao bi ukloniti postojeće barijere i olakšati pojedincima da uz manja ulaganja i manji utrošak vremena pokrenu vlastite tvrtke i postanu važni igrači na zahtjevnom tržištu. (Firican, 2020).

Sljedeća važna prednost koju će donijeti industrija 4.0 jest i automatizacija poslova i zadataka koji su nepoželjni za ljude. Točnije, postoje poslovi koji su izrazito repetitivni te iz tog razloga mogu biti veoma zamorni i iscrpljujući za ljude, te bi bilo poželjno kad bi se ti poslovi mogli automatizirati upotrebom robota ili na druge načine. S druge strane, postoje i razni poslovi, posebno u industrijskim pogonima, koji su veoma opasni za ljude, zbog teških i opasnih strojeva, upotrebe raznih opasnih kemikalija i spojeva i drugih opasnosti, čija bi automatizacija i uklanjanje ljudi sačuvalo zdravlje ljudi, a možda i spasilo brojne živote. Jasno je da bi automatizacija i upotreba robota, kao i drugih modernih tehnologija mogla omogućiti da se ljudi uklone iz brojnih aktivnosti i poslova koji su loši za njih, bilo da se radi o veoma opasnim poslovima, ili o poslovima koji su nepoželjni zbog svoje repetitivnosti ili nezanimljivosti.

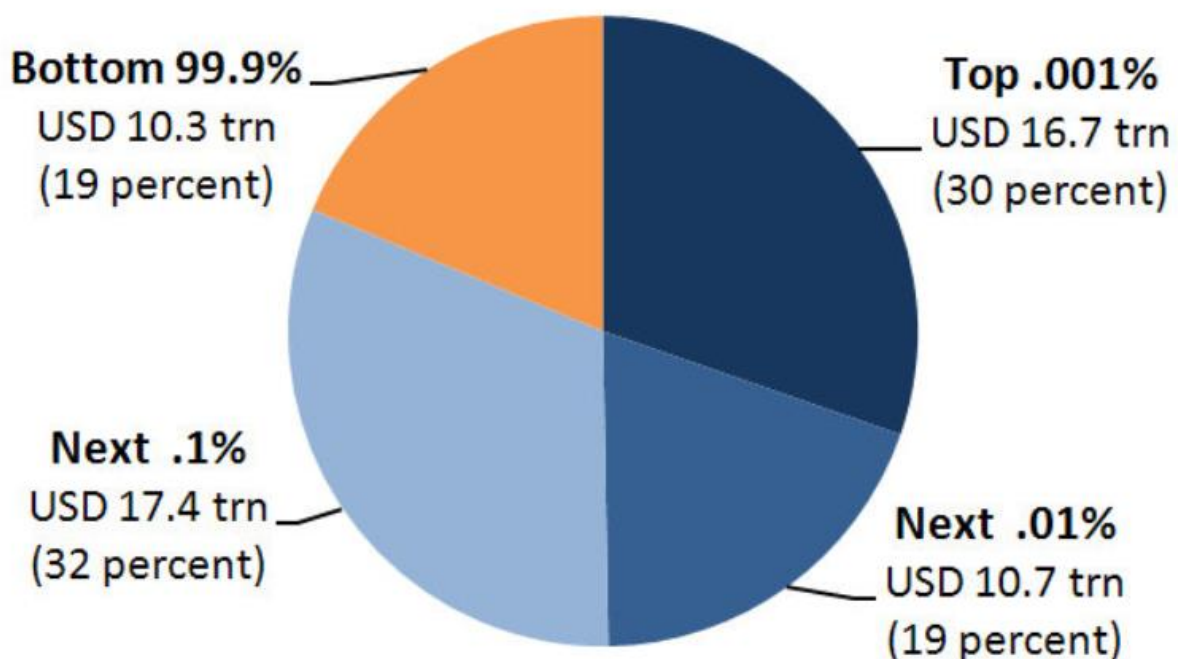
Još jedna važna pozitivna posljedica razvoja i sve šire primjene Industrije 4.0 jest i potencijalno smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. Naime, kao što će veća učinkovitost dovesti do veće produktivnosti, pa posljedično i veće profitabilnosti, druga prednost koju će to donijeti jest i manja upotreba resursa i energije. Ne samo da će se koristiti manje resursa, nego će se oni naručivati i dobavljati na pametniji i učinkovitiji način. Mnogo manje učestale će biti situacije u kojima se naruče prevelike količine materijala, pa one leže skladištene dugo, ili treba nepotrebno uložiti trud i energiju za njihov transport. Nadalje, moderna just-in-time proizvodnja, koja će upravljati procesima na učinkovitiji način će upravljati strojevima, mnogi strojevi će moći sami otklanjati dio greški i problema, što će i smanjiti trošenje energije, rada i praznog hoda u proizvodnji koji otpadaju na popravak i održavanje. (Pereira Carvalho, 2020.) Dakle, tehnologije i promjene u načinu rada će donijeti manje otpada, manje emisija štetnih plinova i manje štetnog utjecaja na okoliš, što je u današnje vrijeme sve veća briga.

Dodatni skup prednosti koji nije uvijek u fokusu je poboljšanje iskustva klijenta te odnosa s klijentima. Uz ranije spomenutu bolju kvalitetu proizvoda, koja će za posljedicu imati i zadovoljnije klijente, u slučaju nastanka problema bi trebalo biti mnogo lakše rješavati probleme u realnom vremenu, pri čemu bi klijent gubio manje dragocjenog vremena, a problem bi bio riješen mnogo brže te uz veće zadovoljstvo klijenta, a zbog modernih rješenja i tehnologija klijenti će dobiti i pomoć koja je u mnogo većoj mjeri personalizirana u odnosu na odnose s klijentima na kakve su ljudi dosad navikli. Međutim, to nije jedina prednost personalizacije. U slučaju mnogih proizvoda će biti moguće jeftinije raditi personalizirane manje serije proizvoda po željama klijenta, a sve na način koji će se uklopiti u masovnu proizvodnju tog proizvoda. Cijena tog proizvoda bi mogla biti neznatno veća od obične verzije tog proizvoda, a kupac će dobiti proizvod koji znatno bolje odgovara njegovim zahtjevima i potrebama. (Moran, 2022.)

### 4.3.2. Nedostaci Industrije 4.0

Prvi nedostatak i moguća opasnost koju bi mogla donijeti Industrija 4.0 jest rizik za rastom nejednakosti, ako dođe do nepovoljne raspodjele koristi od promjena koje će se dogoditi. Moguće je da će doći do još veće nejednakosti između veoma traženih visokokvalificiranih radnika, te sve manje traženih slabije kvalificiranih radnika, koji bi, prema Firicanu (2020.), mogli u nekim sektorima doživjeti i velike gubitke radnih mjesta. Postoji značajan rizik da se trendovi rasta nejednakosti u svijetu nastave i da se nejednakost dodatno pogorša. Na sljedećoj slici je vidljivo stanje velike nejednakosti iz 2012. godine:

## Global Distribution of Wealth



**Slika 5:** Raspodjela bogatstva u svijetu 2012. godine (Henry, 2012.)

Sljedeći nedostatak su sigurnosti rizici, koji su prethodno spomenuti u kontekstu važnosti razvoja cyber sigurnosti zajedno s razvojem Industrije 4.0. Stoga je od iznimne važnosti da razina sigurnosti prati razvoj tehnologije i porast kolektivne ovisnosti o tehnologiji, jer s porastom ovisnosti o tehnologiji i vrijednosti podataka koji se izmjenjuju raste i rizik, kao i potencijalna šteta od raznih malicioznih aktivnosti.

Etička i moralna pitanja su također izvori potencijalnih problema. Jedna od vodećih tema jest umjetna inteligencija i njena buduća primjena, budući da je umjetna inteligencija već pokazala određene mane po pitanju donošenja odluka, te može donijeti, upitne, čak i diskriminatorne odluke, kao što je vidljivo na primjeru Amazonovog sustava za obradu prijave na posao, koji je ušao u upotrebu 2014.godine (Jaafar, 2021):

„Amazon je shvatio da njihov sustav pokazuje diskriminaciju prema ženama tako što ih nije ocjenjivao na pošten način. Korišteni su podaci iz prethodnih 10 godina. U sustave umjetne inteligencije uključeno je mnogo diskriminacije jer su često temeljeni na diskriminatornim skupovima podataka, budući da se ti podaci temelje na prethodnom diskriminatornom ponašanju ljudi“

Iz navedenog je jasno da i ljudski faktor igra ulogu u razvoju umjetne inteligencije, jer ti sustavi uče od ljudi, a ako postoji prethodna diskriminacija koja bi mogla utjecati na objektivnost sustava, i sam sustav bi mogao pokazati znakove nepravednog donošenja odluka. Uz to, jasno je da bi i ljudi koji koriste sustav mogli dizajnirati ili podesiti rad sustava u svrhu postizanja rezultata koji njima odgovaraju, a nužno ne predstavljaju pravedno ili realno stanje. Umjetna inteligencija nosi rizik velike štete i nepravde, koja bi se u značajnoj mjeri mogla izbjeći jasnijom i jačom regulacijom i kontrolom njene upotrebe, podataka koje koristi te ljudi koji njom upravljaju.

## 5. Primjena u uredskom okruženju

Kao što je spomenuto, Industrija 4.0 nema primjene isključivo u industrijskoj proizvodnji (iako je veoma često fokus rasprave, znanstvenih i stručnih radova o toj temi upravo na proizvodnji i njenom utjecaju na proizvodnju). Osim primjene u proizvodnji, postoje razne primjene u privatnom i poslovnom životu, a promjene i tehnologije koje donosi industrija 4.0 bi mogle imati revolucionaran utjecaj na rad u uredskom poslovanju, kao i međusobnu komunikaciju ljudi u uredima.

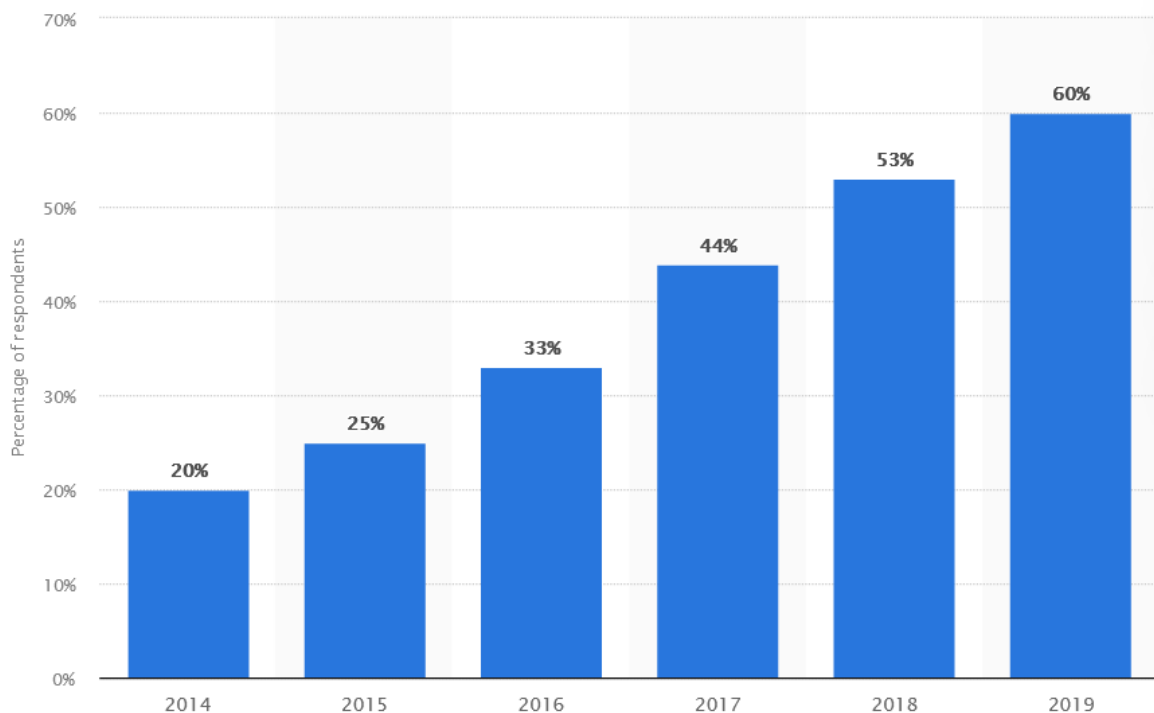
Tehnologije kao što su 5G, potpomognuta i virtualna stvarnost, umjetna inteligencija, CPS sustavi i druge prethodno razrađene tehnologije imaju potencijalne primjene u uredskom okruženju, te bi mogle donijeti revoluciju u rad u uredima, kako u smislu uređaja i opreme koja će se u budućnosti koristiti, a koju će donijeti nove tehnologije, tako i u smislu organizacije rada, izgleda i rasporeda prostora i namještaja u uredima, ali i ljudskih resursa. Zajedno bi ove promjene mogle transformirati uredska okruženja. Na primjeru potencijalnih promjena u određenom uredskom okruženju moguće je detaljno pojasniti kakav će utjecaj Industrija 4.0 donijeti u uredska okruženja. No, najprije je potrebno analizirati trenutno stanje u modernom uredu te način na koji su dosadašnje tehnološke promjene mijenjale uredska okruženja i dovele do modernog ureda kakav danas poznajemo.

### 5.1. Trenutno stanje

Uredsko okruženje se ubrzano mijenja i prilagođava fluidnim zahtjevima tržišta, ali i zaposlenika. Nove potrebe i zahtjevi tržišta traže prilagodbe i promjene da bi rad u uredskom okruženju bio čim učinkovitiji i bolji, te da bi ispunio sve zahtjevnije okruženje u kojem ljudi trebaju raditi. Prosječan moderan ured već ima implementirane neke elemente koji su donedavno bili veoma rijetki, ali se već danas smatraju potrebnim da bi zaposlenici kvalitetno obavljali svoj posao. Jedan od tih elemenata jest i kvalitetan namještaj, gdje prioritet imaju ergonomske i pametno osmišljeni stolovi i stolice, a mnoge organizacije svojim zaposlenicima koji dugo vremena provode na radnoj stanici danas osiguravaju i podesive stolove koji omogućuju reguliranje visine, što omogućuje da ljudi sjede u različitim pozicijama, ali i da rade u stajaćem položaju, što donosi određene prednosti (Rohan C; 2021):

*„Stolovi koji omogućuju i stajanje postaju sve popularniji jer omogućavaju bolje držanje te pozitivno utječu na zdravlje. Stajanjem se uključuju mišići koji se sjedenjem ne koriste. Nadalje, jedan od ciljeva iza stajanja za stolom jest u tome da se omogući veća fokusiranost na posao te i bolja produktivnost.“*

Moderan zaposlenik zahtijeva što bolje uvjete na svom radnom mjestu. Za uredskog zaposlenika to znači dobru ergonomiju na njegovom radnom mjestu, jer ljudi sve više brinu za svoje zdravlje, a odgovorni poslodavci su također toga svjesni te su spremni poduzeti potrebne korake da osiguraju što bolje uvjete za svoje zaposlenike. Budući da prilagodljivi stolovi imaju značajne prednosti, njihova popularnost svake godine sve više raste te postaju jedna od važnijih osobina koje utječu na zadovoljstvo zaposlenika, a o brzini rasta popularnosti prilagodljivih stajaćih stolova i radnih stanica svjedoči i sljedeći graf, na kojem se vidi da je u svega 5 godina došlo do značajnog rasta broja zaposlenika kojima je ponuđen takav stol ili pomoć poslodavca u nabavi takvog stola:



**Slika 6:** Postotak ispitanika u SAD-u kojima je ponuđen stajaći stol ili pomoć poslodavca u nabavi istog (Statista, 2019)



Sljedeća aktualna promjena koja se naglo proširila svijetom jest online prisustvo u uredu i rad na daljinu. Ta promjena je bila brza i nagla, te je došla kao posljedica pandemije COVID-19, koja je počela krajem 2019. godine te ubrzo zaustavila globalno gospodarstvo, a mjere koje su vlasti donosile da bi pokušale kontrolirati širenje virusa su često predlagale ili čak obvezale da što više zaposlenih radi od kuće. Mnogi poslodavci i mnoge organizacije su se veoma brzo morale prilagoditi novim zahtjevima da bi osigurale produktivnost i konkurentnost, te je njihova uspješnost varirala, ali rezultat te promjene je u tome što danas sve više tvrtki nudi rad na daljinu svojim zaposlenicima. Ove promjene su stalne, te se očekuje dodatan rast popularnosti rada na daljinu, a to će zahtijevati da se i poslodavci prilagode novonastaloj situaciji, ako žele ostati konkurentni na tržištu te ostati privlačni poslodavci budućim zaposlenicima (Robinson, 2022).

Jasno je da moderan ured posjeduje mnoga moderna tehnička i organizacijska rješenja, između ostalog zahvaljujući i navedenim promjenama. Rad na daljinu te poboljšanje uvjeta rada u uredu samo su dio promjena koje značajno mijenjaju izgled modernog ureda, te se današnji ured značajno razlikuje od ureda kakav je bio suvremen prije samo 10 godina, a pogotovo dalje u prošlosti. Međutim, promjene koje će donijeti industrija 4.0 i povezani trendovi će još jednom transformirati ured.

## **5.2. Buduće stanje**

Promjene koje su se dogodile zadnjih nekoliko godina, a pogotovo promjena u načinu rada koju je donio online rad i rad na daljinu, na koji je velik broj tvrtki i zaposlenika bio natjeran uslijed mjera koje su bile uvedene kao posljedica epidemije bolesti COVID-19 jasno pokazuju da promjene mogu biti nagle i ubrzane, te oni koji se ne prilagode dovoljno brzo mogu odjednom biti u velikom zaostatku. Stoga je važno prepoznati najveće i najvažnije trendove i promjene koje će u ured donijeti Industrija 4.0, te se na vrijeme prilagoditi i uvesti potrebne promjene da bi bilo moguće maksimalno iskoristiti revoluciju koju će i u ured donijeti Industrija 4.0.

Prva velika promjena jest upravo online rad i rad na daljinu. Naime, prema istraživanjima, online rad nije privremen trend ili prolazna faza koju je donijela epidemija, već će on s godinama sve više dobivati na popularnosti, sve više ljudi će raditi na taj način, te će napredovati i tehnologija i sve veći udio poslovanja će prijeći na rad na daljinu (Robinson,2022):

„Pandemija je poslužila kao važan poziv na buđenje, podučivši nas da se mnogi poslovi mogu raditi online, ali i o postojanju potrebe za fleksibilnošću, da bi zaposlenici mogli preuzeti kontrolu nad vlastitim rasporedom, što postaje nužno za one koji dugo putuju na posao, one sa skupom brigom za djecu dok su na poslu ili zbog onih zaposlenika koji žele provoditi više vremena s obitelji“

Uz rad online se vežu mnoge tehnologije vezane uz industriju 4.0. Naime, budući rast udjela zaposlenika u uredu koji rade online donosi veću potrebu za internetskim prometom, kao i slanje veće količine podataka: Uz sada već prisutne tehnologije online sastanaka i slične tehnologije, u budućnosti će sve veće značenje imati tehnologije kao potpomognuta inteligencija i umjetna inteligencija, koje bi se mogle koristiti u svrhu prototipiranja te prezentiranja vlastitog rješenja kolegama, ali i klijentima i vanjskim suradnicima na interaktivnom online sastanku. U praksi bi to izgledalo kao moderni online sastanak, ali bi svi uključeni mogli pomoću potpomognute ili umjetne inteligencije interaktivno sudjelovati na virtualnom sastanku te u realnom vremenu zajednički izvršavati određene izmjene na proizvodu ili usluzi koja je tema sastanka. To je jedna od tehnologija koja bi se mogla koristiti, ali ona zbog velike količine podataka koja bi se pouzdano trebala prenositi vuče potrebu za znatno boljom internetskom mrežom i prijenosom velike količine podataka.

Prednost 5G tehnologije jest upravo u prijenosu velike količine podataka, te je za očekivati da će i ona biti temelj drugih promjena i tehnologija koje ovise o prijenosu velikih količina podataka (među njima i potpomognute i umjetne inteligencije). Uz to, 5G tehnologija treba iskoristiti maksimalni potencijal računalstva u oblaku, omogućivši obradu i spremanje podataka u oblaku, te visoku razinu sigurnosti. (Poliakine, 2021). Dakle, uz to što će sastanak i redovan rad u uredu biti značajno drukčiji, sama tehnologija koja u pozadini omogućuje rad će doživjeti revoluciju.

Nadalje, CPS sustavi imaju svoju primjenu i u uredu, gdje će također velik broj najrazličitijih komponenti biti potrebno povezati u takve sofisticirane sustave. Uz to što će omogućiti ljudima u uredu nove mogućnosti za rad, s druge strane CPS sustavi bi mogli (zahvaljujući povezivanju raznih uređaja u interaktivnu mrežu koja povezuje virtualnu i fizičku sferu) preuzeti značajan dio svakodnevnih i monotonih poslova koje ljudi trebaju obavljati u uredu, a ne pridonose primarnoj djelatnosti i ne stvaraju dodatnu vrijednost organizaciji. Naime, ako bi sustav u realnom uredu sam mogao vršiti redovne aktivnosti, kao što su izrade određenih narudžbi, automatski odraditi dio birokratskih obveza, te prosljeđivati potrebne dokumente ili datoteke drugim odjelima u organizaciji, a sve navedeno bez da ljudi u tome aktivno sudjeluju, to bi moglo rezultirati značajnim benefitima.

S jedne strane, ljudi bi imali više vremena da se fokusiraju na bitnije i produktivnije aktivnosti, pri čemu bi ljudi bili zadovoljniji jer se mogu fokusirati na primarni posao, umjesto da troše vrijeme na sporedne te često nezanimljive zadatke, a s druge strane tako inteligentan sustav bi samostalnim radom utemeljenim na umjetnoj inteligenciji mogao potpuno (ili gotovo potpuno) eliminirati ljudske greške pri takvim radnjama, koje se ponekad događaju, te mogu rezultirati gubitkom vremena ili novca. Stoga, možemo očekivati da će takvi sustavi imati značajno mjesto u uredu budućnosti, te da će upravo oni biti jedna od najvažnijih komponenti Industrije 4.0 koje će promijeniti uredsko okruženje.

Sljedeća velika promjena jest odnos poslodavca prema zaposleniku, ali i prema dobrobiti zaposlenika. Već sada je prilično često da poslodavci u digitalnom obliku prate i prikupljaju određene podatke o svojim zaposlenicima, kao što je prijava i odjava na radno mjesto, praćenje službenog maila ili međusobne komunikacije s kolegama, praćenje i analiziranje zaposlenikovog rada na računalu i slični parametri. Za očekivati je da će se u budućnosti prikupljati još više različitih podataka, no bitna razlika će biti što će, uz dosadašnje ciljeve, za poslodavce jedan od važnih ciljeva prikupljanja podataka o zaposlenicima biti i briga o zdravlju i dobrobiti zaposlenika, izbjegavanje premorenosti i drugih problema koji mogu negativno utjecati na zaposlenika u kratkoročnom ili dugoročnom smislu, a navedeno bi bilo loše i za poslodavca. (Turner, 2022.) Dakle, osim vlastitih interesa, poslodavcima će u budućnosti motivacija za praćenje zaposlenih biti i interesi zaposlenih.

Razne moderne tehnologije će aktivno pratiti stanje zaposlenika kroz brojne parametre te će moći predvidjeti probleme ili predlagati poboljšanja, a nadređeni će biti puno bolje informirani o potrebama zaposlenika, te će prema tome moći donositi odluke. Kompetentni menadžeri moći će predložiti izmorenom zaposleniku odmor, pomoći ljudima da balansiraju vrijeme na poslu s privatnim ili obiteljskim obavezama, ili redizajnirati ured i radno okruženje na način koji će što više odgovarati svim zaposlenicima, da bi se na radnom mjestu osjećali što ugodnije i radili na obostrano zadovoljstvo. Pri tome je važna i kultura tvrtke, jer mora postojati fokus na dobrobit zaposlenika da bi se izvukli maksimalni rezultati, a i zaposlenicima će u budućnosti sve veću važnost imati atmosfera na radnom mjestu i njihova dobrobit. Posljedično, tvrtke koje se ne prilagode i ne ulože u brigu o svojim zaposlenicima bi mogle postati znatno manje konkurentne na tržištu te znatno manje poželjne za najbolje zaposlenike, stoga je za očekivati da će ovo biti jedan od trendova koji će biti veoma važan i široko prihvaćen.

Za menadžment postoje i druge promjene. Naime, pandemija COVID-19 je donijela izazove koji su još jednom dokazali potrebu za jakim, kompetentnim vodstvom u koje će ljudi imati povjerenje te koje će moći ljude pravilno usmjeriti i organizirati u kriznim i teškim situacijama, ali i pomoći ljudima da prevladaju nesigurnosti i strahove. Zaposlenicima je sve više važno da u svoje nadređene imaju povjerenja, da nadređeni imaju dobre komunikacijske vještine, da sa svojim kolegama komuniciraju iskreno i otvoreno, što ljude dodatno motivira i osigurava međusobno povjerenje. Takvi menadžeri će u budućnosti biti uspješniji, posebno u izazovnim vremenima. (Martić, 2020)

Također, promjena koja je po mnogima nužna jest pojednostavljenje i objedinjenje sredstava za komunikaciju u uredu. Naime, stručnjaci smatraju da mnoštvo različitih aplikacija koje se koriste pri međusobnoj komunikaciji kolega (Whatsapp, Viber, Messenger, Telegram i Discord samo su neke od brojnih popularnih aplikacija i platformi za komunikaciju), bilo da se radi o porukama ili pozivima, već sada kreira probleme i u mnogim situacijama postaje kontraproduktivno. To se događa iz razloga što, ako u timu ili odjelu ljudi međusobno koriste više različitih platformi i međusobna komunikacija nije objedinjena na zajedničkoj platformi, gdje bi svima bilo lako međusobno komunicirati, veoma lako se može dogoditi da važne informacije ne stignu do određenih ljudi, ili da dođe do nesporazuma, frustracija ili drugih problema. Uz to, ljudima je nerijetko preteško pratiti komunikaciju i ostati uključeni u razgovore ako to znači da moraju koristiti više različitih aplikacija, platformi i grupa za različite teme, što znači da se previše vremena troši na konzumiranje sadržaja u raznim aplikacijama. (Simumpande, 2021)

Da bi se izbjegli još veći problemi u budućnosti će, prema predviđanjima, za mnoge tvrtke biti potrebno koristiti jednu aplikaciju za sve zaposlenike, a u mnogim slučajevima će biti potrebno koristiti naprednije aplikacije koje će korisnicima omogućiti da filtriraju mnoštvo poruka i čitaju samo ono što je za njih relevantno i korisno. Već postoje mnoge naprednije aplikacije za timsku komunikaciju, kao što je Slack, Microsoft Teams, Google Teams i druge. Ove aplikacije će vjerojatno postajati sve popularnije, a možda će se pojaviti i nove konkurentske aplikacije, a upravo zahvaljujući novim tehnologijama koje dolaze za očekivati je da će se u budućnosti korisničko iskustvo tih aplikacija također znatno promijeniti, možda uz primjenu potpomognute ili umjetne inteligencije, ali i drugih tehnologija, sve s ciljem olakšavanja korištenja za zaposlenike te štednje dragocjenog vremena, da bi se to vrijeme moglo koristiti za korisnije zadatke, umjesto na čitanje poruka.

Navedene tehnologije i trendovi u menadžmentu su neke od najvažnijih promjena koje će promijeniti ured budućnosti, ali nisu jedine. Stoga, u budućnosti ćemo imati ured u kojem će biti mnogo ugodnije i zdravije raditi (dok će rad na daljinu imati još važniju ulogu), više vremena će biti iskorišteno na primarnu djelatnost i stvaranje nove vrijednosti, a tehnologija će donijeti dosad neviđene mogućnosti za suradnju, kako ljudi međusobno, tako i za suradnju ljudi s umjetnom inteligencijom uklopljenom u inteligentan uredski sustav koji upravlja umreženom opremom i infrastrukturom.

## 6. Zaključak

Svaka velika promjena u ljudskoj povijesti je donijela značajne promjene i poremećaje, uz brojne pozitivne, ali i neke negativne posljedice, a to pogotovo vrijedi za industrijske revolucije i rapidne promjene koje je svaka od njih donijela. Međutim, usprkos određenim negativnim posljedicama, svaka je industrijska revolucija sa sobom donijela značajan napredak za ljudski rod, kako u efikasnosti i efektivnosti proizvodnje, tako i u općoj kvaliteti života. Isto vrijedi i za Industriju 4.0. Nesumnjivo donosi tektonske poremećaje u proizvodnju, svakodnevni život, ljudsku interakciju, te donosi neke negativne posljedice kao promjene i poremećaje na tržištu rada, etička pitanja oko upotrebe umjetne inteligencije i drugih naprednih tehnologija, ali i druge potencijalne probleme. Ipak, ako je suditi po prethodnim iskustvima velikih promjena, za očekivati je da će se barem dio tih problema izbalansirati i imati pozitivan ishod (Pereira, Romero, 2017):

„Industrija 4.0 posjeduje ogroman potencijal te će pružiti set ekonomskih i društvenih prilika kroz promjenu paradigme koja će utjecati na organizacije, poslovne modele te proizvodne tehnologije“

Sve navedeno će omogućiti nove i raznolike tehnologije: Od 5G tehnologije i cloud računalstva koje će ponuditi komunikacijsku osnovu za Industriju 4.0, preko potpomognute i virtualne stvarnosti te umjetne inteligencije koje će ljudima omogućiti novu razinu interakcije sa suradnicima, ali i sa strojevima, pa sve do CPS sustava, ali možda i budućih, još naprednijih varijacija tih sustava, koji teže dostići ideal i konačni cilj Industrije 4.0, a to su potpuno autonomni sustavi koji međusobno povezuju ljude, raznolike strojeve, uređaje i senzore u jedno. Sve to bi trebalo izroditi kompleksne sustave koji teže samoupravljalivosti i autonomiji, uz maksimalnu efikasnost.

A sve navedene promjene neće zaobići ni uredska okruženja, podložna stalnim promjenama i tehnološkim naprecima, te će ih značajno promijeniti. Kao što će poslodavci od zaposlenika zahtijevati da ovladaju novim tehnologijama i prilagode se novim zahtjevima, tako će i zaposlenici tražiti od poslodavaca kvalitetnu radnu opremu, brigu za fizičko i mentalno zdravlje, te prilagodljivost i fleksibilnost uz kompetentne menadžere spremne na izazove koje donosi ured budućnosti. Način komunikacije na radnom mjestu će se promijeniti, kao i aplikacije za suradnju i komunikaciju, pa je za očekivati da će zaposlenici veći udio vremena moći koristiti za stvaranje nove vrijednosti. Sve to će biti podržano i promjenama u radnom okruženju i zajedničkom prostoru koji svi u uredu koriste, potičući kreativnost i nove ideje.

Zaključno, Industrija 4.0, trenutne prepreke njenom razvoju i promjene koje će donijeti u industrijsku proizvodnju, poslovni život (uz nezaobilazne promjene koje će to donijeti i u urede budućnosti), kao i privatni život svih pojedinaca je jedan od najvećih izazova današnjice i idućih desetljeća, ali ima ogroman potencijal da donese pozitivne promjene u rad i život.

# Popis literature

- [1] Moore, Mike (2019.), *What is Industry 4.0? Everything you need to know*, preuzeto 13.6.2021. sa <https://www.techradar.com/news/what-is-industry-40-everything-you-need-to-know>
- [2] Allen, Robert C. (2017.), *The Industrial Revolution: A Very Short Introduction*, Oxford University Press
- [3] Hughes, Tristan (2020.), *10 Key Inventions of the Industrial Revolution*, preuzeto 15.6.2021. sa <https://www.historyhit.com/key-inventions-of-the-industrial-revolution/>
- [4] American Chemical Society (ACS), (2009.). *Development of the Pennsylvania Oil Industry.*, preuzeto 15.6.2021. sa <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/pennsylvaniaoilindustry.html>
- [5] Paul Ingrassia (2008.), *This Car Changed America*, preuzeto 17.6.2021. sa <https://www.wsj.com/articles/SB122246777029780525>
- [6] Clarke, Michael (2012.), *The digital revolution*, preuzeto 18.6.2021. sa <https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/digital-revolution>
- [7] Gupta, Manish (2018.), *4 phases of Digital Evolution during past half century that shook the fortune-500 list*, preuzeto 18.6.2021. sa <https://www.linkedin.com/pulse/4-phases-digital-evolution-during-past-half-century-shaked-gupta>
- [8] Dima, Adrian (2021), *Short history of manufacturing: from Industry 1.0 to Industry 4.0*, preuzeto, 20.9.2021. sa <https://kfactory.eu/short-history-of-manufacturing-from-industry-1-0-to-industry-4-0/>
- [9] Hermann A., Pentek T. i Otto B. (2016.) *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, IEEE
- [10] Shamim S., Cang S., Yu H. i Li Y. (2016.) *Management approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective* 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)
- [11] Schmitt, Achim (2021.) *Industry 4.0: why people-centric leadership is key*, preuzeto 18.12.2021. sa <https://hospitalityinsights.ehl.edu/people-centric-leadership>
- [12] Oberer B. Erkollar A. (2019.) *Leadership 4.0: Digital Leaders in the Age of Industry 4.0*, International Journal of Organizational Leadership



- [13] inray Industriesoftware GmbH (2019), *Requirements for Industry 4.0 — What is technically necessary?*, preuzeto 14.1.2022. sa <https://medium.com/@inray.industriesoftware/requirements-for-industry-4-0-what-is-technically-necessary-18ee6bbb7351>
- [14] Vennam, Sai (2020.) *Cloud Computing*, preuzeto 18.1.2022. sa <https://www.ibm.com/cloud/learn/cloud-computing>
- [15] Orsolin Klingenberg, C., Viana Borges, M.A., Valle Antunes Jr. J.A. (2019.) *Industry 4.0 as a data-driven paradigm: a systematic literature review on technologies*, *Journal of Manufacturing Technology Management*
- [16] Deslandes, Nicole (2022), *How 5G is contributing to Industry 4.0*, preuzeto 05.5.2022. sa <https://techinformed.com/how-5g-is-contributing-to-industry-4-0/>
- [17] Sobiya (2018), *Network Organizational Structure: Examples, Definition, Advantages & Disadvantages*, preuzeto 15.5.2022. sa <https://www.advergize.com/business/network-organizational-structure-examples-definition-advantages-disadvantages/>
- [18] *Internet of Everything (IoE)*, 2022, preuzeto 3.6.2022. sa <https://ioe.org/>
- [19] Li Da Xu, Eric L. Xu & Ling Li (2018) *Industry 4.0: state of the art and future trends*, *International Journal of Production Research*
- [20] Boggess, Martin (2020), *Industry 4.0: Technologies, Outcomes, and the Future of Manufacturing*, preuzeto 20.6.2022. sa <https://global.hitachi-solutions.com/blog/industry-4-0-technologies-outcomes-and-the-future-of-manufacturing/>
- [21] Corporate Finance Institute (CFI) (2022) *Standardization*, preuzeto 18.7.2022. sa <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/economics/standardization/>
- [22] IEEE (2022) *Internet of things related standards*, preuzeto 20.7.2022. sa <https://standards.ieee.org/initiatives/iot/stds/>
- [23] IoT Worlds (2021) *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, preuzeto 20.7.2022. sa <https://iotworlds.com/introduction-to-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-complete-15-20/>
- [24] George Firican (2020), *The pros and cons of the 4th industrial revolution*, preuzeto 20.7.2022. sa <https://www.lightsondata.com/pros-cons-4th-industrial-revolution/>

- [25] Noor Fadillah Binti Jaafar (2021), *Ethical issues in The 4th Industrial Revolution*, preuzeto 20.07.2022. sa <https://colleges.segi.edu.my/kualalumpur/ethical-issues-in-the-4th-industrial-revolution/>
- [26] Rohan C. (2021), *Reasons Why Are Standing Desks Popular?*, preuzeto 24.7.2022. sa <https://improveworkspace.com/why-standing-desks-popular/>
- [27] Robinson, Bryan (2022), *Remote Work Is Here To Stay And Will Increase Into 2023, Experts Say*, preuzeto 25.7.2022. sa <https://www.forbes.com/sites/bryanrobinson/2022/02/01/remote-work-is-here-to-stay-and-will-increase-into-2023-experts-say/?sh=1a72be6020a6>
- [28] Poliakine, Ran (2021), *What You Should Know About 5G Technology And What The Future Holds*, preuzeto 1.8.2022. sa <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/08/12/what-you-should-know-about-5g-technology-and-what-the-future-holds/?sh=47321971636b>
- [29] Pereira A.C; Romero F. (2017) *A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept*, preuzeto 1.8.2022. sa <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917306649>
- [30] Pereira Carvalho Ana Claudia, Pereira Carvalho Ana Paula, Pereira Carvalho Núbia Gabriela (2020), *Industry 4.0 Technologies: What Is Your Potential for Environmental Management?*, preuzeto 3.9.2022. sa <https://www.intechopen.com/chapters/70130>
- [31] Moran, Keith (2022), *Benefits of Industry 4.0* , preuzeto 3.9.2022. sa <https://slcontrols.com/benefits-of-industry-4-0/>
- [32] Turner, Jordan (2022), *6 Ways the Workplace Will Change in the Next 10 Years*, preuzeto 4.9.2022. sa <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/6-ways-the-workplace-will-change-in-the-next-10-years>
- [33] Martic, Kristina (2020), *14 Reasons Why the Future of Work Is Happening Now*, preuzeto 4.9.2022. sa <https://hailo.com/blog/the-future-of-work/>
- [34] Simumpande, Diana (2021), *4 Ways Workplace Communication Will Change In The Future*, preuzeto 4.9.2022. sa <https://www.snapcomms.com/blog/workplace-communication-in-the-future>

## Popis slika

Slika 1: Proizvodna linija Forda Model T, Flickr (2014.), preuzeto 22.05.2022. sa <https://www.flickr.com/photos/bluespringsfordparts/14492600447/in/photostream/>

Slika 2: Principi dizajniranja za Industriju 4.0; Hermann A., Pentek T. i Otto B. (2016.) *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, IEEE

Slika 3: Mrežna organizacijska struktura, Lotich, Patricia (2021.), preuzeto 19.05.2021. sa <https://pingboard.com/blog/types-business-organizational-structures/>

Slika 4: Mrežne tehnologije u upotrebi; Abdellatif S., Berthou P., Villemur T., Francklin Simo (2020), *Management of industrial communications slices: Towards the Application Driven Networking concept*, Computer Communications, Elsevier

Slika 5: Raspodjela bogatstva u svijetu 2012. godine, Henry, James (2012.) "*The Price of Offshore Revisted: New Estimates for Missing Global Private Wealth, Income, Inequality, and Lost Taxes*", Tax Justice Network

Slika 6: Postotak ispitanika u SAD-u kojima je ponuđen stajaći stol ili pomoć poslodavca u nabavi istog, preuzeto 26.7.2022. sa <https://www.statista.com/statistics/742527/employer-provided-standing-desks-among-workers-united-states/>