

# Industrija 4.0 i digitalna transformacija

---

**Brajković, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:131:245279>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-15**



Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
University of Zagreb  
Faculty of Humanities  
and Social Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb  
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FILOZOFSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI  
Ak. god. 2018./2019.

Luka Brajković

## **Industrija 4.0 i digitalna transformacija**

Završni rad

Mentor: prof. dr. sc. Sanja Seljan

Zagreb, rujan 2019.

## Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ovaj rad rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Također izjavljujem da nijedan dio rada nije korišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

---

(potpis)

# Sadržaj

Sadržaj .....	
1. Uvod .....	1
1.1. Opis i definicija problema .....	1
1.2. Cilj i svrha rada .....	1
1.3. Polazna hipoteza .....	2
1.4. Metode rada.....	2
1.5. Struktura rada .....	2
2. Povijest industrijske proizvodnje .....	4
2.1. Predindustrijalizacija .....	4
2.2. Industrijska revolucija.....	4
2.2.1. Prva industrijska revolucija .....	5
2.2.2. Druga industrijska revolucija.....	6
2.2.3. Treća industrijska revolucija .....	7
3. Četvrta industrijska revolucija .....	9
3.1. Pojam "Industrija 4.0" .....	9
3.2. Glavne značajke Industrije 4.0 .....	9
3.3. Globalni trendovi Industrije 4.0.....	10
3.4. Pojmovi koji se vežu uz Industriju 4.0.....	14
3.4.1. Internet stvari.....	14
3.4.2. Veliki podatci .....	15
3.4.3. Pametna tvornica .....	16
3.4.4. Industrijski Internet .....	16
3.4.5. E-Trgovina.....	17
3.4.6. Upravljanje odnosima s klijentima.....	17
3.4.7. Računalstvo u oblaku .....	18

3.5. Razvoj koncepta Industrije 4.0 .....	19
4. Digitalna transformacija kao temelj Industrije 4.0 .....	21
4.1. Digitalna transformacija kao pokretač .....	21
4.2. Temeljni okvir digitalne transformacije .....	21
4.3. Što potiče digitalnu transformaciju? .....	22
4.4. Područja digitalne transformacije poslovanja .....	23
4.5. Digitalni poremećaj .....	24
5. ISTRAŽIVANJE .....	26
5.1. Ciljevi i izazovi proizvodnje .....	26
5.2. Proizvodni program .....	27
5.2.1. Staklena linija .....	27
5.2.2. CAN linija .....	28
5.2.3. PET linija .....	28
5.2.4. KEG linija .....	29
5.3. Primjena digitalne transformacije .....	30
5.4. Investicije u najnovije tehnologije .....	30
5.5. Uspješnost prilagodbe Industriji 4.0 .....	31
6. Zaključak .....	32
7. Literatura .....	33
7.1. Kratice .....	37
7.2. Popis slika .....	38
Sažetak .....	39
Summary .....	40

# 1. Uvod

Istraživajući povijest ljudske civilizacije i postojanja, jedna od glavnih ljudskih djelatnosti bila je proizvodnja. U počecima ljudi su se bavili ručnom izradom i obradom materijala koje su našli oko svog prebivališta. Materijale koje su pronašli pretvarali su u korisne proizvode koji su služili ili dalje za proizvodnju novih proizvoda ili jednostavno za korištenje i trošenje. Tijekom stoljeća su se razvile nove tehnike obrada materijala, ali najveći napredak se dogodio sredinom 18. stoljeća kada je osmišljen *parni stroj*. Time počinje industrijalizacija i početak *prve industrijske revolucije*. Od tada do današnjeg dana ljudi su prošli kroz još dvije industrijske revolucije. *Druga industrijska revolucija* je vezana uz izum *električne energije* i otkrića nafte, dok je *treća industrijska revolucija* krenula izumom tranzistora i *interneta*. Danas ljudi se nalaze u najnovijem dobu *četvrte industrijske revolucije* odnosno u dobu *Industrije 4.0*. Industrija 4.0 se temelji na uzajamnom odnosu ljudi i najnovije tehnologije. Digitalna transformacija predstavlja temelj Industrije 4.0 koju karakterizira prijelaz na proizvodnju upravljanu digitalnim računalima. Bez digitalne transformacije ne bi došlo automatiziranih procesa koji su temelj Industrije 4.0 čime dolazi do novih spoznaja i načina upravljanja proizvodnjom.

## 1.1. Opis i definicija problema

Glavni problem koji će se opisati u ovom radu je vrlo brz i moćan uspon najnovije tehnologije koja za sobom povlači mnoge nove metode i načine rada u industriji općenito. Također, najnovije tehnologije nude visok spektar mogućnosti za napredak postojećih tehnologija, ali zahtijevaju prilagodbu u organizaciji rada, procesima, komunikaciji, proizvodnji i upravljanju.

## 1.2. Cilj i svrha rada

Cilj ovog rada je opisati i uočiti preduvjete koji se vežu uz Industriju 4.0, povezati postojeće metode s njezinim konceptima i opisati promjene koje donosi Industrija 4.0 u cilju promjena u budućem poslovanju. Specifični cilj ovog rada je opisati primjenu Industrije 4.0 u pogonu proizvodnje piva jedne hrvatske pivovare, koja ostaje anonimna u ovome radu.

### **1.3. Polazna hipoteza**

Hipoteza 1: Digitalna transformacija i Industrija 4.0 su međusobno povezane u uzajamnom odnosu (Basara, 2017). Također, ubrzani razvoj tehnologije povlači puno ulaganja u obrazovanje korisnika te u rekonstrukciju ili nabavu novih strojeva koji prate njen korak.

Hipoteza 2: Digitalna transformacija uzrokuje promjene (Enterpriseproject.com, 2018).

### **1.4. Metode rada**

U radu će se koristiti sljedeće metode:

- induktivna metoda
- deduktivna metoda
- metoda sinteze
- metoda analize
- metoda uzoraka
- delfi metoda

### **1.5. Struktura rada**

Ovaj završni rad se sastoji od teorijskog dijela i istraživanja, podijeljen je u šest cjelina, odnosno poglavlja. Također, u radu se nalazi popis kratica, popis literature i popis slika.

Prvo poglavlje obuhvaća uvod, definiciju problema te iznosi cilj, svrhu rada i polazne hipoteze. Navedene su metode rada i sama struktura rada.

U drugom poglavlju opisan je povijesni pregled industrijskih revolucija, odnosno opis prve tri industrijske revolucije.

U trećem poglavlju analizira se Industrija 4.0, njezine glavne značajke, relevantni pojmovi te razvoj.

U četvrtom poglavlju pobliže se opisuje digitalna transformacija, obilježja i uloga Industrije 4.0.

U petom poglavlju prikazano je istraživanje koje je provedeno u jednoj hrvatskoj pivovari i rezultati istraživanja.

Zaključak je iznesen u zadnjem, odnosno šestom poglavlju, nakon kojeg slijedi popis literature te sažeci na hrvatskom i engleskom jeziku s ključnim riječima.



## **2. Povijest industrijske proizvodnje**

### **2.1. Predindustrijalizacija**

Predindustrijsko doba je prijelazno razdoblje između srednjeg vijeka u kojem su se počele osnivati manufakture i početka prve industrijske revolucije krajem 18. stoljeća (Basara, 2017). Ljudi u tom razdoblju su svoje vrijeme posvećivali raznim manufakturnim poslovima koje su obavljali u svoje slobodno vrijeme. Tzv. kućna radinost je bila dodatni izvor zarade koji se najviše razvio u okolini velikih gradova u sjevernoj Europi oko rijeke Rajne te u Velikoj Britaniji. Predindustrijalizacija nije bila samo važna zbog proizvodnje nego zato što je osnažila mnoge ekonomske, socijalne i demografske odnose koji su dali dobar temelj za napredak tadašnje proizvodnje. U pogledu ekonomije napredovao je koncept ponude i potražnje te su ljudi zbog prodaje odnosno nabavke resursa morali ići u gradove te tako osnažili trgovačku mrežu. U socijalnom pogledu mnogi ljudi su odlazili u gradove te se tako uspostavila radna disciplina. Ljudi su se upoznali s novčanim prihodima pošto je većina bila plaćena na način da imaju smještaj i hranu od vlasnika zemlje na kojoj su radili. Demografski gledano, ekonomski i socijalni pogled na stvari stimulirao je porast stanovništva zbog jednostavne računice koja kaže da više ljudi može proizvesti više proizvode te iz toga proizlazi i veća zarada (Prva Gimnazija Zagreb, 2013).

### **2.2. Industrijska revolucija**

Industrijska revolucija je proces kojim se u drugoj polovici 18. stoljeća uvodi veliki spektar najnovijih tehnologija s ciljem povećanja brzine proizvodnje i pojeftinjenja gotovog proizvoda. Naglasak je bio na prelasku s ručnog rada na industrijski način rada za koji su služili novoosmišljeni strojevi. Najnovije tehnologije i strojevi su omogućili napredak produktivnosti te omjera između proizvedenih proizvoda i broja stanovnika uz koje se ti proizvodi vežu. Taj omjer se naziva *per capita* (Enciklopedija.hr, 2019). Prva industrijska revolucija veže se uz izum parnog stroja, druga uz izum električne energija i pronalazak nafte, a treća uz izum tranzistora i pronalazak atomske energije. Četvrta industrijska revolucija ili Industrija 4.0 se odnosi na pojavu robotike te primjenu digitalne transformacije te kreiranju tzv. pametnih tvornica.

### 2.2.1. Prva industrijska revolucija

Najbitniji izum koji je ujedno i pokrenuo prvu industrijsku revoluciju je parni stroj koji je izumio Thomas Newcomen 1712. godine (Steward, 2000). Njegov *parni stroj* je bio prvi primijenjen u praksi te se s njim ispumpavala voda iz rudnika. 1769. godine James Watt je usavršio Newcomenov parni stroj te tada službeno i počinje prva industrijska revolucija (Slika 1.). Od tada parni stroj se koristi za pokretanje lokomotiva i brodova te strojeva u proizvodnji. Njime se zamijenila ručna proizvodnja i ujedno olakšao proizvodni proces. Kompletna manufakturna proizvodnja zamijenjena je tvorničkim radom što je olakšalo cijeli proces time što su se ljudi manje fizički umarali te su ujedno i mogli više zaraditi, zato što je bilo više proizvoda za prodati. Zbog takvih promjena, proizvodnja postaje masovna i gotovo sve djelatnosti povezane s nekom vrstom proizvodnje išle su uzlaznom putanjom, a najviše je napredovala industrija tekstila te željeza. Parni stroj se upotrebljavao ne samo u proizvodnji nego u ostalim poslovima kao što su bankarstvo, komunikacije, rudnici, promet itd. Parni stroj nije jedina promjena i izum u doba prve industrijske revolucije. Od njega je sve počelo, ali daljnji izumi su također promijenili svijet te neki od tih izuma se koriste i danas. Benjamin Franklin je izumio *gromobran* 1752. godine kojeg danas svaki građevinski objekt ima. Na području komunikacije najveći napredak je napravio Samuel Morse 1837. godine kada je izumio *telegraf* koji je služio za razmjenu poruka na velikim udaljenostima. Prometnu povijest zauvijek je promijenio Robert Fulton 1807. godine kada je sagradio prvi *parobrod* koji je nakon par inačica preplovio Atlantski ocean za 26 dana, 1819. godine. Također, izum *mineralnog umjetnog gnojiva* je zauvijek promijenio poljoprivredu. Time je došlo do velikog povećanja proizvodnje hrane i počela je agrarna revolucija. Otvorenje novih *tvornica* i željom ljudi za rad da zarade novac i imaju kvalitetniji život potaklo ih je da se presele u velike gradove čime počinje *urbanizacija* velikih gradova. Kraj prve industrijske revolucije smatra se 1830. godina

kada je bilo “zatišje pred buru” i druge industrijske revolucije koja je počela par desetljeća kasnije (Steward, 2000).



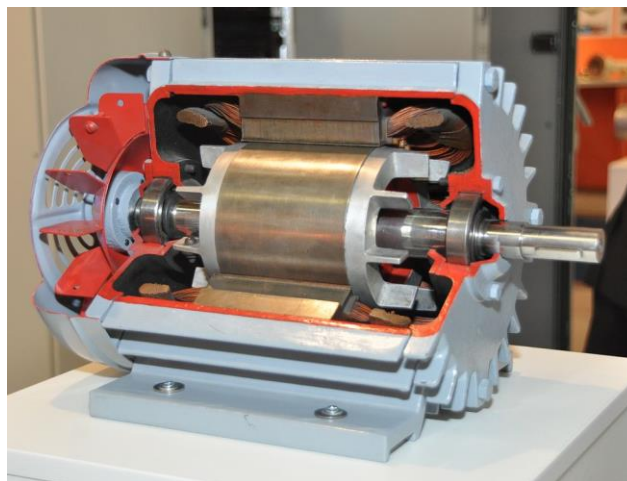
Slika 1: Parni stroj

Izvor : hr.wikipedia.org

## 2.2.2. Druga industrijska revolucija

Veliki napredak u tehnologiji te želja ljudi za znanjem i otkrivanjem novih spoznaja u svim djelatnostima nije se smanjivala, zbog čega je došlo do druge industrijske revolucije čiji glavni temelj je pronalazak *električne energije*. Također, pronalazak izvora *nafte* 1859. godine smatra se jednim od preduvjeta druge industrijske revolucije. Druga industrijska revolucija službeno počinje 1870. godine te traje sve do početka Prvog svjetskog rata 1914. godine. U tvornicama proizvodnje *alatni strojevi* su preuzeli većinu uloga izrade materijala te pomoću novih metoda proizvodnje izmjenjivih dijelova *industrija* se počela masovno razvijati. Jedan od najvećih napredaka u industrijskoj proizvodnji osmislio je Sir Henry Bessemer čija *tehnika za proizvodnju čelika* je bila revolucionarna zato što je čelik postao dosta jeftin te se počeo proizvoditi u masovnim količinama (Saville, 2019). Velika Britanija, Njemačka i SAD su imale najbrži industrijski razvoj zato što su imale dobre temelje iz prve industrijske revolucije. Gotovo svi veći gradovi u Europi su se počeli prometno povezivati pomoću željeznica te se tako stvorila dobro povezana trgovačka mreža. Michael Faraday pronašao je *elektromagnetsko polje* te je time zauvijek promijenio tijek događaja koja su se odvila u bilo kojem smjeru u napretku tadašnje tehnologije. Nastavak na Faradayevo elektromagnetsko polje dao je Thomas Edison osmislivši

*električnu žarulju* te je tako pokrenuo upotrebu istosmjerne struje. Od tada pokrenuta je prva elektrana za proizvodnju električne energije te se sagradio distribucijski pojas za prijenos električne energije u SAD-u. Nikola Tesla je možda najviše pridonio razvitku električne energije osmisivši *motor na izmjeničnu struju* (Slika 2.) te je tako prijenos električne energije postao puno jeftiniji nego prije. Uz električnu energiju razvijaju se i *industrija za proizvodnju papira*, kemijska industrija te općenito prometni sektor uz najvećeg pokretača *automobilske industrije* Henryja Forda te njegovog najpoznatijeg Fordovog modela T. Pred sam početak Prvog svjetskog rata odnosno kraja druge industrijske revolucije uspostavljeni su temelji za razvoj primijenjenih znanosti, telekomunikacija te modernog modela poslovanja (Wikipedia.org, 2019).



Slika 2: Motor na izmjeničnu struju

Izvor: hr.wikipedia.org

### 2.2.3. Treća industrijska revolucija

U vidu brzog napretka tehnologije i razvoju svih oblika industrije i proizvodnje unutar prve dvije industrijske revolucije koje su se dogodile u relativno kratkom vremenu, bilo je za očekivati da će se treća industrijska revolucija dogoditi ubrzo nakon završetka druge. Međutim, na kraju druge industrijske revolucije počeo je Prvi svjetski rat koji je ostavio velike posljedice na ekonomskoj, političkoj, gospodarskoj i demografskog razini. Stvari su se počele donekle razvijati nakon Drugog svjetskog rata 1939. godine. Znanstvenici su razvijali tehnologiju tijekom tog doba, ali ponajviše u tajnosti. Kada je Drugi svjetski rat završio 1945. godine, cijeli svijet se oporavljao od njegovih posljedica te tek početkom 60-ih godina 20. stoljeća dolazi do početka treće industrijske revolucije. Temelj za početak treće industrijske revolucije bila je zasluga

fizičara Johna Bardeena, Waltera Brattaina i Williama Shockleya koji su izumili *tranzistor* (Sentryo.net, 2017), (Slika 3.). Drugi naziv za treću industrijsku revoluciju je *Digitalna revolucija* zato što se ona temelji na transformaciji mehaničke i analogne elektronske tehnologije u digitalnu elektroniku. Digitalna revolucija je temelj za početak informacijskog doba u kojem su se počela koristiti *digitalna računala* i digitalno vođenje evidencija u tadašnjem poslovanju. *Komunikacija* je također postala *digitalna* te se stariji načini komuniciranja sve manje koriste. Razvoj mikroprocesora i dijelova osobnih računala dala je digitalnoj revoluciji velik potencijal za budućnost zato što su znanstvenici postepeno povećavali performanse istih. Zbog bolje komunikacije razvijene su računalne mreže te zbog lakše komunikacije razvila su se nova zanimanja. Izum *interneta* otvorio je bezbroj mogućnosti za budućnost pošto je dostupnost informacija omogućen u samo par klikova mišem (Rifkin, 2012). Treća industrijska odnosno digitalna revolucija službeno nema svoj završetak zato što jednim dijelom je aktivna još dan danas s obzirom da se tehnologije nadograđuju jedna na drugu te nije izumljen niti pronađen nikakav pokretač koji bi mogao digitalnu revoluciju završiti te započeti novu.



Slika 3: Ukrašena kopija prvog tranzistora  
Izvor: hr.wikipedia.org

### 3. Četvrta industrijska revolucija

Nakon parnog stroja koji je pokretač prve industrijske proizvodnje, izuma pokretne trake koja je potakla masovnu proizvodnju u drugoj industrijskoj revoluciji te izuma tranzistora i interneta koji je povezo svijet u trećoj industrijskoj odnosno digitalnoj revoluciji, četvrtu inačicu industrijske revolucije započela je želja za digitalnim povezivanjem proizvoda, strojeva, alata i ljudi u jedan oblik tako zvane “*pametne*” proizvodnje.

#### 3.1. Pojam “Industrija 4.0”

Industrija 4.0 u suštini se ne može nazvati četvrta industrijska revolucija zato što se ona ipak bazira na digitalnoj revoluciji, ali se može reći da je ona potakla razmišljanje o njoj. Njezino ime je ustvari ime jednog projekta kojeg je predložila njemačka vlada koji je promovirao digitalizaciju proizvodnje. Njemačka je potakla pitanje *digitalne transformacije proizvodnje* te je taj projekt zadobio veliki interes i zanimanja u Europi i Europskoj uniji. Sve vodeće zemlje Europske unije prihvatile su projekt te usvojile njegove koncepte i potaknule članice EU-e na usvojenje tog projekta sredinom 10-ih godina 21. stoljeća (Gtai.de, 2017). Njemačka je htjela postati vodeća zemlja koja će stavljati na tržište nove ideje o proizvodnji te pronaći njihova napredna rješenja, neplanirajući da će taj projekt potaknuti razmišljanja o četvrtoj industrijskoj revoluciji.

#### 3.2. Glavne značajke Industrije 4.0

Proizvodni procesi temeljeni na najnovijoj tehnologiji i obuhvaćeni uređajima za međusobno autonomno komuniciranje najbolje opisuju što je to Industrija 4.0. Poblize se može opisati kao primjena modela pametnih odnosno *inteligentnih tvornica* u kojoj robotizirani strojevi upravljaju fizičkim procesima te nadziru iste. Rezultat tih procesa je proizvodni sustav koji može samostalno razmjenjivati informacije tijekom proizvodnog procesa te time zna u svakom trenutku u kojem je stadiju izlazni produkt. “*Pametna*” proizvodnja postala je neizbježna norma u svijetu gdje se upotrebljavaju strojevi upravljani umjetnom inteligencijom koji mogu samostalno izmjenjivati informacije. Cilj proizvodnje tijekom svih industrijskih revolucija se nije promijenio. Cilj

Industrije 4.0 je povećati produktivnost do čak 50% više nego što je sada te smanjivati resurse potrebnih za proizvodnju (financijske i fizičke). Glavne značajke Industrije 4.0 prema (European Parliament, 2016) su:

- **Interoperabilnost:** Interoperabilnosti povezuje kibernetске i fizikalne proizvodne sustave koji se sastoje od radnih podloga, mjesta za sastavljanje i same proizvodnje. Oni omogućuju ljudima i pametnim tvornicama da se povežu i međusobno komuniciraju.
- **Virtualizacija:** Povezivanjem senzorski dobivenih podataka s virtualnim modelom tvornice i simulacijskim modelima kreirana je virtualna kopija pametne tvornice.
- **Decentralizacija:** uključuje sposobnost kibernetско-fizičkog sustava za donošenje samostalnih odluka i za lokalnu proizvodnju, zahvaljujući tehnologijama kao što su 3D modeliranje i printanje.
- **Sposobnosti u realnom vremenu:** Sposobnost prikupljanja i analiziranja podataka i istovremenog uvida u proces.
- **Orientiranost na usluge:** Usluge koje su omogućene automatiziranim pogonom i koje efikasno dolaze do korisnika.
- **Modularnost:** Uključuje fleksibilnu prilagodbu pametnih tvornica zahtjevnim promjenama kroz proširenje ili zamjenu pojedinačnih modula.

Gledajući navedene glavne značajke dolazi se do zaključka da je Industrija 4.0 potaknula promijene na globalnoj razini. U radu (Seljan, 2018) analizira utjecaj Industrije 4.0 na mikro i mala poduzeća s primjerom LSP kompanija te navodi da se transformacije događaju na svim razinama poduzeća – proizvodnoj, poslovnoj, organizacijskoj i upravljačkoj.

### 3.3. Globalni trendovi Industrije 4.0

Budućnost koju pruža Industrija 4.0 je sve bliža. Naime, prilike koje je omogućila Industrija 4.0 unapređivanjem proizvodnih procesa te uvođenjem robotizacije u procese potaknula je na razmišljanje kako će se to sve odraziti na situaciju izvan samih pametnih tvornica. Može se reći da Industrija 4.0 ima deset glavnih globalnih trendova od kojih je većina postojeća, ali unaprijeđena u pogledu značajki koje je uvela ista. Prema (Myforesight.my, 2018) deset glavnih trendova Industrije 4.0 (Slika 4.) su:

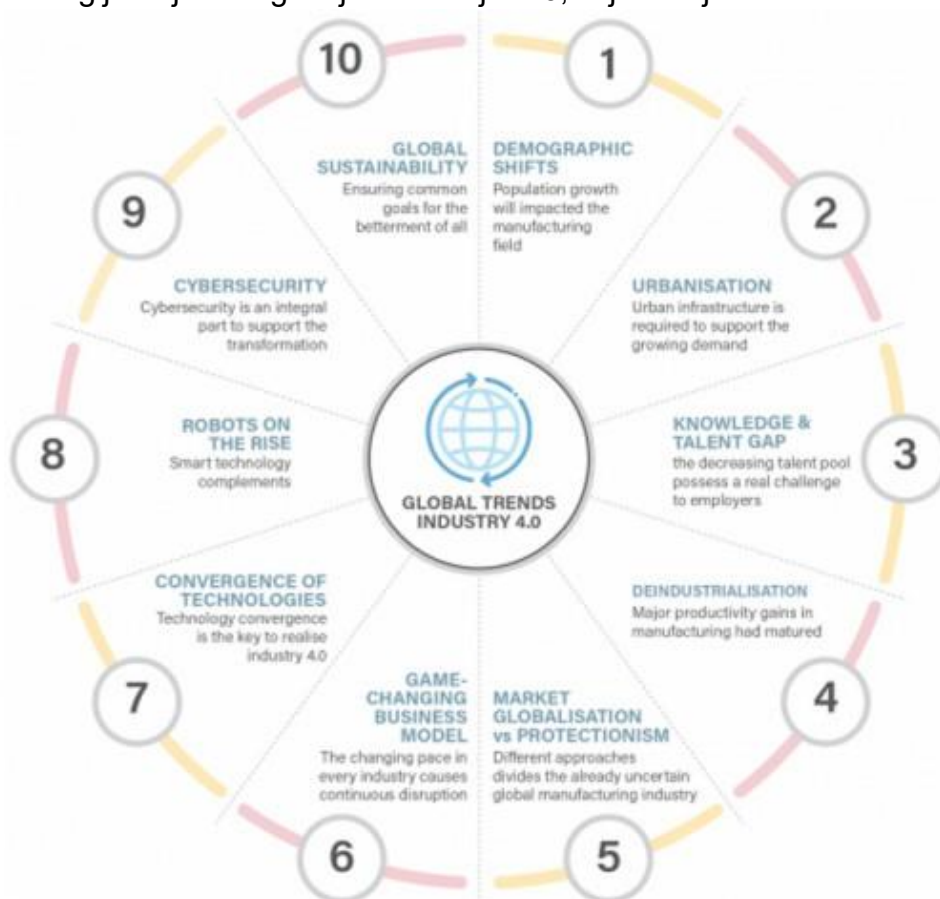
1. **Demografski pomoci:** U zemljama koje su primijenile koncept i ideju Industrije 4.0 dolazi do promijene u srednjem sloju. Srednji sloj raste zato što se smanjuju viši odnosno niži sloj zbog toga što je najnovija tehnologija dostupnija svima cjenovno te je globalno rasprostranjenija.
2. **Urbanizacija:** Ljudi žele živjeti blizu svojih poslova te se sele u gradove. Nagađanja govore kako će 70% stanovništva živjeti u gradovima do 2050. godine. To potiče da se gradovi strateški urede, odnosno, ako će se graditi novi da se u početku počinje planirati na strateški način. Industrija 4.0 dala je napretke u prometnoj industriji kroz logističku obradu podataka, proizvodnji i iskorištavanju energije te telekomunikaciji što sve daje dobre temelje da se gradovi što bolje urede i razviju.
3. **Rast znanja i talenata:** Postignuća u tehnologiji sa sobom vuku i potrebu za upravljanjem istih. U tvornicama se sve više primjenjuju roboti kojima netko mora znati upravljati. Pametne tvornice moraju tražiti ljude sa dobrim znanjem o najnovijim tehnologijama i razvijati njihove talente prema potrebama. Također, moraju poticati ljude da se uključe u razne STEM radionice gdje se radi na idejama gdje im se pruža potrebna edukacija.
4. **Deindustrijalizacija:** Termin koji uključuje smanjenje važnosti uloge industrijskog sektora u gospodarstvu. Može uključivati smanjenje apsolutne veličine industrije te se time zauzima manji udio u BDP-u i zapošljava manji postotak radne snage. Deindustrijalizacija će uvijek uključivati razvijena gospodarstva koja se kreću prema gospodarstvima koja se temelje na uslužnim djelatnostima. Prvi pravi primjer deindustrijalizacije dogodio se početkom 90-ih godina 20. stoljeća kada se veliki postotak proizvodnje iz Europe preselio u Aziju zbog jeftinije radne snage.
5. **Globalizacija tržišta u usporedbi s protekcionizmom:** Industrija 4.0 će stvoriti digitalne mreže i ekosustave koji će se u mnogim slučajevima proširiti diljem svijeta, a razvijena tržišta i ona koja su u razvoju dobiti će dramatično na vrijednosti u svim regijama. Iako je ekonomija danas otvorenija za trgovinu, protekcionizam i poništavanje trgovinskih sporazuma stvorit će okruženje koje manje podržava otvorenost. Dvostruki standardi u globalizaciji najbolje su vidljivi kroz niz sporazuma koji podržavaju rad koji se temelji na zadovoljavanju trgovinskih propisa, ali se i povezuje s drugim svjetskim tvornicama za učinkovitiju proizvodnju. Dakle, to koristi svim stranama, tvrtkama koje



osiguravaju zakonsku usklađenost s nižim troškovima osoblja i lokalnim gospodarstvima koje imaju koristi od mogućnosti zapošljavanja koje se otvaraju.

6. **Napredni poslovni modeli:** U okviru Industrije 4.0 dizajn i razvoj proizvoda odvijaju se u simuliranim laboratorijima i koriste digitalne modele izrade. Ova tehnološka infrastruktura još je u ranoj fazi razvoja, ali već pretvara proizvodnju u novi model koji će vjerojatno biti globalno opće prihvaćen. Model koji omogućuje izradu proizvoda u serijama u kojima je proizvod puno jeftiniji zbog masovne proizvodnje, a opet se u potpunosti prilagođavaju kupcima da im omoguće tražene specifikacije. Kako se ovi modeli budu razvijali, trendovi će se ubrzati.
7. **Konvergencija tehnologija:** Proizvodni krajolik brzo se promijenio kroz mehanizaciju i digitalizaciju. Međutim, kroz konvergenciju računala i automatizacije u Industriji 4.0, svjedoci smo pomaka paradigme u globalnoj proizvodnji neviđenim tempom. Nove tehnologije poznate su i kao disruptivne tehnologije koje uključuju korištenje autonomnih robota, internet stvari (IoT), velikih količina podataka, sustava temeljenih na proširenoj stvarnosti, kibernetičku sigurnost, računalstvo u oblaku itd. (Pejić i sur., 2019). Međutim, mnogi proizvođači se još uvijek bore s načinom otključavanja vrijednosti iz Industrije 4.0. Za primjer teže prilagodbe možemo uzeti primjer tradicionalnu inženjersku tvrtku kojima je teško postići digitalnu transformaciju, budući da je glavni izazov često nedostatak snažnog i integriranog korporativnog upravljanja.
8. **Rast robotizacije:** Izgradnja boljeg proizvodnog sektora s proširenom i virtualnom stvarnošću, robotika i analiza podataka pomoću pametne opreme postavlja jedno temeljno pitanje, a to je kako će izgledati buduća radna snaga Industrije 4.0? Budući da se većina automatizacije koristi za radove koji se trenutno smatraju nesigurnima ili nemogućim za ljude, roboti čine dodatak ljudskim radnicima i taj će scenarij dovesti do povećanja produktivnosti. Međutim, kako će se troškovi robota i drugih automatiziranih tehnologija smanjivati, a njihove mogućnosti povećavati, više će se elemenata radne snage moći automatizirati. To će dovesti do smanjenja zaposlenosti u samom proizvodnom procesu, ali će otvoriti nova radna mjesta u polju automatizacije i održavanja strojeva.

9. **Kibernetička sigurnost:** Slobodan protok informacija jedan je od važnijih dijelova Industrije 4.0. Sve informacije koje su bitne pohranjene su u spremišta za buduću uporabu. Međutim, ranjivosti preko mreže mogu dovesti do kriminalnih incidenata koji mogu uzrokovati ozbiljne povrede koje se protežu i izvan financijskog kriminala, kao što je pristup povjerljivim informacijama koje bi mogle kompromitirati kritičnu infrastrukturu. Rastuća povezanost i standardizacija proizvodnog protokola povećava važnost procesa zaštite od takvih kibernetičkih prijetnji.
10. **Globalna održivost:** Porast etičke potrošnje kroz Industriju 4.0 mogao bi također potencijalno povećati svijest potrošača o održivosti proizvoda i zabrinutost o utjecaju proizvedenih proizvoda na okoliš. Prema UNIDO-u, usprkos bezbrojnim mogućnostima za pametnije i razvijenije gradove putem tehnologija koje omogućuje Industrija 4.0, cilj bi uvijek trebao biti naglasak na



Slika 4: 10 trendova Industrije 4.0

Izvor: [www.myforesight.my](http://www.myforesight.my)

kvalitetnijem životu umjesto na provodnji čistog tehnološkog procesa. Ciljevi održivog razvoja postavili su zajednički globalni program za ljudski razvoj koji

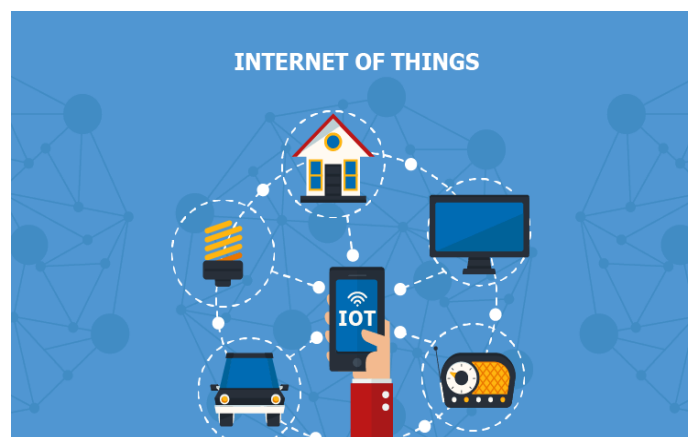
se temelji na prosperitetu, socijalnoj uključenosti i održivosti okoliša. Svijest o etičkoj potrošnji eventualno bi mogla donijeti nove zahtjeve tržišta koji bi potakli daljnje promjene. Napredak tehnologija koje donosi Industrija 4.0 može pomoći ispuniti ovu potražnju i doprinijeti boljem uređenju društva i u konačnici bolju kvalitetu okoliša.

### 3.4. Pojmovi koji se vežu uz Industriju 4.0

Razvitkom tehnologije i unapređivanjem proizvodnih procesa dolazi do novonastale terminologije pomoću koje se može puno bolje opisati isti. Industrija 4.0 uvela je nove pojmove pomoću kojih zajednica povezana s njom može lakše komunicirati i razumjeti stvari oko nje.

#### 3.4.1. Internet stvari

U najširem smislu, pojam “Internet of Things“, skraćeno IoT, prevedeno “Internet stvari“ (Slika 5.) , obuhvaća sve što je povezano s internetom, ali se sve više koristi za definiranje objekata koji međusobno komuniciraju. IoT se sastoji od povezanih uređaja, od jednostavnih senzora do pametnih telefona povezanih u mrežu preko interneta. Kombinirajući te povezane uređaje s automatiziranim sustavima, moguće je prikupljati informacije, analizirati ih i upotrijebiti u rješavanju određenog problema s kojim se neki korisnik susreo (Pejić i dr., 2019). U IoT-u se ustvari sve radi



Slika 5: Povezanost IoT-a

Izvor: [www.techjini.com/blog/](http://www.techjini.com/blog/)

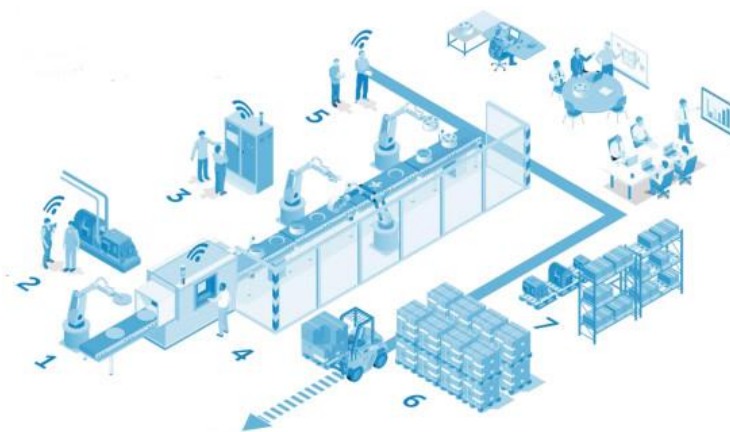
o mrežama, povezanim uređajima i o podacima (Big Data). IoT omogućuje uređajima na zatvorenim privatnim internetskim vezama da komuniciraju s drugima te daje mogućnost da ti isti uređaji komuniciraju globalno, a ne samo u toj mreži (Burges, 2018). Pomoću IoT-a se stvara privatno osigurana mreža povezanih uređaja koji ustvari globalno djeluju te sudjeluju u razmjeni podataka s ostalim uređajima.

### **3.4.2. Veliki podatci**

Big Data je pojam koji se već pojavio 90-ih godina 20. stoljeća, ali je svoju pravu svrhu dobio početkom razvoja koncepta Industrije 4.0. Veliki podatci doslovno prevedeno možda najbolje i opisuje sam pojam. Uključuju skupove podataka veličina za koji obični softverski alati nemaju mogućnosti obrade. Filozofija velikih podataka obuhvaća nestrukturirane, polustrukturirane i strukturirane podatke, ali glavni fokus je na nestrukturiranim podacima. Veliki podatci zahtijevaju skup tehnika i tehnologija s novim oblicima integracije kako bi se otkrili uvidi iz skupova podataka koji su raznovrsni, složeni i masivni (Shasha, 2014). Definicija iz (De Mauro, Greco, Grimaldi, 2016) navodi da veliki podatci predstavljaju informacijsku imovinu koju karakterizira tako velik volumen, brzina i raznolikost da zahtijevaju specifičnu tehnologiju i analitičke metode za njezinu digitalnu transformaciju u postavljanje njezine vrijednosti. Primjer korištenja velikih količina podataka (eng. big data) navode Pejić Bach i sur. (2019) u npr. financijskom sektoru gdje se, osim strukturiranih izvještaja, analiziraju i nestrukturirani tekstovi, temeljem čega se kasnije donose poslovne odluke. Pejić, Krstić i Seljan (2019) analiziraju primjenu tehnika za analizu teksta u cilju dohvaćanja podataka i daljnje primjene u poslovanju. Marrara i sur. (2019) analiziraju primjenu disruptivnih tehnologija u malim i srednjim poduzećima (eng. SME – small and medium enterprises) primjenom FinTech tehnologija (velike količine podataka, dubinska analiza teksta, blockchain, umjetna inteligencija), s posebnim osvrtom u domeni bankarstva.

### 3.4.3. Pametna tvornica

Pametna tvornica koja je jedna od revolucija koje pruža Industrija 4.0 se izdvaja od ostatka tvornica po tome što ona učinkovito, ergonomski i fleksibilno raspolaže s resursima. Jedna od novina takvih tvornica jest to da su kupci i poslovni partneri uključeni u proces poslovanja i vrijednosti što do sada nije bio slučaj. Veliku ulogu u tome imaju Internet stvari (IoT) te kibernetско-fizički sustavi koji su spojili kibernetски i fizički svijet. Možemo za primjer uzeti autonomna vozila koji aktivno prate okoliš i šalju te informacije u središnji čvor gdje se informacije obrađuju. U pametnoj tvornici, takvi sustavi se koriste u kontinuiranoj proizvodnji i poboljšanju proizvoda odmah u tijeku proizvodnog procesa (Duplico.hr, 2019). Relativni pojam koji se veže uz pametne tvornice je i "tvornica budućnosti". Tvornice budućnosti (Slika 6.) imaju integriran ICT program u proizvodne procese te gledaju kako se on može primijeniti u praksi, a ne samo u teoriji (European Parliament, 2016).



Slika 6: Shema tvornice budućnosti

Izvor: [www.static.electronicweek.com](http://www.static.electronicweek.com)

### 3.4.4. Industrijski Internet

Industrijski Internet opisuje slične pojave u odnosu na Industriju 4.0, u kojem industrijske i internetske revolucije dolaze zajedno. Razlika je u tome, što za razliku od Industrije 4.0, industrijski Internet nadilazi proizvodnju i pokriva šire prihvaćanje interneta u druge oblike gospodarske aktivnosti (European Parliament, 2016). Glavna tri elementa industrijskog interneta su inteligentni strojevi, napredna analitika i ljudi. Strojevi koji su umreženi te imaju kontrolu nad svakim dijelom proizvodnje te softver nije kompleksan. Napredna analitika je kombinacija analitike, koja se bazira na fizici,

naprednim algoritmima te automatizaciji i širokom spektru znanja o samoj struci. Ljudi koji su međusobno povezani na ključnim pozicijama u tvrtki pomažu stvoriti pametniji dizajn operacija, bolju održivost i bolju kvalitetu usluge te možda i jedan od najbitnijih stvari, a to je bolja sigurnost na radu (I-Scoop.eu, 2016).

#### **3.4.5. E-Trgovina**

E-Commerce ili elektronička trgovina omogućuje internetskim posjetiteljima odnosno kupcima naručivanje proizvoda putem interneta te je ono dio elektroničkog poslovanja. Postoje tri modela elektroničke trgovine. Prva se naziva B2B (eng. business-to-business) koja se odvija između dva poduzetnika. Drugi model se naziva B2C (eng. business-to-client) te se ona odvija između poduzetnika i potrošača odnosno kupca. Zadnji model elektroničke trgovine je B2B2C (eng. business-to-business-to-client) koji kombinira prethodna dva tako da se između trgovca i kupca nalazi posrednik (Basara, 2017).

#### **3.4.6. Upravljanje odnosima s klijentima**

Customer Relationship Management (CRM) tj. upravljanje odnosima s klijentima je pristup upravljanju tvrtke kroz interakciju sa sadašnjim i budućim kupcima. CRM pristup pokušava analizirati podatke kupaca i njegovu povijest s tvrtkom, kako bi se poboljšali poslovni odnosi s klijentima, s naglaskom na njihovo zadržavanje, a kako bi u konačnici ostvarili rast prodaje. Cilj CRM-a je automatizacija i organizacija prodaje, marketinga i službe za korisnike te upravljanje svim podacima koji se odnose na njihove klijente preko jednog sustava. Glavni posao CRM-a je prikupljanje razno raznih podataka o svojim korisnicima s ciljem boljeg upoznavanja istih. Pomoću tih informacija koje dobe tijekom nekog vremena se iz njih može i iščitati njihove želje, navike i polja interesa te im tako prikazati sadržaj koji ih bolje zanima i ima više šanse da to prihvate u obliku kupnje ili savjeta (Hrvatskitelekom.hr, 2016). CRM svoje podatke sprema u oblak (eng. cloud) koji služi kao moderna pohrana podataka.

### 3.4.7. Računalstvo u oblaku

Cloud Computing ili računalstvo u oblaku omogućuje dostupnost resursa računalnog sustava na zahtjev, posebno pohranu podataka i računalnu snagu, bez izravnog aktivnog upravljanja od strane korisnika. Pojam se općenito koristi za opisivanje podatkovnih centara koji su dostupni mnogim korisnicima putem interneta (Slika 7.). Veliki oblaci, koji danas prevladavaju, često imaju funkcije raspodijeljene na više lokacija od središnjeg poslužitelja. Oblaci mogu biti ograničeni na jednu organizaciju (poslovni oblaci), mnoge organizacije (javni oblak) ili kombinaciji prethodna dva (hibridni oblak) (Amazon.com, 2019). Računalstvo u oblaku se oslanja na dijeljenje resursa kako bi se postigla bolja koherentnost i ekonomija. Dostupnost mreža visokog kapaciteta, jeftinih računala i uređaja za pohranu, kao i široko prihvaćena virtualizacija hardvera, arhitektura orijentirana na uslugu, te autonomno i uslužno računalstvo dovelo je do rasta računalstva u oblaku (Economist.com, 2009).



Slika 7: Pristup računalnom oblaku

Izvor: [www.justscience.in](http://www.justscience.in)

### 3.5. Razvoj koncepta Industrije 4.0

Kao što je bilo rečeno u jednom od prošlih poglavlja, koncept Industrije 4.0 dolazi iz Njemačke što ustvari ne iznenađuje, budući da Njemačka ima jednu od najkonkurentnijih proizvodnih industrija u svijetu te je jedna od globalnih lidera u sektoru proizvodne opreme. Industrija 4.0 je strateška inicijativa njemačke vlade koja tradicionalno snažno podupire razvoj industrijskog sektora. U tom smislu, koncept Industrije 4.0 može se promatrati i kao akcija prema održavanju njemačke pozicije kao jedne od najutjecajnijih zemalja u proizvodnji strojeva i automobilske industrije. Osnovni koncept predstavljen je na sajmu u Hannoveru 2011. godine. Glavna ideja jest da se iskoristi potencijale novih tehnologija i koncepata kao što su:

- Dostupnost i korištenje interneta i IoT
- Integracija tehničkih procesa i poslovnih procesa u tvrtkama
- Digitalno mapiranje i virtualizacija stvarnog svijeta
- Pametne tvornice, uključujući pametna sredstva industrijske proizvodnje i pametne proizvode

Osim što je Industrija 4.0 prirodna posljedica digitalizacije i novih tehnologija, uvođenjem iste povezano je s činjenicom da su mnoge do sada iskorištene mogućnosti za povećanje dobiti u industrijskog proizvodnji gotovo iscrpljene te se moraju naći nove mogućnosti (Rojko, 2017). Naime, troškovi proizvodnje su morali biti smanjeni uvođenjem "lean" proizvodnje što znači da se otpad koji se proizvede tijekom proizvodnog procesa mora smanjiti bez da se žrtvuje produktivnost što ponekad je jako teško (Rouse, 2008). Kada je riječ o smanjenju troškova proizvodnje, Industrija 4.0 je obećavajuće rješenje. Prema (Rojko, 2017) pomoću Industrije 4.0 mogli bi se smanjiti troškovi u sljedećim količinama:

- Troškovi proizvodnje za 10-30%
- Logistički troškovi za 10-30%
- Troškovi upravljanja kvalitetom za 10-20%

Ti postotci imaju razloga biti promatrani kao buduće prednosti i razlozi za usvajanje samog koncepta Industrije 4.0 što uključuje:

1. Kraće vrijeme do stavljanja na tržište za nove proizvode
2. Poboljšani odaziv korisnika



3. Omogućavanje prilagođene masovne proizvodnje bez značajnog povećanja troškova proizvodnje
4. Fleksibilnije i ugodnije radno okruženje
5. Učinkovitije korištenje prirodnih resursa i energije.

Seljan (2019) navodi osnovne principe upravljanja kvalitetom u specifičnom okruženju, ali i općenito primjenjive, kao što su usmjerenost na kupca, vođenje (eng. Leadership), angažman i edukacija zaposlenika, procesni pristup, inovativnost, odlučivanje temeljeno na podacima, upravljanje, pozitivno radno okruženje i kompanijske vrijednosti. Industrija 4.0 će promijeniti posao radnika i njihove kompetencije, stoga će biti nužno provesti novu naobrazbu samih zaposlenika i educirati ih na koji način se i oni sami moraju prilagoditi Industriji 4.0 i svemu što ona donosi.

## **4. Digitalna transformacija kao temelj Industrije 4.0**

Temelji Industrije 4.0 svakako počivaju na inovativnosti, primarno u području upravljanja proizvodnim procesima, inovativnim proizvodima i proizvodnim linijama, pametnim tvornicama, odnosima i povezanosti prema dobavljačima i potrošačima, ali i preduvjetima koji moraju biti ispunjeni da bi se navedeno uopće dogodilo (Matejak, 2017). Uvođenjem digitalne transformacije u sve gore navedeno dalo je temelj početku razvitka Industrije 4.0.

### **4.1. Digitalna transformacija kao pokretač**

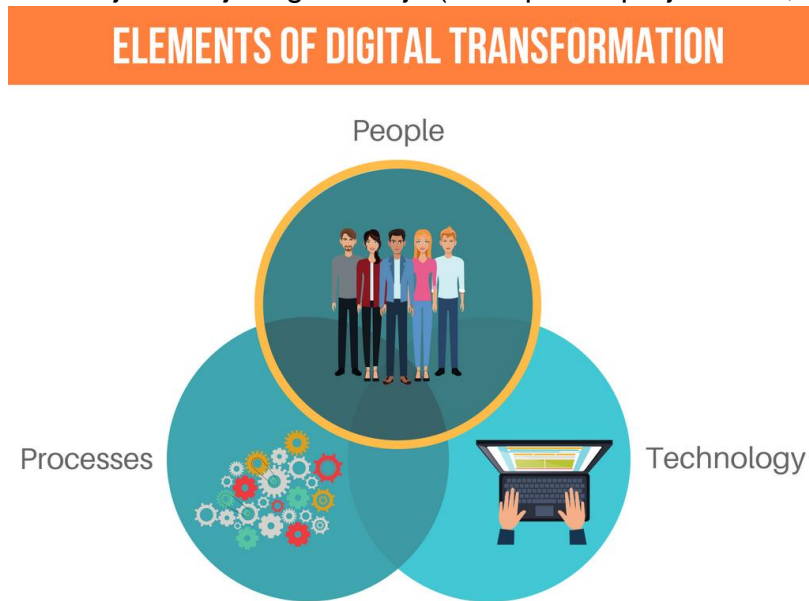
Bez jedne stvari Industriju 4.0 ne bi mogli zamisliti, a to je digitalna transformacija. Digitalna transformacija je integracija digitalne tehnologije u sva područja poslovanja, temeljito mijenjajući način na koji organizacije upravljaju i isporučuju proizvod kupcima. To je također i kulturna promjena koja zahtijeva da organizacije neprestano dovode u pitanje status quo, istražuju i da budu fleksibilne s obzirom na promijene (Enterpriseproject.com, 2018). Pošto je digitalna transformacija jako različito primijenjena od jedne organizacije do druge, teško je doći do definicije koja se može primijeniti za sve.

### **4.2. Temeljni okvir digitalne transformacije**

Iako se digitalna transformacija uvelike razlikuje ovisno o specifičnim izazovima i zahtjevima organizacije, postoji nekoliko konstanti i zajedničkih tema među postojećim slučajevima na temelju čega se može uspostaviti glavni elementi digitalne transformacije (Slika 8.). Svaka organizacija bi ih trebala razmotriti navedene elemente prije nego što ulazi u proces digitalne transformacije:

- Iskustvo korisnika
- Operativna agilnost
- Kultura i vodstvo
- Uključivanje radne snage
- Integracija digitalne tehnologije

Iako svaka organizacija ima svoj način pristupu digitalnoj transformaciji, voditelji informatičkih odjela trebali bi tražiti navedene elemente kao temelj strategije uvođenja digitalne transformacije u svoje organizacije (Enterpriseproject.com, 2018).



Slika 8: Elementi digitalne transformacije

Izvor: [www.aqueity.com](http://www.aqueity.com)

#### 4.3. Što potiče digitalnu transformaciju?

Najvažniji element digitalne transformacije je tehnologija. No često se ne radi o odbacivanju zastarjelih procesa i naslijeđene tehnologije nego o usvajanju novih tehnologija. Prema (Enterpriseproject.com, 2018) više od 70 posto resursa IT sektori troše na održavanje starih sustava. To sprječava voditelje informatičkih odjela da se uspješno upuste u strategiju digitalne transformacije. Ako se organizacije danas žele razvijati brzim tempom digitalnih promjena, moraju raditi na povećanju učinkovitosti tehnologije gdje je god moguće, a to znači da se moraju usvojiti agilni principi u cijelom poslovanju.

#### 4.4. Područja digitalne transformacije poslovanja

Digitalna preobrazba u integriranom i povezanom smislu potiče transformaciju područja koja su usko povezana s razvitkom tehnologije. Svačiji popis područja je naravno drukčiji, ali prema (I-Scoop.eu, 2018) možemo ih svrstati u sljedećih 8 područja:

1. **Poslovne aktivnosti:** uključuje marketing, poslovanje, ljudske resurse, administraciju, službu za korisnike itd.
2. **Poslovni procesi:** jedna ili više povezanih operacija, aktivnosti i skupova za postizanje specifičnog poslovnog cilja, pri čemu dolazi do upravljanja poslovnim procesima, optimizaciji poslovnih procesa i automatizacije poslovnih procesa s naglaskom na najnovije tehnologije kao što je automatizacija. Optimizacija poslovnih procesa ključna je u strategijama digitalne transformacije, a u većini industrija i slučajeva danas uključuje kombinaciju internih ciljeva i ciljeva koji se orijentiraju na zadovoljstvo kupaca.
3. **Poslovni modeli:** kako tvrtke funkcioniraju, od pristupa tržišnom poslovanju i prijedloga vrijednosti do načina na koji organizacija želi ostvariti zaradu i učinkovito transformirati svoju osnovnu djelatnost, iskoristiti nove izvore prihoda pritom smanjujući tradicionalnu osnovnu djelatnost.
4. **Poslovni ekosustavi:** mreže partnera i dionika, kao i kontekstualni čimbenici koji utječu na poslovanje, kao što su regulatorni ili ekonomski prioriteti i evolucija. Novi ekosustavi izgrađuju se između tvrtki s različitim pozadinama na temelju digitalne transformacije pri čemu informacije odnosno podaci postaju inovacijska sredstva.
5. **Upravljanje poslovnim imovinom:** pri čemu je fokus na tradicionalnim sredstvima, ali sve više na manje opipljivoj imovini kao što su informacije i kupci. Npr. poboljšanje korisničkog iskustva je vodeći cilj mnogih digitalnih projekata, a informacija je životna sila poslovnog, tehnološkog i bilo kojeg ljudskog odnosa. Kupci i informacije se moraju tretirati kao stvarna imovina u svim perspektivama.
6. **Organizacijska kultura:** mora postojati jasan plan, orijentiran na klijenta, agilna i svjestan cilj koji se postiže usvajanjem temeljnih kompetencija u

svim područjima kao što je digitalna zrelost, vodstvo, kvaliteta znanja radnika i tako dalje. Kultura se također preklapa s procesima, poslovnim aktivnostima, suradnjom i IT stranom digitalne transformacije. Da bi se organizacijska kultura mogla promijeniti, potrebna je i promjena ne samo informacijske i operativne tehnologije, već i promjena procesa, same kulture i suradnje.

7. **Modeli ekosustava i partnerstva:** među kojima je porast suradničkih, zajedničkih i potpuno novih poslovnih ekosustava, koji dovode do novih poslovnih modela i izvora prihoda. Ekosustavi će biti ključni u ekonomiji kao i usluge u postizanju digitalne transformacije
8. **Pristup kupcima, radnicima i partnerima:** Digitalna transformacije stavlja ljude i strategiju prije tehnologije. Promjenjivo ponašanje, očekivanja i potrebe bilo kojeg sudionika su ključni. To je izraženo u mnogim potprojektima u kojima se iziskuje promjene, pri čemu se pojavljuju usredotočenost na kupca, korisničko iskustvo, osnaživanje radnika, novi modeli na radnom mjestu, promjena dinamike partnerskih kanala itd. Važno je napomenuti da digitalne tehnologije nikada nisu jedini odgovor za rješavanje bilo kojeg od tih ljudskih aspekata, nego uključuju i zadovoljstvo radnika, poboljšanja korisničkog iskustva itd. Zaposleni se uključuju, poštuju i osnažuju, a tehnologija je dodatna mogućnost i dio jednadžbe izbora i temeljnih potreba.

Navedena područja se donekle i preklapaju, ali to je zato što jednostavno jedni bez drugih ne bi mogli djelovati.

#### 4.5. Digitalni poremećaj

Digitalni poremećaj dolazi uz digitalnu transformaciju kao jedna od posljedica uvođenja iste. On se najčešće koristi na način da opisuje kako industrija posluje te upravlja ekosustavima. Naime, uvođenjem digitalne transformacije stvorila se skupina znanja i vještina unutar organizacija. Posljedice toga su značajni pomaci u ponašanju kupaca i u tržišnom poslovanju, zahtijevajući od postojećih organizacija da promijene svoje strategije (Simović, 2017). Moderna softverska rješenja, online platforme i

masovno korištenje pametnih uređaja i interneta omogućuju brzu i jeftinu realizaciju poslovnih ideja, često potpuno novih. Umjesto malog broja velikih firmi sposobnih da dođu do globalnog tržišta, sada imamo porast poduzetništva koji ne poznaje granice i mnogo je sposobniji odgovoriti na promjene i zahtjeve koje zadaju kupci ili krajnji korisnici. Korisnici mijenjaju svoje navike i način funkcioniranja, što zahtijeva novi pristup poslovanju (Simović, 2017).

## 5. ISTRAŽIVANJE

Sljedeći dio ovog završnog rada odnosit će se na istraživanju koje je provedeno unutar jedne hrvatske pivovare koja je zahtijevala da ostane anonimna. Dio pivovare koji će se istraživati jest punionica pive. Navedena pivovara ima razne odjele u kojima je primijenjena digitalna transformacija, ali punionica pive može se reći je najnaprednija po tom pitanju te će se ovo istraživanje bazirati samo na ovome sektoru s obzirom na pristup digitalizaciji.

U nastavku kraticom HP će se označivati hrvatska pivovara (HP) u kojoj je provedeno istraživanje.

### 5.1. Ciljevi i izazovi proizvodnje

Potražnja pive svake godine u Hrvatskoj je sve veća što automatski znači da raste i potreba za proizvodnjom. Turistička sezona u Hrvatskoj svake godine jača, što znači da dolazi više ljudi čime se može zaključiti da dolazi do veće potražnje piva. Takve promjene zahtijevaju i promjene ciljeva HP-e. Dosadašnji cilj HP-e je bio taj da se prije turističke sezone proizvede dovoljna količina pive za prvih par mjeseci ljeta te da se pivo kontinuirano puni po potrebi. Pošto je rok trajanja većina piva koje se tamo proizvode devet mjeseci to dosad nije bio problem. Naime, zadnjih godinu dana izazovi proizvodnje su se promijenili. Obilje događanja koji se obilježavaju preko neturističkih mjeseci se povećao. Ako uz to uzmemo i turističku sezonu potreba za proizvodnjom piva se uvelike povećao. Tako se HP morala prilagoditi navedenim izazovima te se proizvodnja piva počela nastavljati i preko vikenda. Takvi izazovi traže i promjene u samoj mašineriji. HP je nabavila nove strojeve te uspostavila dodatnu proizvodnu liniju kako bi se kapaciteti ispunili. Zbog navedenih promjena otvorila su se i nova radna mjesta te je HP zaposlila nove radnika. Postojeći radnici su napredovali na nove radne pozicije dok su novozaposleni došli na njihova radna mjesta.

## 5.2. Proizvodni program

Proizvodni program se sastoji od pet proizvodnih linija:

1. Staklena ambalaža (Linija I.)
2. Staklena ambalaža (Linija II.)
3. Limenke
4. PET plastika
5. Bačve

Na svakoj od navedenih linija se upotrebljavaju automatizirani procesi.

### 5.2.1. Staklena linija

Staklena ambalaža (Slika 9.) koja se vrati s tržišta prvo se mora izvaditi iz nosiljke te robotska ruka uzima boce i stavlja na početak proizvodne linije. Nadalje, boce se moraju oprati u velikoj peračici koja pere stare etikete i dezinficira boce. Ona funkcionira na taj način da se odabire temperatura pranja, ovisno da li je ambalaža stara ili novouložena, te tada boce ulaze u nju i u dva navrata se boca pere. Prvo je pranje na visokoj temperaturi da se stara etiketa odlijepi i padne s boce. Drugi korak je pranje na hladnijoj temperaturi da se boca malo ohladi prije nego što ide u proces samog punjenja. Punjač koji puni bocu radi na automatiziranom dijelu proizvodnje te on ubrizguje pivo pod velikim pritiskom. Boca ulazi u kalup te je prvi dio punjenje, a drugi dio čepljenje same boce. Sve se to odvija u kontroliranim i sigurnim uvjetima za zaposlene. Nadalje, kada se boca začepi ulazi na traku na kojoj se lijepe nove etikete. Javljaju se vratne, trbušne te leđne etikete. Stroj koji radi lijepljenje ima tri dijela, za svaku etiketu posebnu robotsku ruku. Kada je sve gotovo dolazi još do ispitivanja kvalitete te svaka boca na proizvodnoj traci prolazi kroz laser koji gleda sve elemente



Slika 9: Staklena ambalaža  
Izvor: [www.vetropack.hr](http://www.vetropack.hr)



pune boce, od dobro začepljenog čepa preko sve tri naljepnica te na kraju gleda da li je boca na neki način oštećena. Ako je boca prošla sve faze, skuplja se na kraju linije gdje robotska ruka vraća natrag boce u oprane nosiljke te se tada stavlja na drvenu paletu i skladišti.

### 5.2.2. CAN linija

Limenke se malo drugačije pune za razliku od staklenih boca. Iskorištene limenke se ne mogu više puta puniti, zbog čega se pivo puni samo u nove limenke. Procedura se ne razlikuje u početku. Limenka iako je nova, mora se očistiti, ali se ne koristi isti stroj kao na staklenoj liniji. Kada se limenke očiste, slijedi punjenje te čepljenje. Nadalje, limenka prolazi kroz pasterizator te se limenke pakiraju u paket od 24 komada i preko njih se stavlja zaštitna folija. Gotovi paketi se stavljaju na paletu koja se zatim omotava prozirnom folijom koja ih drži na mjestu te se tada paleta šalje na skladištenje.

### 5.2.3. PET linija

Plastična ambalaža također je ponovo nepunjiva. Ambalaža dolazi u obliku predforma (Slika 10.) koje ulaze u tako zvanu puhalicu u kojoj se pod velikim pritiskom upuhuje zrak da bi se predforma raširila. PET ambalaža koja se proizvodi u HP-i može biti kapaciteta od 0,5 l, 1l i 2l. Za svaki kapacitet željene ambalaže koriste se iste predforme, ali sve ovisi o pritisku kojim se ona upuhuje. Što veći pritisak napuhana predforma ima veći kapacitet. Nadalje, proizvodni proces je sličan kao kod CAN linije,



Slika 10: Plastične predforme  
Izvor: [www.bosnaplast.com](http://www.bosnaplast.com)

razlika je jedino u količini boca u paketu. Kod kapaciteta od 0,5l imamo 12 boca u paketu, dok kod boca od 1l i 2l imamo po 6 u paketu. Paketi se kompletno zaštite folijom, te kada se poslože na paletu, ona se mota folijom crne boje da bi se spriječio eventualni utjecaj sunčeve svjetlosti.

#### 5.2.4. KEG linija

Bačve su (Slika 11.), kao i staklena ambalaža, više puta iskoristive. Kada se bačve vrate s tržišta, moraju se oprati te tako započinje proces punjenja. Bačve mogu biti kapaciteta 20l, 30l te 50l. Vrijeme punjenja je isto neovisno o kapacitetu bačve, zato što punilica ima više prilagodljivih programa u kojem se određuje pritisak za određeni kapacitet. Kada se bačve napune, stavljaju se na paletu po 6 komada te za to se koristi automatizirana robotska ruka koja je isprogramirana tako da uzima tri bačve te tako radi na dva puta. Bačve se također motaju, ali ponajviše zato što ako slučajno skliznu s palete, opasne su zbog težine. Glavni razlog motanja paleta je uglavnom zbog sigurnog dolaska robe do potrošača, ali može biti i radi sigurnosnih razlog.



Slika 11: Bačve za pivo  
Izvor: [www.ndteurope.com](http://www.ndteurope.com)

### **5.3. Primjena digitalne transformacije**

HP se gotovo u svakom svojem odjelu odlučila na digitalnu transformaciju. Svi stariji načini poslovanja su prošlost. Svako računalo u HP-i je povezano te mogu međusobno komunicirati preko različitih programa. HP ima također i neke svoje programe koje je osmislio njihov IT odjel, iz razloga što jednostavno nisu postojali programi koji bi zadovoljavali njihove potrebe. Digitalna transformacija se najbolje vidi u proizvodnji pive. Naime, svaki dio bilo kojeg stroja i proizvodne linije je kontroliran digitalno. Svaki parametar svakog dijela stroja je računalno podesiv. Svaki senzor na proizvodnoj liniji očitava podatke s glavnog računala kojim upravlja operater na liniji. Operater linije je zadužen da proizvodna linija radi bez greške. Kada se eventualne greške dogode, senzori javljaju na kojem dijelu linije se dogodila greška. To uvelike olakšava posao operatera. Robotizacija ima veliku ulogu u odjelu proizvodnje. Gotovo svaki dodir s ambalažom se obavlja preko programiranih robotskih ruku koje sele ambalažu iz stroja u stroj, ovisno o potrebi. Jedini posao kojeg strojevi ne obavljaju je resortiranje loših boca. Naime, kada loša napunjena boca piva prođe kroz laser, proizvodna linija ju automatski stavlja sa strane te ide na daljnji pregled kod operatera kojemu je posao pogledati još jedanput neželjenu bocu. U konačnici, može se reći da HP prati trend digitalne transformacije i da se vrlo dobro prilagodila.

### **5.4. Investicije u najnovije tehnologije**

Investicija u HP-i je trenutno malo. Naime, HP je uložila dosta financijskih sredstava za prilagodbu Industriji 4.0. U ovome trenutku HP najviše ulaže u održavanje samog pogona proizvodnje piva. Neki strojevi rade 24 sata na dan, zbog čega dolazi i do kvarova. Manje popravke moguće je odstraniti od strane bravara, električara i samih operatera linije, ali ako dođe do većeg kvara za koji su potrebni veći dijelovi strojeva, traže se veći izdaci i bolje kvalificirani ljudi za popravak. HP većinu svojih investicija trenutno daje prema drugim odjelima, ali proizvodnja piva je možda najbitniji odjel te se uvijek planira na način da se očekuju kvarovi, ali da se svejedno nađe nešto sredstava za unapređenje tehnologije.

## **5.5. Uspješnost prilagodbe Industriji 4.0**

Može se reći da se HP vrlo dobro prilagodila Industriji 4.0. To je odjel u kojem tehnologija mora biti na vrhuncu, a stvarno i jest. Odjeli kojima tehnologija nije toliki nužan faktor nije u potpunosti prilagođena Industriji 4.0. Ljudski faktor još postoji u automatiziranim procesima zato što netko mora upravljati strojevima, isprogramirati ih te na kraju i popraviti ih ako se nešto pokvari. Ima još puno mjesta gdje bi HP mogla unaprijediti svoje poslovanje uvođenjem najnovijih tehnologija, ali to iziskuje financijske resurse koji ne mogu se usmjeriti samo na nabavku najnovije tehnologije. Kada se Industrija 4.0 se predstavila kao revolucija, HP je među prvima to primijetila te investirala u nabavku najnovijih automatiziranih strojeva i robotskih dijelova, ali trenutačno sve funkcionira kako bi trebalo te nemaju potrebe investirati u najnoviju tehnologiju osim u održavanje trenutne. Osim u tehnologiju, HP investira i u kadrove, edukaciju i inovativne procese u upravljanju.

## 6. Zaključak

Od početka čovječanstva do danas imamo četiri industrijske revolucije. Prva je temeljena na izumu parnog stroja, druga na otkriću električne energije i nafte, dok treća na pronalasku tranzistora i pronalaska interneta. Sve te revolucije dogodile su se u relativno kratkom periodu. Treća industrijska revolucija, drugim imenom digitalna revolucija, vuče korijene i dan danas. Nadogradnja na istu, uz sve brži razvoj tehnologije te uvođenjem sve više automatiziranih procesa pogonjenih robotikom naziva se Industrija 4.0 koju mnogi smatraju i gledaju kao četvrtu industrijsku revoluciju. Uvođenjem Industrije 4.0 dolazi do promjena u samom poslovanju. Razvijaju se novi poslovni modeli koji žele postići savršenstvo. Savršenstvo se teško može postići, ali Industrija 4.0 nudi mogućnosti u kojima se smanjuje trošak proizvodnje, a dobit organizacije povećava. Zadovoljstvo kupaca je na prvom mjestu, te se sve više značajki orijentira na kupce i njihove želje. Uvođenjem digitalne transformacije u svaki dio poslovanja omogućuje porast proizvodnje, skraćivanje vremena i veću efikasnost na kojoj se sama Industrija 4.0 temelji. Može se reći da je digitalna transformacije pokretač bez kojeg Industrija 4.0 ne bi se razvila u ono što danas jest. Ljudski faktor se također treba promijeniti. Mnoga radna mjesta su ukinuta dolaskom automatizirane proizvodnje, ali upravo zbog toga su nova radna mjesta i otvorena. Netko će uvijek morati pratiti ponašanje strojeva, te popravljati ih kada će doći do eventualnih kvarova.

Rezultati istraživanja provedenih u jednoj hrvatskoj pivovari upravo su pokazali polaznu hipotezu. Prijelaz i prilagodba postojeće proizvodnje u proizvodnju koju diktira Industrija 4.0 je financijski zahtjevna. Uvođenje najnovije tehnologije u svaki odjel organizacije je kompleksan te se primarno ulaže u najbitnije dijelove.

Iz svih pokazatelja vidljivo je da smo u periodu značajnih promjena, gdje je najnovija tehnologija skupa, ali prijeko potrebna, te na kraju vrlo isplativa. Poslovni modeli koji omogućuju zadovoljstvo obaju strana - kupaca i proizvođača, jest nešto čemu treba težiti te zbog tog razloga treba proći kroz težak proces prilagodbe. Digitalizacija u industriji je znak sveobuhvatnih promjena koje neprestano utječu na mnoge tvrtke i zahtijevaju prilagodbu u tehnologiji, procesima i upravljanju ljudima.

## 7. Literatura

1. Basara (2017.) Digitalna transformacija kao temelj 4. industrijske revolucije. Završni rad. Dostupno na:  
<https://repositorij.politehnika-pula.hr/islandora/object/politehnikapu:101/preview>  
[4. rujna 2019.]
2. Budućnost poslovanja (2019.) Duplico.hr – Dostupno na:  
<http://www.duplico.hr/buducnost-poslovanja-inteligentna-tehnologija-i-industrija-4-0/> [4. rujna 2019.]
3. Cloud Computing (2009.) Economist.com – Dostupno na:  
<https://www.economist.com/briefing/2009/10/15/clash-of-the-clouds>  
[4. rujna 2019.]
4. Četiri industrijske revolucije (2017). Sentryo.net – Dostupno na:  
<https://www.sentryo.net/the-4-industrial-revolutions/> [4. rujna 2019.]
5. De Maruro A., Greco M., Grimaldi M. (2016.) A formal definition of Big Dana based on its essential features – Dostupno na:  
<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/LR-06-2015-0061>  
[4. rujna 2019.]
6. Digital transformation: online guide to digital business transformation (2018.) I-Scoop.eu – Dostupno na:  
[https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/#Digital\\_business\\_transformation\\_areas](https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/#Digital_business_transformation_areas) [4. rujna 2019.]
7. Druga industrijska revolucija (2019). Wikipedia.org – Dostupno na:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Second\\_Industrial\\_Revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Industrial_Revolution) [4. rujna 2019.]
8. Global driving trends of Industry 4.0 (2018.) Myforesight.my – Dostupno na:  
<https://www.myforesight.my/2018/02/26/global-driving-trends-of-industry-4-0/>  
[4. rujna 2019.]
9. Industrie 4.0 (2017.) Gtai.de – Dostupno na:  
<https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Industrie-4-0/Industrie-4-0/industrie-4-0-what-is-it.html> [4. rujna 2019.]

10. Industry 4.0 (2016.) European Parliament – Dostupno na:  
[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL\\_STU\(2016\)570007\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf) [4. rujna 2019.]
11. James Patrick Saville (2019) Henry Bessemer. Encyclopaedia Britannica – Dostupno na:  
<https://www.britannica.com/biography/Henry-Bessemer> [4. rujna 2019.]
12. Jeremy Rifkin (2012) The Third Industrial Revolution: How the Internet, Green Electricity, and 3-D Printing are Ushering in a Sustainable Era of Distributed Capitalism – Dostupno na:  
<https://www.worldfinancialreview.com/the-third-industrial-revolution-how-the-internet-green-electricity-and-3-d-printing-are-ushering-in-a-sustainable-era-of-distributed-capitalism/> [4. rujna 2019.]
13. Marrara, S.; Pejić Bach, M.; Seljan, S.; Topalovic, A. FinTech and SMEs: The Italian Case // FinTech as a Disruptive Technology for Financial Institutions / Rafay, Abdul (ur.).
14. Matejak (2017.) Industrija 4.0 – Sadašnjost ili budućnost u Hrvatskoj. Diplomski rad. - Dostupno na:  
<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin:1322/preview> [4. rujna 2019.]
15. Matt Burgess (2018) What is the Internet of Things? - Dostupno na:  
<https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot> [4. rujna 2019.]
16. Pejić Bach, M.; Krstić, Ž.; Seljan, S.. Big data text mining in the financial sector // Expert Systems in Finance: Smart Financial Applications in Big Data Environments / Metawa, Noura ; Elhoseny, Mohamed ; Hassanien, Aboul Ella ; Hassan, M. Kabir (ur.). London : Routledge, 2019. Str. 80-96
17. Pejić Bach, M.; Krstić, Ž.; Seljan, S.; Turulja, L. Text Mining for Big Data Analysis in Financial Sector: A Literature Review // *Sustainability*, **11** (2019), 5; 1-27 doi:10.3390/su11051277
18. Pejić Bach, M.; Spremić, M.; Suša Vugec, D. Integrating Digital Transformation Strategies into Firms: Values, Routes and Best Practice Examples // Management and Technological Challenges in the Digital Age /

- Novo Melo, Pedro ; Machado, Carolina (ur.). Boca Raton, Florida : Taylor & Francis Group: CRC press, 2018. Str. 107-128.
19. Per capita. Enciklopedija.hr - Dostupno na:  
<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=47526> [4. rujna 2019.]
20. *Prva industrijska revolucija (2013)*. Prva Gimnazija Zagreb - Dostupno na:  
<http://www.prva.hr/images/pdf/LEKCIJA%2013%20-%20INDUSTRIJSKA%20REVOLUCIJA.pdf> [4. rujna 2019.]
21. Rojko (2017.) Industry 4.0 Concept: Background and Overview – Dostupno na:  
<https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/viewFile/7072/4532>  
[4. rujna 2019.]
22. Rouse (2008.) Lean manufacturing (lean production) – Dostupno na:  
<https://searcherp.techtarget.com/definition/lean-production> [4. rujna 2019.]
23. Seljan, S. Quality Assurance (QA) of Terminology in a Translation Quality Management System (QMS) in the Business Environment // *EU publications: Translation services in the digital world - A sneak peek into the (near) future / Mavrič, Valter (ur.)*. European Parliament: European Parliament, 2018. str. 92-105 doi:10.2861/668287
24. Seljan, S. Total Quality Management Practice in Croatian Language Service Provider Companies // *Proceedings of the ENTRENOVA ENTERprise REsearch InNOVAtion Conference / Milković, Marin ; Pejić Bach, Mirjana ; Peković, Sanja ; Perovic, Djurdjica ; Simicevic, Vanja ; Zoroja, Jovana (ur.)*. Zagreb: IRENET, 2018. str. 461-469
25. Shasha (2014.) The rise of “big data“ on cloud computing: Review and open research issues. - Dostupno na:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306437914001288?via%3Dihub> [4. rujna 2019.]
26. Simovic (2017.) Digitalni poremećaj – Dostupno na:  
<https://www.jevrosimovic.com/it-industrija/digitalni-poremecaj/> [4. rujna 2019.]
27. Stewart, R.: The Industrial Revolution, New York, 2000.



28. Što je CRM i što se iza njega krije (2016.) Hrvatskitelekom.hr – Dostupno na:  
<https://godigital.hrvatskitelekom.hr/sto-je-crm-i-sto-se-iza-njega-krije/>  
[4. rujna 2019.]
29. The Industrial Internet and the Industrial Internet of Things (2016.) I-Scoop.eu  
– Dostupno na:  
<https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation/industrial-internet/> [4. rujna 2019.]
30. What is Cloud Computing? (2019.) Amazon.com – Dostupno na:  
<https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/> [4. rujna 2019.]
31. What is digital transformation? (2018.) Enterpriseproject.com – Dostupno  
na:  
<https://enterpriseproject.com/what-is-digital-transformation> [4. rujna 2019.]

## 7.1. Kratice

- STEM (eng. Science, Technology, Engineering and Mathematics) – znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika
- IoT (eng. Internet of Things) – internet stvari
- IT (eng. Information technology) – informacijske tehnologije
- ICT (eng. Information and communications technology) – informacijsko-komunikacijske tehnologije
- BDP (eng. Gross domestic product) – bruto domaći proizvod
- UNIDO (eng. The United Nations Industrial Development Organization) – Organizacija za industrijski razvoj Ujedinjenih nacija
- LSP (eng. Logistic Service Provider) – Davatelji logističkih usluga

## 7.2. Popis slika

Slika 1: Parni stroj.....	6
Slika 2: Motor na izmjeničnu struju .....	7
Slika 3: Ukrašena kopija prvog tranzistora .....	8
Slika 4: 10 trendova Industrije 4.0.....	13
Slika 5: Povezanost IoT-a.....	14
Slika 6: Shema tvornice budućnosti .....	16
Slika 7: Pristup računalnom oblaku.....	18
Slika 8: Elementi digitalne transformacije.....	22
Slika 9: Staklena ambalaža .....	27
Slika 10: Plastične predforme .....	28
Slika 11: Bačve za pivo.....	29

# Industrija 4.0 i digitalna transformacija

## Sažetak

Industrijske revolucije su drastično promijenile ljudski život. Razvojem tehnologije tijekom prošlih stoljeća došlo je do napretka ne samo u industriji nego u općenito u svakom ljudskom djelovanju. Izumi kao što su parni stroj, električna energija i internet koji je povezo cijeli svijet, donijeli su nezamislive promjene. Živimo u dobu Industrije 4.0 koja je najnaprednija industrijska revolucija do sad. Automatizirani procesi s primjenom robotike stvorili su pametne tvornice i pametne procese u proizvodnji. Proizvodi iz tvornica izlaze brže, kvalitetniji su te se prilagođavaju kupcima. Poslovni modeli također su usmjereni prema kupcima. Internet stvari kojima se povezuju korisnici i uređaji spojeni na internet, upravljaju velikim podacima te ih mogu spremati u računalni oblak kojemu se može pristupiti bilo gdje, gdje postoji pristup internetu. Takav oblik tehnologije koji je dostupan bilo gdje je revolucionaran te treba popratiti taj korak u bilo kojem aspektu korištenja tehnologija. Istraživanje je provedeno u jednoj hrvatskoj pivovari proučavajući digitalnu transformaciju u poslovanju.

**Ključne riječi:** industrijska revolucija, Industrija 4.0, digitalna transformacija, poslovni modeli, promjene, automatizacija proizvodnje, pivovara

# Industry 4.0 and digital transformation

## Summary

Industrial revolutions have drastically changed human life. With the development of technology over the past centuries, there has been progress not only in industry but in general in every human activity. Inventions such as the steam engine, electricity, and the internet that connected the whole world have made unthinkable changes. We are living in the age of Industry 4.0 which is the most advanced industrial revolution so far. Automated robotic applications have created smart factories and smart manufacturing processes. The products from the factories come out faster, are better quality and adapt to the customers. Business models are also customer oriented. The Internet of Things that connects users and devices connected to the Internet, manages big data and can store it in a cloud-based computer that can be accessed anywhere with internet access. This type of technology that is available anywhere is revolutionary and should be accompanied by this step in any aspect of technology use. The research was conducted at a Croatian brewery studying digital transformation of business model.

**Key words:** industrial revolution, Industry 4.0, digital transformation, business models, changes, production automatization, brewery