Industrija 4.0 - sadašnjost ili budućnost u Hrvatskoj

Matejak, Nedeljko

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:640382

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN



DIPLOMSKI RAD br. 158/PE/2017

INDUSTRIJA 4.0 – SADAŠNJOST ILI BUDUĆNOST U HRVATSKOJ

Nedeljko Matejak

Varaždin, ožujak 2017.

SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN

Studij Poslovna ekonomija

DIPLOMSKI RAD br. 158/PE/2017

INDUSTRIJA 4.0 – SADAŠNJOST ILI BUDUĆNOST U HRVATSKOJ

Student:

Nedeljko Matejak, 0279/336D

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Ante Rončević

Varaždin, ožujak 2017.

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

Prijava diplomskog rada

studenata IV. semestra diplomskog studija
Poslovna ekonomija

IME I PREZIME STUDENTA	NEDELJKO MATEJAK	MATIČNI BROJ	0279/336D

NASLOV RADA: INDUSTRIJA 4.0 – SADAŠNJOST ILI BUDUĆNOST U HRVATSKOJ

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU: INDUSTRY 4.0 - PRESENT OR FUTURE IN CROATIA

KOLEGIJ: UVOD U EKONOMIJU

MENTOR: Izv. prof. dr. sc. Ante Rončević

ČLANOVI POVJERENSTVA:

1. doc. dr. sc. Tvrtko Jolić, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Anica Hunjet, član
3. izv. prof. dr. sc. Ante Rončević, mentor
4. doc. dr. sc. Darijo Čerepinko, zamjenski član

Zadatak diplomskog rada

BROJ: 158/PE/2017

OPIS

Industrija 4.0 – značenje pojma, glavne značajke, povezani pojmovi, razvoj koncepta
Usporedba između Industrije 4.0 te Druge i Treće industrijske revolucije
Temelji industrije 4.0 – inovacije, preduvjeti
Tehnološke promjene - tehnološke promjene povezane sa industrijom 4.0, utjecaj tehnoloških promjena, povezanost sa drugim sektorima, digitalna sigurnost, intelektualno vlasništvo, istraživanje
Utjecaj na društvene promjene - osviještenost javnosti, radna snaga i vještine, mobilnost
Utjecaj na promjenu poslovne paradigme - poslovni odgovori na industriju 4.0, održivost, sudjelovanje malih i srednjih poduzeća, standardizacija, ograničenja na izvoz opreme i usluga
Prilike i izazovi - transformacija proizvodnog sektora, novi vidici operativne učinkovitosti, promjena poslovnih modela, postavljanje temelja za digitalnu transformaciju
Hrvatska industrija u okviru industrije 4.0
Rezultati istraživanja
Ciljevi istraživanja - svjesnost određenih dobnih i obrazovnih skupina glede navedenog pojma; prepoznavanje ključnih pojmova; određivanje društva prema pojmu; (ne)prepoznavanje prilika i prijetnji; (ne)praćenje i (ne)podržavanje inicijativa na tragu Industrije 4.0
Metoda istraživanja - on-line slanjem e-mail-a ciljanim skupinama

U VARAŽDINU, DANA 08.03.2017

REPUBLIKA HRVATSKA 5 SVEUČILIŠTE SJEVER

POTPIS MENTORA

DIR 01 PE

KRATICE

- IoT (engl. Internet of Things) – internet stvari
- IoS (engl. Internet of Services) – internet usluga
- M2M (engl. Machine to Machine) – stroj prema stroju
- CPPS (engl. cyber physical production systems) – kibernetsko-fizički proizvodni sustavi
- ICT (engl. Information and communications technology) – informacijsko-komunikacijske tehnologije
- IT (engl. Information technology) – informacijske tehnologije
- RFID (engl. Radio-frequency identification) – identifikacija putem radio frekvencije
- IPv4 (engl. Internet protocol version 4) – internet protokol verzije 4
- IPv6 (engl. Internet protocol version 6) – internet protokol verzije 6
- DSM (engl. Digital Single Market) – jedinstveno digitalno tržište
- STEM (engl. Science, Technology, Engineering and Mathematics) – znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika
- NACE (franc. nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne) – statistička klasifikacija ekonomskih djelatnosti u Europskoj uniji

SAŽETAK

Tehnološki razvoj generator je dinamičnih promjena gotovo u svim područjima koje dotiče. Jedno od područja koje prolazi kroz intenzivnu tranziciju je industrijska proizvodnja. U prilog tome govori transformacija iz treće industrijske revolucije u četvrtu, dok zapravo dio globalne ekonomije nije napravio potpunu transformaciju u treću industrijsku revoluciju. Pojam Industrija 4.0 opisuje što se nalazi na putu transformacije postojeće industrijske proizvodnje u novu, primarno baziranu na progresivnom rastu informacijskih i komunikacijskih tehnologija. Digitalna transformacija, kako se još naziva, podrazumijeva povezivanje svih čimbenika proizvodnih procesa u umreženi lanac vrijednosti, prikupljajući i analizirajući podatke u svrhu unapređenja procesa uključenih u proizvodnju, optimizacije troškova, stjecanja konkurentske prednosti, te ispunjavanja očekivanja i želja kupaca. Pojmovi koji se vežu uz novu industrijsku paradigmu su internet stvari, internet usluga, veliki podatci, računala u oblaku, robotika, umjetan inteligencija, autonomna vozila, trodimenzionalno printanje, nanotehnologija i biotehnologija. Promjene koje sa sobom donosi Industrija 4.0 ne povezuju se isključivo uz proizvodni proces i praćenje životnog vijeka proizvoda na novi, digitalizirani način, već direktno utječu na promjenu poslovne paradigme, promjene u načinu rada i kvalifikacijama koje se traže od radnika, promjene društvenog života generalno, ali i promjene u obrazovnom sustavu. Zadatak ovog rada je prikazati stanje hrvatske industrije u odnosu na Industriju 4.0, detektirati svjesnost određenih dobnih i obrazovnih skupina o pojmu Industrije 4.0. Metoda istraživanja je bazirana on-line slanjem e-mail-a ciljanim skupinama te pozivom na pristupanje anketi putem društvenih mreža. Odrađena je pomoću Google Forms alata.

Ključne riječi: Industrija 4.0, internet stvari, veliki podatci, pametna tvornica

ABSTRACT

Technological development is a generator of dynamic changes in almost all areas that touch. One area that is going through an intense transition is industrial production. That was corroborated by the transformation of a third industrial revolution in fourth, while in fact part of the global economy has not made a complete transformation in the third industrial revolution. The notion of Industry 4.0 describes what is on the path of transformation of existing industrial production in new, primarily based on the progressive growth of information and communication technologies. Digital transformation, as they are also called, involves connecting all the factors of production processes in the networked value chain, by collecting and analyzing data in order to improve the processes involved in the production, cost optimization, gaining a competitive advantage, as well as meeting the expectations and desires of customers. The terms associated with the new industrial paradigm are Internet of things, Internet of service, Big Data, Cloud Computing, robotics, artificial intelligence, autonomous vehicles, 3D printing, nanotechnology and biotechnology. The changes brought by Industry 4.0 is not associated exclusively with the production process and tracking the lifetime of the product to the new, digitized way, but directly affect the change in the business paradigm change in the way of work and qualifications required of employees, changes in social life in general, or changes in the education system. The goal of this study is to show the state of the Croatian industry in relation to the Industry 4.0, detect awareness of certain age and educational groups on the concept of industry 4.0. The method of research is on-line by sending an e-mail to targeted groups and on the survey through the social networks. The research was done by using Google Forms tool.

Keywords: Industry 4.0, Internet of Things, Big Data, Smart Factory

Sadržaj

1 UVOD 1

2 INDUSTRIJA 4.0 – ŠTO JE ZAPRAVO TO? 3

2.1 Značenje pojma Industrija 4.0 3

2.2 Povijesni razvoj industrijskih revolucija 5

2.2.1 Prva industrijska revolucija 6

2.2.2 Druga industrijska revolucija 7

2.2.3 Treća industrijska revolucija 9

2.2.4 Četvrta industrijska revolucija 10

2.3 Glavne značajke Industrije 4.0 11

2.4 Povezani pojmovi sa Industrijom 4.0 13

2.5 Razvoj koncepta Industrije 4.0 15

3 TEMELJI INDUSTRIJE 4.0 17

3.1 Inovacije i preduvjeti 17

3.1.1 Inovacije kao temelji transformacije 17

3.1.2 Preduvjeti za transformaciju u Industriju 4.0 19

3.2 Tehnološke promjene koje donosi industrija 4.0 20

3.2.1 Tehnološke promjene povezane sa Industrijom 4.0 20

3.2.2 Utjecaj tehnoloških promjena na transformaciju 22

3.2.3 Povezanost sa drugim sektorima 23

3.2.4 Digitalna sigurnost 24

3.2.5 Intelektualno vlasništvo 26

3.2.6 Istraživanje kao pokretač Industrije 4.0 27

3.3 Utjecaj na društvene promjene 29

3.3.1 Osviještenost javnosti o pojmu i značenju Industrije 4.0 29
3.3.2 Radna snaga i vještine potrebne u okviru nove industrije 31
3.3.3 Mobilnost stručne radne snage 33
3.4 Utjecaj na promjenu poslovne paradigme 34
3.4.1 Poslovni odgovori na Industriju 4.0 34
3.4.2 Održivost u sklopu nove industrije 35
3.4.3 Sudjelovanje malih i srednjih poduzeća na putu prema Industriji 4.0 37
3.4.4 Standardizacija u okviru Industrije 4.0 39
3.4.5 Ograničenja na izvoz opreme i usluga 40
3.5 Prilike i izazovi koje donosi industrijska revolucija 41
3.5.1 Transformacija proizvodnog sektora 41
3.5.2 Novi vidici operativne učinkovitosti 44
3.5.3 Promjena poslovnih modela 47
3.5.4 Postavljanje temelja za digitalnu transformaciju 49
4 HRVATSKA INDUSTRIJA U OKVIRU INDUSTRIJE 4.0 51
4.1 Rezultati istraživanja provedenog u Hrvatskoj 55
5 ZAKLJUČAK 62
LITERATURA 64
POPIS SLIKA 67

1 UVOD

Okruženje u kojem se nalazi društvo mijenja se iz dana u dan. Informacije koje pružaju razni izvori, ispravnije rečeno kojima bombardiraju, teško da se mogu detaljnije proanalizirati i pristupiti prema njima sa određenom količinom pažnje i razumijevanja.

Procesi globalizacije nezaustavljivi su, njihov utjecaj na društvene, ekonomske, socijalne, političke te klimatske promjene je velik. U tome duhu i promjene u tehnološkim dostignućima su sve veće. Nikada u ljudskoj povijesti nije zabilježen tehnološki iskorak kao u zadnjih nekoliko godina. To naravno za sobom povlači, osim svakodnevnih promjena u stilu i načinu života, promjene koje će imati dalekosežne posljedice u načinu na koji će se civilizacija razvijati.

Još nedavno se pričalo o trećoj industrijskoj revoluciji poznatoj kao digitalnoj revoluciji, u zadnjim dekadama prošlog stoljeća i počecima aktualnog stoljeća, primarno zbog razvoja informacijskih i komunikacijskih tehnologija. I mislilo se da je to veliki iskorak čovječanstva koji se neće tako brzo ponoviti, međutim vrijeme je pokazalo drugačije.

U duhu svih aktualnosti koje su uzimale primat, naročito u vidu geopolitičkih potresa, ekonomskih kriza i oružanih sukoba, nekako je ispod radara prolazio iskorak koji se neminovno morao dogoditi. Tehnološki razvoj nametnuo je dodatnu dimenziju sveobuhvatnoj informatizaciji u vidu nove industrijske revolucije, znane kao Industrija 4.0, imena u skladu sa rječnikom primjerenom glavnom inicijatoru – informatizacijskim tehnologijama.

Iako se pojam stidljivo provlači kroz hrvatske medije, dobar dio razvijenog svijeta nalazi se u četvrtoj industrijskoj revoluciji. Akademska zajednica pokušava generirati svijest o potrebi transformacije trenutnog obrazovnog sustava i industrije, posljedično, u smjeru trendova i praksi koje su prisutne u okruženju, ako se gleda u smjeru zapada.

Cilj diplomskog rada je približiti široj javnosti što je to, na kojim principima počiva, što to znači za hrvatsku industriju i gospodarstvo u cjelini, što znači za čovječanstvo, postojećim i budućim zanimanjima, gdje je razvijeni svijet trenutno i kamo teži.

Predmet istraživanja diplomskog rada je odrediti poziciju hrvatske industrije u odnosu na Industriju 4.0 i na ostale članice Europske zajednice. Korišten je dio analize koju je 2015.

godine proveo doktorand Ivan Peko, mag.ing. sa Sveučilišta u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje na temu „*Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: Analiza stanja hrvatske industrije*“. Drugo istraživanje proveo je autor na temu „*Industrija 4.0*“, a svrha je prepoznavanja ključnih pojmova i određivanje pozicije Industrije 4.0 u Republici Hrvatskoj. Analiza je provedena on-line preko alata Google Forms, ciljane skupine su od učenika do umirovljenika kako bi se dobili realni podatci.

2 INDUSTRIJA 4.0 – ŠTO JE ZAPRAVO TO?

Svijet sa nalazi na pragu tehnološke revolucije koja će iz temelja promijeniti način života, rada te međuljudske odnose. Zbog svog obima, dometa i složenosti ovo promjena neće biti nalik ničemu što je čovjek dosad iskusio. Stoga reakcija na nju mora biti zajednički odgovor svih zainteresiranih strana uključenih u globalni poredak, od javnog i privatnog sektora do sveučilišta i građana.[1]

Pojam Industrija 4.0 obuhvaća široki spektar pojmova kao što su robotika, umjetna inteligencija, nanotehnologija, biotehnologija, Internet of things (u prijevodu sa engleskog internet stvari), 3D printanje, autonomna vozila, Cloud Computing (u prijevodu sa engleskog računalni oblak) te Big Data (u prijevodu sa engleskog veliki podatci). Kao takvi pojmovi opisuju organizacije i unutra istih tehnološki bazirane proizvodne procese i uređaje koji međusobno autonomno komuniciraju tvoreći virtualna računalna okruženja. Inovacijama koje se koriste upotrebom najnovijih tehnologija povećava se produktivnost, konkurentnost, generalno tržišna prednost pred ostalim granskim industrijama.

Pored navedenog Industrija 4.0 podrazumijeva promjene u standardizaciji, novih poslovnih modela, sigurnosti informacija, dostupnosti produkata, istraživanja, dostupnosti adekvatne radne snage, radnih procesa te promjena samih organizacija.

2.1 Značenje pojma Industrija 4.0

Industrija 4.0 je trenutni trend automatizacije i razmjene podataka u proizvodnim tehnologijama. To uključuje kibernetsko-fizičke (engl. cyber-physical) sustave, interneta stvari i računala u oblaku.[2]

Industrija 4.0 stvara ono što se naziva "pametna tvornica". Unutar modularno strukturiranih pametnih tvornica, kibernetsko-fizički sustavi nadziru fizičke procese, stvaraju virtualnu kopiju fizičkog svijeta i čine decentralizirane odluke. Preko interneta stvari, kibernetsko-fizički sustavi

[1]Lodder, J. (2016) Četvrta industrijska revolucija i obrazovni sustav - kako reagirati, Poslovni savjetnik, 129, str. 16

[2]https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0, dostupno 04.02.2017.

komuniciraju i surađuju jedni s drugima i sa ljudima u stvarnom vremenu, putem interneta usluga, i to unutarnjih i među-organizacijskih usluga, a koristi se od strane sudionika u lancu vrijednosti.

Neki uspoređuju pojam „Industrie 4.0“ sa Četvrtom industrijskom revolucijom. Međutim, potonji se odnosi na sistemsku transformaciju koja uključuje utjecaj na civilno društvo, upravljanje strukturama i ljudskim identitetom osim isključivo ekonomsko-proizvodnim posljedicama. Prva industrijska revolucija mobilizirala je mehanizaciju proizvodnje pomoću vode i snage pare; Druga industrijska revolucija je uvela električnu energiju u masovnu proizvodnju, dok je Treća industrijska revolucija, znana kao Digitalna revolucija, uvela korištenje elektronike i IT-a te dodatno automatizirala proizvodnju. Pojam "Četvrta industrijska revolucija" je baziran značajnim tehnološkim razvojem u posljednjih 75 godina, te je spreman za akademsku raspravu. Pojam „Industrie 4.0“, s druge strane, se fokusira na proizvodnju posebno u sadašnjem kontekstu, i na taj način je odvojen od Četvrte industrijske revolucije u pogledu opsega.

Pojam "Industrie 4.0" zaživio je u 2011. godini na velesajmu u Hannoveru. U listopadu 2012. godine radne skupine njemačke savezne vlade predstavile su niz preporuka za implementaciju Industrije 4.0. Članovi radne skupine prepoznati su kao osnivači i pokretačka sila Industrije 4.0.

Supredsjedatelji radne skupine su bili Henning Kagermann i Siegfried Dais, a radne skupine si bile podijeljene u pet grupa:[3]

- Radna skupina 1 – Pametna tvornica – voditelj Manfred Wittenstein
- Radna skupina 2 – Realno okruženje – voditelj Siegfried Russwurm
- Radna skupina 3 – Ekonomsko okruženje – voditelj Stephan Fische
- Radna skupina 4 – Ljudska bića i rad – voditelj Wolfgang Wahlster
- Radna skupina 5 – Tehnološki čimbenici – voditelj Heinz Derenbach

Završno izvješće radne skupine Industrije 4.0 predstavljeno je 08. travnja 2013. godine na velesajmu u Hannoveru.

Što se samog velesajma u Hannoveru tiče valja spomenuti da se radi o najvećem svjetskom industrijskom velesajmu, prvi puta pokrenutom 1947. godine ubrzo nakon 2. svjetskog rata.

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0, dostupno 04.02.2017.

Slika 1. Poster prvog velesajma u Hannoveru



Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Hannover_Messe, dostupno 04.02.2017.

Velesajam okuplja preko 6.500 izlagača diljem svijeta i oko 250.000 posjetitelja, održava se u pravilu u drugoj polovici mjeseca travnja.

2.2 Povijesni razvoj industrijskih revolucija

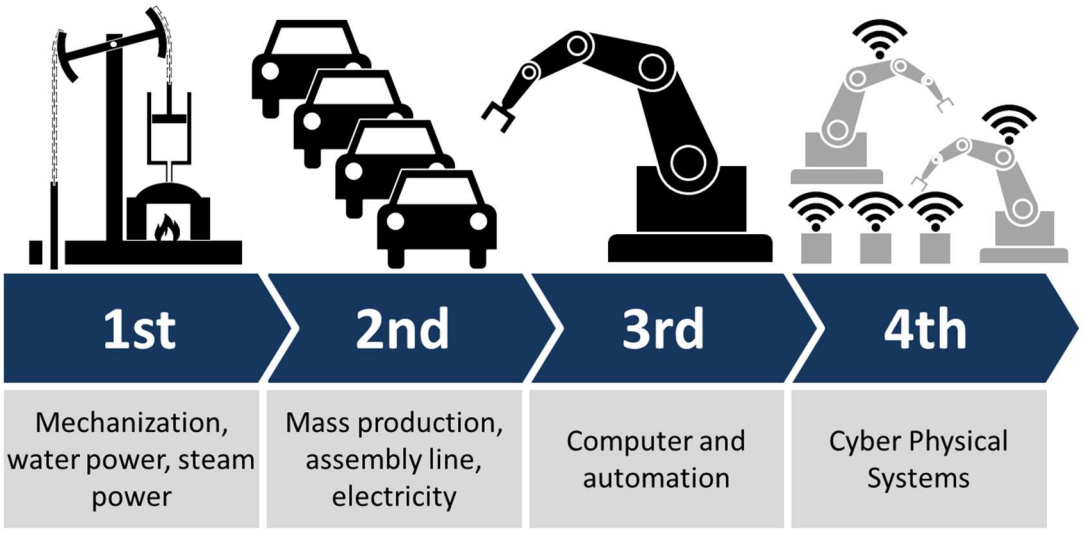
Riječ ***revolucija*** podrazumijeva nešto radikalno s aspekta promjene. Kroz povijest su nove tehnologije i novi način poimanja svijeta potaknuli duboke promjene u društvenim strukturama i gospodarskim sustavima. Počevši od prvobitne zajednice i lova za osiguranje prehrane, preko organiziranog uzgoja životinja, strukturirane poljoprivrede, razvoja manufakture, parnog stroja i metalurške industrije, električne energije, pa sve do iskoraka u informacijsko-komunikacijskim tehnologijama možemo govoriti o revolucijskim dosezima.

Duh vremena u kojem je čovječanstvo, te brzina kojom se dolazi do aktualnih otkrića bez presedana je u ljudskoj povijesti.

Povijest artikulira četiri industrijske revolucije:

- Prva industrijska revolucija – odvija se od 1760. do 1840.
- Druga industrijska revolucija – odvija se od 1870. do 1914.
- Treća industrijska revolucija – nazvana i Digitalna revolucija; odvija se od 1960. i dalje traje
- Četvrta industrijska revolucija – nadogradnja na Digitalnu revoluciju i odvija se trenutno, začetak 2011.

Slika 2. Slikovni prikaz industrijskih revolucija



Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0, dostupno 04.02.2017.

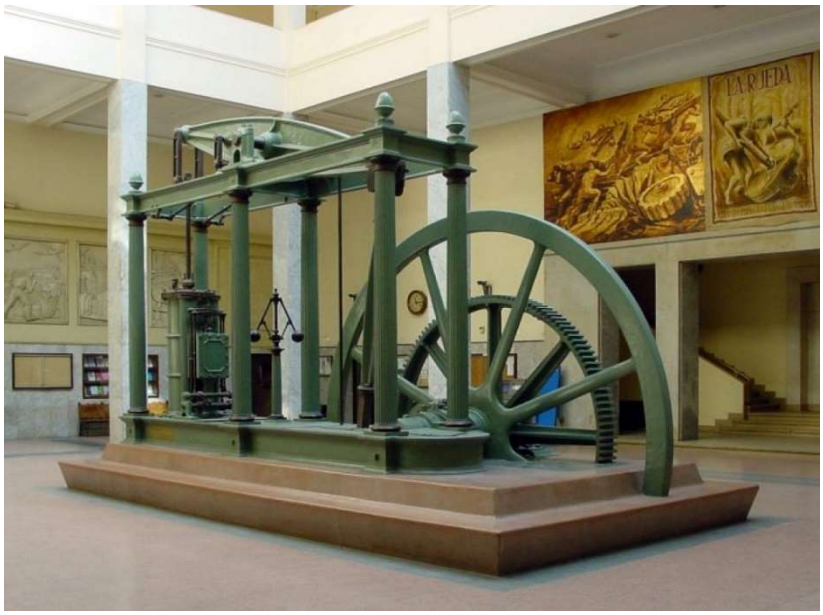
2.2.1 Prva industrijska revolucija

Početci Prve industrijske revolucije vežu se uz Veliku Britaniju i izuma parnog stroja Škota Jamesa Watta, primarno zbog tekstilne industrije, odnosno proizvođača tkanina. Ubrzo se primjena parnog stroja širila na tvornice, rudnike i promet, a manufakturna se proizvodnja zamijenila tvorničkim radom.[4]

[4]https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution, dostupno 04.02.2017.

Tehnološki napredak koji je izazvao parni stroj potaknuo je industriju željeza, dok je zamjena ugljena sa koksom značajno snizila cijene resursa za proizvodnju u navedenoj industriji.

Slika 3. Parni stroj Škota Jamesa Watta



Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution, dostupno 04.02.2017.

Tvornički princip rada potaknuo je razvoj alatnih strojeva, budući da se tražila što veća efikasnost u proizvodnji. Proizvodni procesi koji su zahtijevali ručnu upotrebu pila, čekića i dlijeta zamijenjeni su alatnim strojevima. Svoj razvoj doživjela je i kemijska industrija, građevinska industrija izumom i proizvodnjom cementa, proizvodnja stakla, plinska rasvjeta ali i izgradnja prometnih infrastruktura željeznice, vodenih kanala te cestogradnja.[5]

Promjene su se odražavale na društvene promjene, standard života, radnih uvjeta, povećanje populacije te urbanizaciju naselja u blizini tvornica.

2.2.2 Druga industrijska revolucija

Takva progresija je uzrokovala logično slijedeći iskorak. Druga industrijska revolucija se događa krajem 19. stoljeća, 1870. godine, i traje do početka Prvog svjetskog rata 1914. godine. Tome su doprinijele inovacije u proizvodnji, kao što su uspostavljanje industrije alatnih

[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution, dostupno 04.02.2017.

strojeva, razvoj metoda za proizvodnju izmjenjivih dijelova i izum Bessemer industrijskog procesa za jeftiniju masovnu proizvodnju čelika.[6]

Druga industrijska revolucija je razdoblje brzog industrijskog razvoja, prije svega u Velikoj Britaniji, Njemačkoj i SAD-u, ali i u Francuskoj, zemljama istočne Europe, Italiji i Japanu. Karakterizira ju građenje željezničkih pruga, proizvodnja željeza i čelika velikih razmjera, raširena uporaba strojeva u proizvodnji, znatno povećana upotreba parnog stroja, široko rasprostranjena upotreba telegrafa, uporaba nafte i početak elektrifikacije. [7]

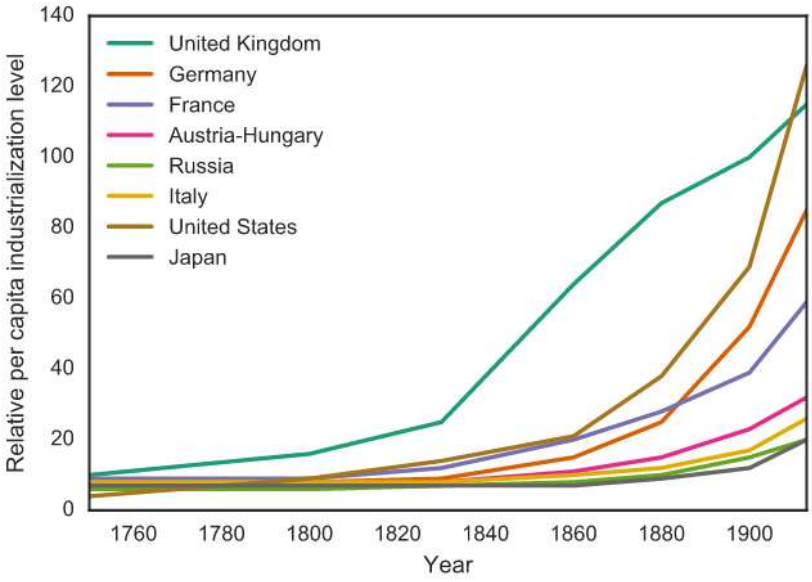
Pored željeza, čelika i željeznice pojavljuje se novi pravac – elektrifikacija, inspirirana pronalaskom elektromagnetskog polja znanstvenika Michael Faradaya. Tim pronalaskom otvorena je široka paleta mogućnosti, stoga ne čudi da je američka Nacionalna akademija inženjerstva proglasila elektrifikaciju "Najvažnije inženjersko dostignuće 20. stoljeća".[8]

Razvijaju se industrija za proizvodnju papira, naftna industrija, kemijska industrija na tragu izuma sintetičke boje, razvijaju se pomorske tehnologije, vulkanizacija gume, bicikli, automobilska industrija iznjedrena od pionira Karla Benza i Henrya Forda i prve masovne proizvodnje legendarnog Fordovog modela T.

Slijedi razvoj primijenih znanosti, telekomunikacija, modernog upravljanja poslovanjem i cijelim nizom sociološko-ekonomskim promjenama. Podiže se nivo industrijalizacije, kao je prikazano na slijedećoj slici.

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Industrial_Revolution, dostupno 04.02.2017.
[7] Ibid., dostupno 04.02.2017.
[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Electrification, dostupno 04.02.2017.

Slika 4. Rast industrijalizacije per capita



Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Industrial_Revolution, dostupno 04.02.2017.

2.2.3 Treća industrijska revolucija

Obzirom da je u vrlo kratkom periodu napravljen tehnološki iskorak i dogodile se dvije industrijske revolucije, bilo je za očekivati da će se vrlo brzo dogoditi i treća. Međutim događaji koji su slijedili u vidu dva globalna ratna razaranja nakratko su zaustavila tehnološki rast, tako da se o trećoj industrijskoj revoluciji počinje govoriti 60-ih godina prošlog stoljeća.

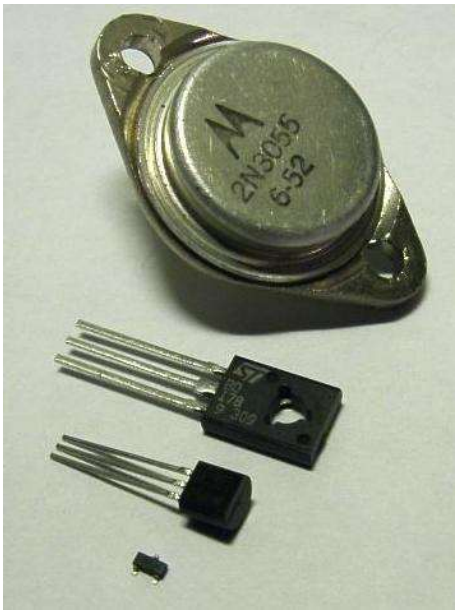
Nazvana je Digitalna revolucija budući da počiva na transformaciji mehaničke i analogne elektronske tehnologije u digitalnu elektroniku, zahvaljujući pronalasku tranzistora 1947. godine.

Zasluga za to pripada fizičarima Johnu Bardeenu, Walteru Brattainu, i Williamu Shockleyu koji su za svoje dostignuće 1956. godine primili Nobelovu nagradu.

Usvajanje i širenje digitalnih računala i digitalnog vođenja evidencije se nastavlja do današnjeg dana. Termin počiva i na intenzivnim promjenama koje su donijela digitalna računalna i komunikacijske tehnologije, zbog toga je Digitalna revolucija označila početak informacijskog doba.[9]

[9] https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Revolution, dostupno 04.02.2017.

Slika 5. Pronalazak tranzistora 1947. godine



Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor, dostupno 04.02.2017.

Temelj digitalne revolucije bio je razvoj digitalnih elektroničkih računala, osobnih računala, a posebno mikroprocesora sa svojim stalnim povećanjem performansi (kao što je opisano od strane Mooreovog zakona), čime će računalna tehnologija biti ugrađena u veliki raspon uređaja. Jednako je važan razvoj prijenosnih tehnologija, uključujući računalne mreže, interneta i digitalnog emitiranja. 3G telefoni, čiji je društveni prodor rastao eksponencijalno početkom stoljeća, također je odigrao veliku ulogu u digitalnoj revoluciji jer se istovremeno koriste za zabavu, komunikaciju i on-line povezivosti.[10]

Sociološko-ekonomski utjecaj je neusporediv sa bilo čime do sada viđenim, nastaju nova zanimanja, mijenjaju se društvena pravila, načini komunikacije među ljudima, posebice popularizacijom i eksplozijom korištenja interneta i društvenih mreža.

2.2.4 Četvrta industrijska revolucija

Bilo je za očekivati da će se na temelju drastičnih promjena izazvanih Digitalnom revolucijom dogoditi slijedeći korak. Doduše, iako se još uvijek može ustvrditi da je aktualna treća, ubrzano se svijet transformira u skladu sa Četvrtom industrijskom revolucijom.

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Revolution, dostupno 04.02.2017.

Iako se pojam Industrija 4.0 fokusira na proizvodnju, i na taj način je odvojen od Četvrte industrijske revolucije u pogledu opsega, može se ustvrditi da je zapravo pokretač i strukturno temeljna komponenta spomenute revolucije.

Četvrta industrijska revolucija se temelji na Digitalnoj revoluciji, što predstavlja nove načine na koji tehnologija postaje gradivni dio društva, pa čak i ljudskog tijela. Četvrta industrijska revolucija je obilježena u nastajanju tehnoloških inovacija u brojnim područjima, uključujući robotiku, umjetnu inteligenciju, nanotehnologiju, biotehnologiju, internet stvari, 3D printanje i autonomna vozila.[11]

U usporedbi s prethodnim industrijskim revolucijama, Četvrta se razvija eksponencijalno. Poremetila je gotovo sve industrije u svim zemljama svijeta. A širina i dubina ovih promjena preobražava cjelokupne sustave proizvodnje, menadžmenta i javne uprave. Danas je nemoguće predvidjeti potencijalne ishode, no ipak u budućnosti će nadarenost, prije nego kapital, biti od presudne važnosti u proizvodnji.[12]

2.3 Glavne značajke Industrije 4.0

Industrija 4.0 može se opisati kao organizacija proizvodnih procesa baziranih na tehnologiji i uređajima za autonomno međusobno komuniciranje. Drugim riječima radi se o modelu inteligentnih tvornica budućnosti u kojoj računalno upravljani sustavi nadziru fizičke procese, stvarajući virtualni kopiju fizičkog svijeta i donose decentralizirane odluke temeljene na mehanizmima samoorganizacije. Koncept uzima u obzir povećanu informatizaciju u proizvodnim industrijama, u kojima su fizički objekti jednostavno integrirani sa informacijskom mrežom.

Kao rezultat toga proizvodni sustavi su okomito umreženi s poslovnim procesima unutar tvornice i poduzeća i vodoravno povezani sa mrežama vrijednosnog lanca kojima se može upravljati u realnom vremenu – od trenutka narudžbe se odmah prolazi do izlazne logistike. Takav razvoj napravit će razliku između industrije i manje važnih usluga budući da su digitalne tehnologije povezane s industrijskim proizvodima i uslugama u hibridne proizvode koji nisu

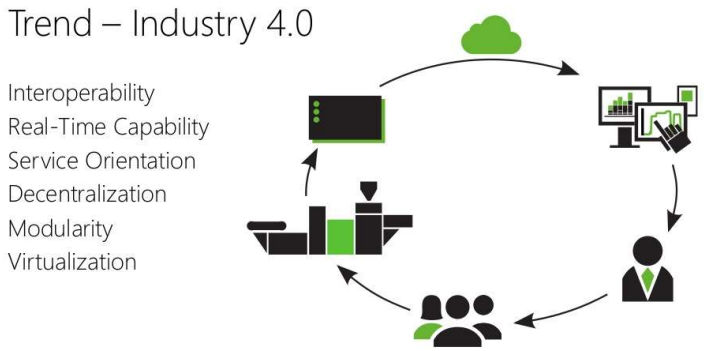
[11] https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution, dostupno 04.02.2017.
[12] Lodder, J.(2016) Četvrta industrijska revolucija i obrazovni sustav - kako reagirati, Poslovni savjetnik, 129, str. 16

isključivo roba ili usluge. Pojmovi internet stvari (engl. Internet of things) i internet usluga (engl internet usluga) smatraju se elementima Industrije 4.0.[13]

Ovisno o autoru, postoji više interpretacija koji su glavni trendovi Industrije 4.0, ne toliko u sadržaju koliko u količini. Prema službenoj studiji Odbora za industriju, istraživanje i energiju Europske komisije iz 2016. godine postoji šest glavnih trendova:

- **Interoperabilnost**: Kibernetsko-fizikalni proizvodni sustavi (radne podloge, mjesta za sastavljanje i proizvodnju) omogućuju ljudima i pametnim tvornicama da se povežu i komuniciraju jedni s drugima
- **Virtualizacija**: virtualna kopija pametne tvornice kreirana je povezivanjem podataka senzora s virtualnim modelom tvornice i simulacijskog modela
- **Decentralizacija**: sposobnost kibernetsko-fizičkog sustava za donošenje vlastitih odluka i za lokalnu proizvodnju zahvaljujući tehnologijama kao što su 3D ispis
- **Sposobnosti realnog vremena**: sposobnost za prikupljanje i analizu podataka i neposredan uvid u iste
- **Orijentiranost na usluge**
- **Modularnost**: fleksibilna prilagodba pametnih tvornica zahtijevanim promjenama zamjenom ili proširenjem pojedinačnih modula[14]

Slika 6. Trendovi Industrije 4.0



Izvor: Kutil, M. (2016) Vizualni management vyroby, Plantyst, str. 4

[13]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 20
[14]Ibid., str. 21

Princip Industrije 4.0 podrazumijeva da se navedeni trendovi isprepliću, odnosno postoji veza između njih.

2.4 Povezani pojmovi sa Industrijom 4.0

Jedan od glavnih pojmova koji se spominje uz Industriju 4.0 je **internet stvari** (engl. Internet of things: IoT). Ovdje se govori o povezivanju ljudi, stvari i uređaja preko interneta. S pozicije industrijske proizvodnje navodi se povezivanje IT sustava sa proizvodnim procesima, unutarnjim i vanjskim objektima, povezivanje sa mrežom dobavljača i kupaca, komunikacija između strojeva (engl. Machine to Machine; M2M), komunikacija prema zaposlenicima.[15]

Drugi pojam koji se često spominje je **internet usluga** (engl. Internet of services; IoS). U gruboj definiciji radi se o pristupu resursima odnosno uslugama kako bi se izvršile definirane funkcije i konzumirale pripadajuće koristi. Resursi mogu biti ljudska radna snaga i vještine, tehnički sustavi, informacije, potrošna roba, zemljište i drugo. U industriji se govori o internim i međuorganizacijskim uslugama koje su nuđene i koje su korištene od strane sudionika u lancu vrijednosti, a proizlazi iz velikih podataka (engl. Big Data) i računalnih oblaka (engl. Cloud Computing).

Veliki podatci, odnosno Big Data, podrazumijeva veliku količinu nestrukturiranih podataka koji se prikupljaju sa raznih izvora i za razne namjene. Analiza i strukturiranje tako prikupljenih količina podataka predstavlja izazov za današnju industriju, ali i globalnu ekonomiju, budući da se iz analize takovih podataka stvara konkurencijska prednost i generiraju novi proizvodi i usluge.

Računalni oblak iliti sveprisutni i prihvaćeni pojam Cloud Computing referira se na računalne resurse koji se definiraju u velikim informatičkim centrima i njihovim pružateljima usluga, što krajnjem korisniku omogućava da rezervira resurse koji se ne nalaze u njihovom okruženju, već njima pristupaju putem brzih internet linkova.

Pojmovi koji se češće susreću u svakodnevnom životu su **robotika**, **umjetna inteligencija, autonomna vozila**, te **3D printanje** budući da su medijski interesantniji. Robotika se ne odnosi samo na humanoidne robote već primarno na industrijske robotske ruke upravljane sa

[15]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 22

centralnog IT sustava. Umjetna inteligencija je usko povezana sa robotikom ali i računalnim sustavima budući da im pruža sposobnost snalaženja u novonastalim situacijama. Autonomna vozila povezuju robotiku i umjetnu inteligenciju i u komercijalnoj upotrebi se rjeđe viđaju, ali u industrijskoj proizvodnji se podrazumijevaju. 3D printanje omogućuje da se dizajnirane komponente vrlo brzo transformiraju u prototip, što je bila inicijalna namjena takovih printera. Međutim razvoj je otišao korak dalje tako da se često susreće sa stvarnim proizvodima, pomagalima i sličnim.

Nanotehnologija spada u brzo napredujuće i široko područje bazirano na proučavanju uređaja i sustava kojima su mjere reda veličina atoma i molekula. Proizvodi se koriste u razne svrhe, u medicini, elektronici, biomaterijalima i proizvodnji energije.

Biotehnologija prema definiciji Europske federacije za biotehnologiju iz 1992. godine, "povezuje prirodne znanosti i tehničke znanosti da bi se postigla primjena organizama, stanica, njihovih dijelova i molekularnih analogona u dobivanju proizvoda za dobrobit čovječanstva".[16]

U samoj industrijskoj proizvodnji spominju se pojmovi:[17]

- **Industrijski internet** – nadilazi proizvodnju kako bi pokrio šire usvajanje interneta u drugim ekonomskim aktivnostima
- **Napredna proizvodnja** – jedan od termina koji se često citira u literaturi za opisivanje inovacija u tehnologiji u svrhu poboljšanja proizvoda ili procesa
- **Kibernetsko-fizički proizvodni sustavi (CPPS)** – sastoje se od softvera ugrađenog u hardver senzora, procesora i komunikacijskih uređaja i može samostalno razmjenjivati informacije, pokretati akcije i neovisno kontrolirati uređaje
- **Pametna tvornica** – srodni izraz je "tvornica budućnosti“; primjeri su tehničke inovacije Industrije 4.0, poput integracija ICT-a u proizvodni proces, te kako bi se isti mogao primijeniti u praksi

Ovo su pojmovi koji se najčešće povezuju, ali mogu se definirati i kao bitni elementi koji čine Industriju 4.0.

[16] https://hr.wikipedia.org/wiki/Biotehnologija, dostupno 04.02.2017.
[17] Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 20

2.5 Razvoj koncepta Industrije 4.0

Počeci razvoja koncepta povezuju se uz strategiju visoko-tehnološkog razvoja njemačke vlade iz 2006. godine. Prvo javno spominjanje pojma „Industrie 4.0“ pojavljuje se u travnju 2011. na velesajmu u Hannoveru, gdje je od strane njemačkog Saveznog ministarstva obrazovanja i istraživanja oformljena radna skupina sastavljena od predstavnika akademske zajednice, industrijalaca i znanstvenika. Rezultat toga je finalno izvješće te radne skupine predstavljeno ponovno na velesajmu u Hannoveru u travnju 2013., pod naslovom „Preporuke za provedbu strateških inicijativa Industrije 4.0“.[18]

Finalno izviješće navodi osam prioriteta, odnosno ključnih područja na kojima počiva koncept Industrije 4.0:[19]

- **Standardizacija i referentna arhitektura** – podrazumijeva povezivanje i integraciju nekoliko različitih tvrtki kroz mrežu vrijednosti, suradničko partnerstvo koje će biti moguće ako je razvijen skup zajedničkih standarda, dok će referentna arhitektura osigurati tehnički opis tih standarda i olakšati njihovu provedbu
- **Upravljanje kompleksnim sustavima –** sustavi proizvodnje i njihovi proizvodi postaju sve kompleksniji, što zahtijeva dobro planiranje i opremljenost inženjera proizvodnje metodama i alatima potrebnim za razvoj takvih modela
- **Sveobuhvatna širokopojasna industrijska infrastruktura** – pouzdane, sveobuhvatne i kvalitetne širokopojasne komunikacijske mreže su ključni uvjet za Industriju 4.0
- **Sigurnost i zaštita** – kritična su za uspjeh sustava pametne proizvodnje, važno je osigurati da proizvodnja, objekti i proizvodi ne predstavljaju opasnost bilo za ljude ili okoliš, dok u isto vrijeme proizvodni pogoni i proizvodi koji sadrže podatke i informacije moraju biti zaštićeni od zloupotrebe i neovlaštenog pristupa
- **Organizacija i dizajn rada** – u pametnim tvornicama uloga zaposlenika značajno će se promijeniti, prvenstveno zbog kontrole u realnom vremenu koja će transformirati sadržaj rada, radne procese i radno okuženje
- **Osposobljavanje i kontinuirani profesionalni razvoj** – Industrija 4.0 će radikalno promijenit posao radnika i njihove kompetencije, stoga će biti potrebno provesti

[18]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 21
[19]Kagermann, H., Wahlster, W. i Helbig, J. (2014) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Secretariat of the Platform Industrie 4.0, str. 6-7

odgovarajuću strategiju osposobljavanja i organizirati rad na način koji potiče učenje i omogućuje cjeloživotno učenje

- **Regulatorni okvir** – postojeće zakonodavstvo također će se morati prilagoditi uzevši u obzir inovacije, prvenstveno zbog zaštite korporativnih podataka, pitanja odgovornosti, rukovanje osobnim podacima i trgovinskih ograničenja, ali i smjernice, modele ugovora i sporazuma između tvrtki ili samoregulacijskih inicijativa poput revizije
- **Učinkovitost resursa** – pored visokih troškova, potrošnja velike količine sirovina i energije također predstavlja prijetnju za okoliš i sigurnost opskrbe, stoga Industrija 4.0 donosi produktivnost i učinkovitost, i zahtijeva izračun kompromisa između dodatnih sredstava koja će trebati uložit u pametne tvornice i potencijalne uštede koje će generirati

3 TEMELJI 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.

3.1 Inovacije i preduvjeti

3.1.1 Inovacije kao temelji transformacije

Spomenuta radna skupina njemačkog Saveznog ministarstva obrazovanja i istraživanja, koje je razvilo koncept Industrije 4.0, smatra da se u istoj radi o intenzivnim i invazivnim inovacijama u proizvodnji i skokovima u industrijskim procesima koji rezultiraju znatno većom produktivnošću.

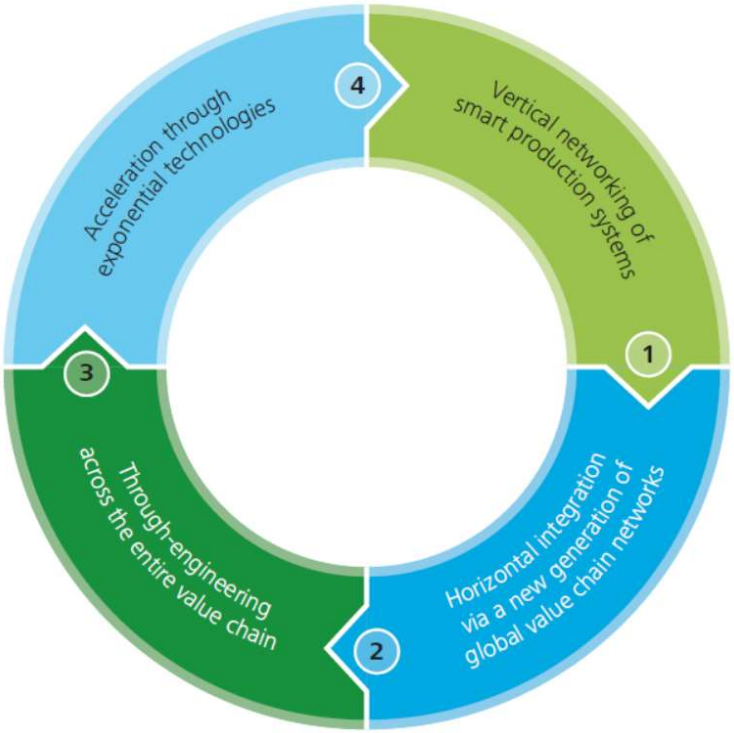
Konceptualno gledajući Prva industrijska revolucija je snagu pare u kombinaciji s mehaničkom proizvodnjom transformirala u industrijalizaciju proizvodnje, Druga industrijska revolucija je uporabom električne energije i pokretnim montažnim trakama dovela do masovne proizvodnje, dok je Treća industrijska revolucija razvojem elektronike i IT-a u kombinaciji s globalizacijom uvelike ubrzala daljnju industrijalizaciju. Četvrta industrijska revolucija povezuje inteligentne tvornice sa svakim dijelom proizvodnog lanca i sljedećom generacijom automatizacije i na taj način tvori autonomne sustave industrijske proizvodnje.

U prijevodu to znači da svaki proizvod sadrži digitalne informacije koje se mogu dijeliti putem radio signala kako se miče po proizvodnoj liniji, a ti proizvodi mogu međusobno komunicirati neovisno od ljudskog uplitanja. Informacije koje se na taj način generiraju analiziraju se Big Data i Cloud Computing procesima što omogućuje otkrivanje i rješavanje nevidljivih problema kao što su degradacija stroja i trošenje komponenta. To se radi automatski do te mjere da su pametni uređaji sposobni upravljati proizvodnim operacijama i njihovim optimiziranjem

autonomnim podešavanjem vlastitih parametara budući da detektiraju određene karakteristike nedovršenih proizvoda.[20]

Jedna od vodećih organizacija u svijetu za pružanje profesionalnih usluga „Deloitte“ u svojoj analizi apostrofira četiri glavne inovacije Industrije 4.0:

Slika 7. Karakteristike Industrije 4.0 prema Deloitte-u



Izvor: Deloitte (2015) Industry 4.0 Challenges and solution for the digital transformation and use of exponential technologies, The Creative Studio of Deloitte, str. 6

To su redom:

- vertikalna mreža pametnih proizvodnih sustava
- horizontalne integracije putem nove generacije globalne mreže vrijednosnog lanca
- posredovani inženjering preko cijelog lanca vrijednosti
- akceleracija posredovanjem eksponencijalnih tehnologija

Navedene četiri inovacije Industrije 4.0 pokazuju velike mogućnosti promjene industrije i tradicionalne proizvodnje.[21]

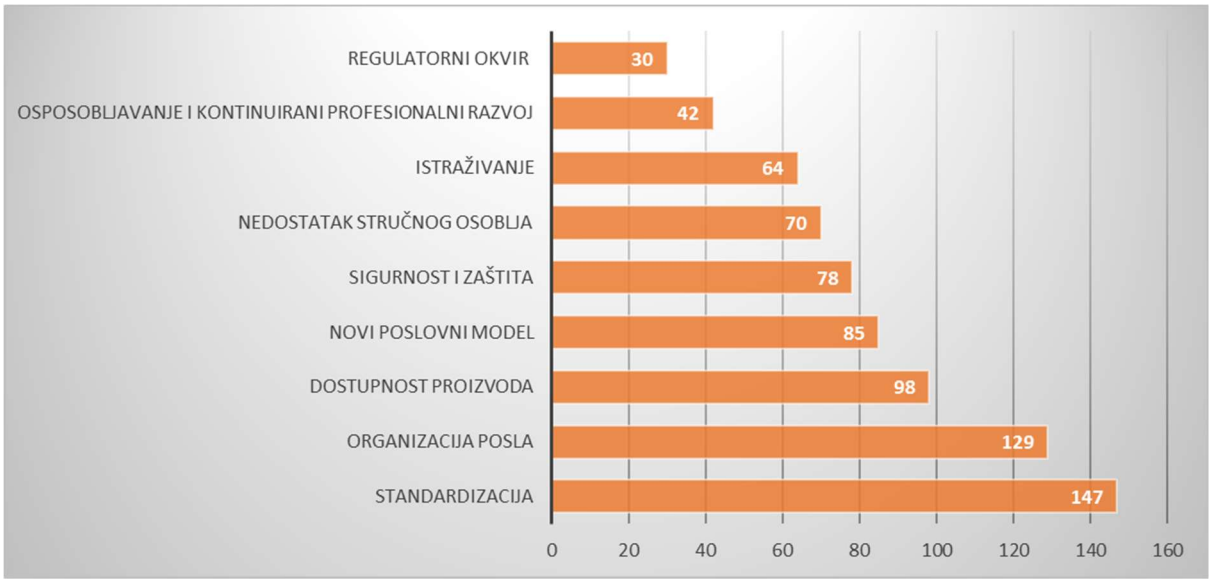
[20]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 23
[21]Ibid., str. 6

3.1.2 Preduvjeti za transformaciju u Industriju 4.0

Ključno je identificirati koji su glavni preduvjeti, u konačnici i izazovi s kojima se mora suočiti industrijska proizvodnja kako bi bila na tragu transformacije u novu industrijsku paradigmu.

Profesionalne udruge za istraživanje međunarodnih tržišta BITKOM, VDMA i ZVEI provele su 2013. godine istraživanje na 278 kompanija s temom Industrije 4.0. Posebno su zanimljivi rezultati istraživanja gdje pokazuju koji su preduvjeti odnosno izazovi koji se smatraju temeljnima.

Slika 8. Preduvjeti i izazovi Industrije 4.0



Izrada autora prema Kagermann, H., Wahlster, W. i Helbig, J. (2014) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Secretariat of the Platform Industrie 4.0, str. 25

Razvidno je da je ključni pojam koji se ističe kao glavni preduvjet Industrije 4.0 standardizacija u svim segmentima sustava. Organizacija posla doprinijeti će većoj odgovornosti i kontinuiranom razvoju zaposlenika. Dostupnost proizvoda je neminovna, novi poslovni model je neizbježan, sigurnost i zaštita informacija je krucijalna u konkurentskoj prednosti, bez stručnog osoblja nezamisliv je tehnološki i poslovni iskorak što je povezano sa istraživanjem, osposobljavanjem i kontinuiranim profesionalnim razvojem zaposlenika. I sve to zahtijeva nove regulatorne okvire kako bi se definirali odnosi unutar i izvan organizacije.

3.2 Tehnološke promjene koje donosi industrija 4.0

Promjene koje za sobom povlači Industrija 4.0 su velike i sveobuhvatne, a glavni pokretač tih promjena je digitalizacija. Premda su poslovni subjekti svjesni tih promjena, rijetki se mogu pohvaliti da su uistinu i spremni na njih.

3.2.1 Tehnološke promjene povezane sa Industrijom 4.0

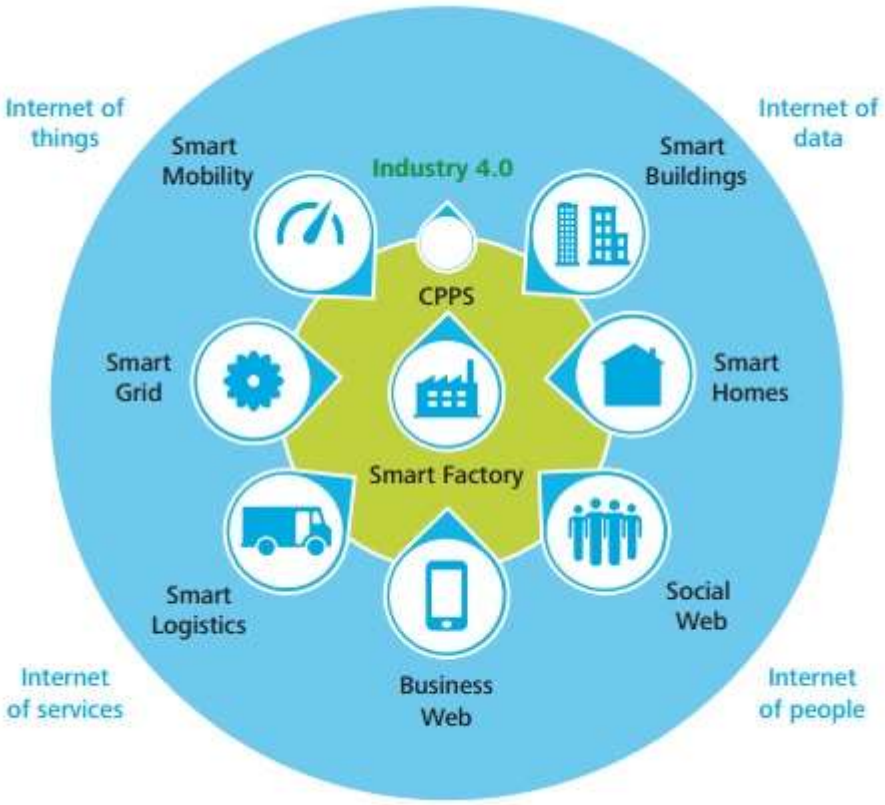
Nije novost konstantna inovacija i povećanje modernih tehnologija u proizvodnim procesima, naime Treća industrijska revolucija se temelji na istima još od davnih šezdesetih godina 20. stoljeća. Međutim integracija tehnologija i upravljanje sa naprednim IT sustavom predstavlja izazove za tradicionalno orijentirane poslovne modele.

Prema Delloite-u takva integracija proizvodne industrije i tradicionalne proizvodnje sa naprednim IT sustavima, znanih kao kibernetsko-fizički proizvodni sustavi (CPPS), zamućuje granice između stvarnog i virtualnog svijeta. Navode ih kao *on-line* društvene strojeve koji se organiziraju na sličan način kao društvene mreže. Oni povezuju IT sustave sa mehaničkim i elektroničkim komponentama koje međusobno komuniciraju. Najraniji primjer kibernetsko-fizičkih sustava je RFID tehnologija, identifikacija putem radio frekvencije, koja je u upotrebi od 1999. godine.[22]

Postavlja se pitanje na koji način će tolike komponente komunicirati međusobno, budući da ni jedan proizvodni sustav nije izolirana jedinka, već je povezan sa ostalim vanjskim sustavima. Rješenje je bazirano na razvoju IPv6 internet protokola za komunikaciju između uređaja, gdje će svaki od uređaja imati svoju IP (internet protokol) adresu. Koje mogućnosti donosi IPv6 internet protokol govori podatak da dosadašnji IPv4 omogućuje približno $4,3 \times 10^9$ odnosno 4,3 milijarde adresa, dok IPv6 omogućuje $3,4 \times 10^{38}$, broj koji je teško i zamisliti. To će naravno omogućiti da se industrijsko okruženje bez ikakvih ograničenja povezuje sa drugim korisnicima internetskih mreža. Slijedeća slika prikazuje pametnu tvornicu i njezino okruženje.

[22]Deloitte (2015) Industry 4.0 Challenges and solution for the digital transformation and use of exponential technologies, The Creative Studio of Deloitte, str. 3

Slika 9. Tipično okruženje Industrije 4.0



Izvor: Deloitte (2015) Industry 4.0 Challenges and solution for the digital transformation and use of exponential technologies, The Creative Studio of Deloitte, str. 4

Pametni sustavi mogu razmjenjivati informacije o razinama zaliha, problema ili smetnji, ali i promjenama u narudžbi, odnosno razini potražnje. Oni mogu igrati ključnu ulogu u koordiniranju procesa i rokova kako bi se poboljšala učinkovitost. Pametne mreže ove vrste su središnji koncept u ideji pametnih tvornica, koja je po sebi osnovno pravilo Industrije 4.0. Podatci će postati sveprisutni. Tu su, naravno, glavna sigurnosna i etička pitanja koja se odnose cijeli koncept. Svatko tko može pristupiti i koristiti te neograničene podatke će imati enormne koristi, najviše zbog fleksibilnosti i učinkovitosti.[23]

[23]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 30

3.2.2 Utjecaj tehnoloških promjena na transformaciju

Postoje različiti pogledi o kojim se tehnološkim promjenama radi, iako se većina slaže da će im digitalna transformacija u Industriju 4.0 donijeti konkurentsku prednost. Ima i onih koji smatraju da će transformacija negativno utjecati na njihovo trenutno poslovanje. U Njemačkoj preko 90% industrijalaca prepoznaje koristi i potencijale, ali samo njih 12% se osjeća spremnima za transformaciju.[24]

Švicarski proizvođači vide veliki pritisak koji donosi digitalna transformacija primarno na istraživanje i razvoj, nabavu i proizvodnju. S druge strane skladištenje i logistika, te prodaja i usluge predstavljaju segmente koji će se relativno malo transformirati. Smatraju da će nedostatak transformacije predstavljati glavni izazov u Industriji 4.0.[25]

Generalno, gledišta su usuglašena da Industrija 4.0:

- **može dovesti do velikih mogućnosti i smanjiti rizike** – navesti će kompanije da integriraju zahtjeve korisnika sa razvojem i proizvodnim procesima
- **što je veća tvrtka, ozbiljnije će pristupiti digitalnoj transformaciji** – prema istraživanju nešto manje od 70% kompanija kojima je godišnji promet manji od 5 milijuna eura smatraju da digitalne tehnologije igraju manju ili nikakvu u procesu stvaranja vrijednosti[26]
- **može promijeniti potrebe za vještinama i IT resursima** – nedostatak kvalificirane i obučene radne snage; prema Delloite-u samo trećina kompanija ima adekvatnu IT infrastrukturu
- **može iskoristiti zamah od eksponencijalnih tehnologija** – kao što su 3D printanje, robotika, umjetna inteligencija
- **može povećati konkurentnost i utjecati na stvaranje novih radnih mjesta** – neke kompanije smatraju da bi Industrija 4.0 mogla usporiti trend preseljenja proizvodnje u zemlje s niskim plaćama[27]

[24]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 31
[25]Deloitte (2015) Industry 4.0 Challenges and solution for the digital transformation and use of exponential technologies, The Creative Studio of Deloitte, str. 16
[26]Buhr, D. (2015) Social Innovation Policy for Industry 4.0, Friedrich-Ebert-Stiftung, str. 7
[27]Deloitte (2015) Industry 4.0 Challenges and solution for the digital transformation and use of exponential technologies, The Creative Studio of Deloitte, str. 1

3.2.3 Povezanost sa drugim sektorima

Ako se sagleda sve do sada navedeno, čini se da "sve što se može digitalizirati će se digitalizirati".[28] U skladu s tim, scenariji budućeg razvoja su prilično ambiciozni. Koncepcije kako će Industrija 4.0 utjecati na kompanije i sektore, ekonomije i društva uvelike se razlikuju.

One se mogu sažeti u tri kategorije[29]:

- **Prekid** – Industrija 4.0 omogućuje potpuno nove poslove i modele stvaranja vrijednosti, s vremenom će zamijeniti stare tehnologije
- **Napredak** – Industrija 4.0 rješava probleme današnjice s tehnologijama budućnosti
- **Destrukcija** – Industrija 4.0 nije nova i nema inovativni pristup

Trenutno je teško razlučiti koja će od kategorija preuzeti primat i/ili imati utjecaj, ali u trenutnoj raspravi dominiraju koncept napretka i prekida.

Napredak i prekid, kao koncepti, upućuju na činjenicu da se postojeći principi moraju iz temelja promijeniti i prilagoditi potrebama sve zahtjevnijeg tržišta. Stoga proizlazi da je integracija i međusektorska povezanost neminovna.

Razlog tome je i taj što su tehnologije vrlo interdisciplinarne i često postoji međusobna ovisnost između njih. Na primjer, moderni proizvodni inženjering integrira strojnu obradu, elektroniku, informacijske tehnologije, tehnologije senzora, optičke tehnologije, mikrosustavne tehnologije, nanotehnologije i biotehnologije. Mikrosustavne tehnologije omogućuju integraciju nanotehnologije i biotehnologije u mikro i makro okruženja, što ih čini kompatibilnim i korisnima za nove proizvode. Predviđanja su da će IT i telekomunikacijski sektor prvi vidjeti koristi od navedenog. Vrlo brzo slijedit će ih proizvodnja strojeva i postrojenja, proizvođači električne opreme, kemijska industrija, proizvodnja automobila, logistika i poljoprivreda.[30]

[28]Buhr, D. (2015) Social Innovation Policy for Industry 4.0, Friedrich-Ebert-Stiftung, str. 6
[29]Ibid., str. 6
[30]Ibid., str. 6

3.2.4 Digitalna sigurnost

Jedan od ključnih izazova nove industrijske paradigme je zaštita podataka. Ovdje se ne radi samo o zaštiti od neautoriziranih korisnika i neželjenih akcija u vidu provaljivanja u informacijske sustave, već i o destrukciji podataka bila ona namjerna ili nenamjerna od autoriziranih korisnika. Također potrebno je usklađivanje sa važećim zakonskim regulativama o sigurnosti podataka, kako osobnih tako i korporativnih.

U smislu intelektualnog vlasništva neadekvatna zaštita podataka takvog tipa te njihovo potencijalno javno objavljivanje ili otuđenje (bilo namjerno ili nenamjerno) predstavlja gubitak konkurentske prednosti, što u konačnici ugrožava poslovanje i opstojnost gospodarskog subjekta.

Kategorije koje su izložene sigurnosnim rizicima u slučaju neovlaštenog pristupa informacijama mogu se svesti na: [31]

- Intelektualno vlasništvo
- Privatnost
- Operabilnost
- Zaštita okoliša
- Zdravlje i sigurnost

S pozicije intelektualnog vlasništva proizvodni podatci određuju proizvodni proces za određeni proizvod i njegov dizajn. Sadrže jedinstvene, neponovljive informacije o proizvodu i njegovoj proizvodnji. Tko posjeduje ove informacije samo treba pravu opremu i piratski ili krivotvoreni proizvod je napravljen. U današnje vrijeme podatci su dobro zaštićeni od neovlaštenog pristupa izvana, međutim podatci o proizvodnji često su izloženi i nezaštićeni u računalno upravljanim strojevima. Zaražena računala na mreži, ili samo USB memorija, je sve što lopov treba da bi došao do podataka. Unatoč relativno dobrim zaštitama od napada izvana vrhunski hakeri mogu izravno napasti IT sustav - na primjer, kroz nezaštićene mrežne komponente, kao što su usmjerivači ili preklopnici.[32]

Primjer privatnosti podataka je digitalno očitanje električne energije, što svakako kompaniji koja pruža distribuciju simplificira proces regulacije i naplate potrošnje. Međutim, podatci koji

[31] Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 35
[32] https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2014/march/security-tools.html, dostupno 06.02.2017.

se mogu očitati prateći intervale potrošnje mogu napraviti preciznu sliku potrošača, na primjer kada se budi, kada dođe kući, jede, tuširа se. Takvi podatci, ako dođu u krive ruke, mogu pomoći lopovu da odredi kada je stan prazan i može provaliti u njega.[33]

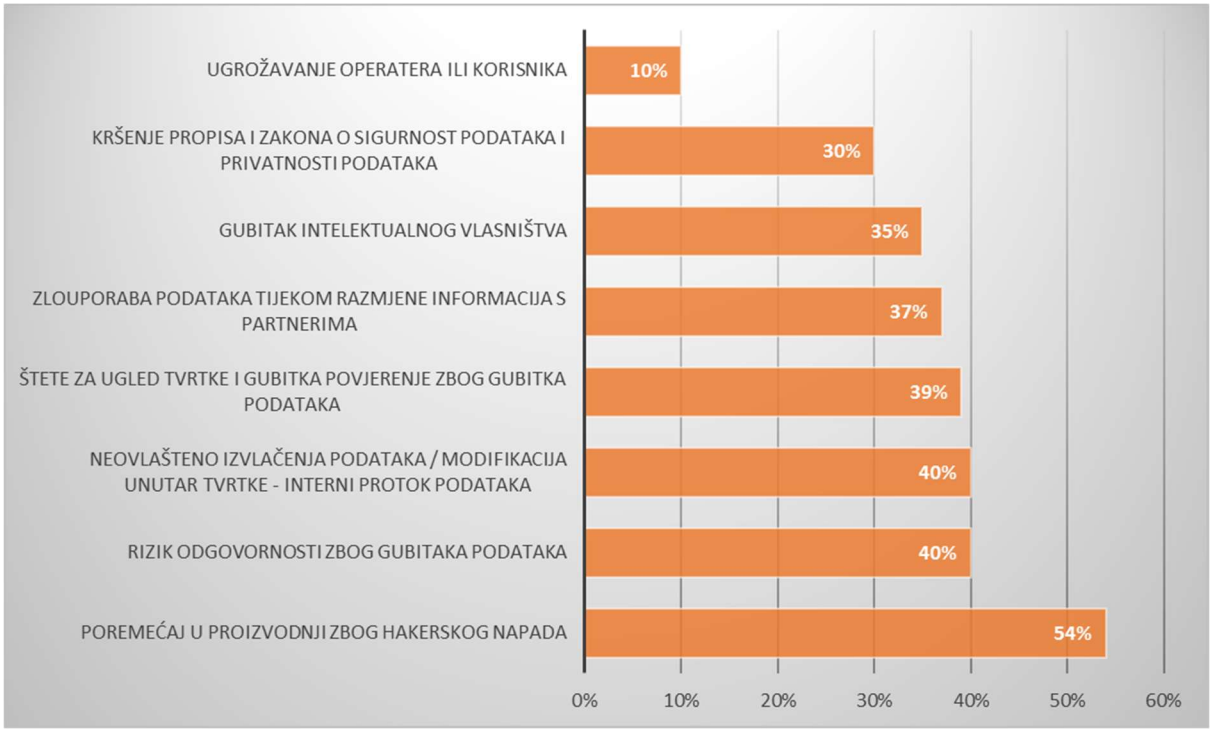
Uobičajene mjere zaštite računalnih sustava od napada ne vrijede za industrijska računala. U tvornici zaustavljanje proizvodnog procesa čak i za manje od sata može imati vrlo značajne financijske i logističke posljedice. Dok je sigurnosna politika integrirana u manje-više svaku ozbiljnu organizaciju, u samoj proizvodnji to nije slučaj. S pozicije operabilnosti sigurnosni sustavi integrirani u svaki segment proizvodnje s naglaskom na povećanje sigurnosti podataka u svrhu kontinuirane proizvodnje su obavezni u Industriji 4.0.[34]

Zaštita okoliša te zdravlje i sigurnost zaposlenika najviše dolaze do izražaja u djelatnostima koje u svojoj proizvodnji sadrže opasne tvari i sirovine koje mogu izazvati velike ekološke i ljudske katastrofe. Najradikalniji primjeri su kemijske industrije, naftna industrija i nuklearne elektrane. Tako je jedan od relativno novijih primjera bio hakerski napad na nuklearnu elektranu u Južnoj Koreji uz sumnju da su isti odradili hakeri iz Sjeverne Koreje. Iako su službenici nuklearne elektrane ustvrdili da je došlo do curenja nekritičnih podataka i da su ključni podatci zaštićeni i sigurni, predsjednica Park Geun-hye je naredila sveobuhvatnu istragu o sigurnosti nacionalne infrastrukture od kibernetskog terorizma.[35]

Prema analizi koji je napravio PwC, multinacionalna savjetodavna kompanija, u istraživanju koje je obuhvaćalo preko 2.000 kompanija iz 26 zemalja vodećih ekonomija svijeta, pokazalo je da je s aspekta sigurnosti najveća briga zbog prestanka rada.

[33]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 36
[34]Ibid., str. 36
[35]https://www.theguardian.com/world/2014/dec/22/south-korea-nuclear-power-cyber-attack-hack, dostupno 06.02.2017.

Slika 10. Analiza sigurnosnih rizika



Izrada autora prema Geissbauer, R., Vedso, J. i Schrauf S. (2015) Industry 4.0: Building the digital enterprise, PwC, str. 20

Inicijalni trošak za implementaciju sigurnosnih sustava u proizvodnom procesu je velik, međutim studije su pokazale da je još veći ako se dogodi sigurnosni incident iz bilo koje promatrane kategorije. Zbog sve većeg broja hakerskih napada na industrijska postrojenja razvidno je da će se u Industriji 4.0 staviti naglasak upravo na digitalnu sigurnost, i to ne od samih proizvodnih sustava već i od državnih institucija, regulatornih agencija, međunarodnih udruženja u zajedničkoj borbi protiv kibernetskog kriminala.

3.2.5 Intelektualno vlasništvo

Od kada je sigurnost podataka postala najveći izazov u Industriji 4.0, tako je i zaštita intelektualnog vlasništva postala od presudne važnosti kako bi zaštitile svoje proizvodne procese i proizvode. Zbog kompleksnosti intelektualno vlasništvo se izražava u mnogim aspektima.

Jedan od aspekata je **patentiranje poslovnih procesa**. Industrija 4.0 dovodi do novih poslovnih modela i novih modela suradnje. Poslovni modeli u inteligentnoj tvornici mogu biti vrlo složeni te uvelike pridonose ishodu proizvoda. Prema tome ne samo da trebaju biti zaštićeni putem mjera sigurnosti podataka, nego i putem patenata. **Intelektualno vlasništvo finalnog proizvoda** je slijedeći aspekt. Vlasništvo i licenčna pitanja trebaju biti jasno definirana u ugovorima s dobavljačima. Sve veća povezanost između strojeva, softvera i fizičke tvrtke mogu dovesti do konfuzije o tome tko može koristiti poslovnu inteligencije i do koje mjere (primjer su softverske tvrtke i pravo na korištenje podataka). Još jedan primjer je personalizacija proizvoda, gdje kupci mogu – tijekom proizvodnog procesa – personalizirati svoj proizvod (na primjer modificirati print majici ili materijal cipela). U takvim slučajevima unaprijed mora biti razjašnjeno tko je vlasnik intelektualnog prava za konačni produkt.[36]

Posljednji aspekt kojeg promatramo u okviru intelektualnog vlasništva su **integrirani sustavi**. Radi se o računalnim sustavima sa dediciranom funkcijom unutar većeg mehaničkog ili električnog sustava. Implementiran je kao dio cjelovitog uređaja često uključujući hardver i mehaničke dijelove. Integrirani sustavi u današnje vrijeme kontroliraju mnogo uređaja u svakodnevnoj upotrebi. Patentiranje je ovdje kompliciranо jer je upitna inventivnost. Nadalje, ugrađeni sustavi često se temelje na namjenskom softveru. Radi se ili o ručno napisanom kodu za mikrokontrolere ili o regularnom softverskom programu koji radi na Linux, MSDOS, NetBSD ili sličnim operativnim sustavima. Ovo je klasičan primjer problema izuma vezanog uz softver, što zahtijeva izuzetan tehnički karakter kako bi se sustav patentirao kao cjelovito rješenje.[37]

3.2.6 Istraživanje kao pokretač Industrije 4.0

Glavni cilj Industrije 4.0 je provedba takozvane dualne strategije – biti vodeći dobavljač i vodeći na tržištu. Takva strategija bi trebala biti podržana od strane istraživačkih znanosti. Očekuje se da će revolucionarne aplikacije biti rezultat kombiniranja IT tehnologija sa automatizacijom. Da bi se to dogodilo, karakteristike kibernetsko-fizičkih sustava morat će se u vrlo kratkom razdoblju prilagoditi za primjenu u proizvodnim sustavima. Nova razina

[36]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 40
[37]http://www.ideaprotection.co.uk/embedded-systems-patentable-or-not, dostupno 06.02.2017.

umrežavanja potrebna za postizanje *end-to-end* integracije proizvodnih modela, proizvodnih resursa i proizvodnih sustava zahtijevati će veliki napor u istraživanju i razvoju u duljem roku.

Prioriteti za buduća istraživanja fokusirat će se na istraživanje i razvoj potpuno opisnih, upravljivih, kontekstno osjetljivih i kontroliranih ili samopodesivih proizvodnih sustava.[38] Takvi sustavi morat će se sinergijski uklopiti u postojeće proizvodne sustave, što zahtijeva da se istraživanje i razvoj usredotoče na postojeće proizvodne procese i njihovu tranziciju prema modularnim kibernetsko-fizičkim sustavima kao ključnim faktorima modela pametne tvornice.

Postoji nekoliko pogleda koja su to područja na koja bi se istraživanje i razvoj trebali fokusirati, međutim profilirala su se tri ključna[39]:

- **Individualizacija proizvodnje** – industrijska proizvodnja proizvoda visoke tehnologije teži ravnoteži zadovoljstva različitih kupaca kroz individualizaciju proizvoda uz realizaciju efektivnosti vrijednosnog lanca, a da bi se to postiglo potrebno je razviti koncept **masovne prilagodbe**. Spomenuti koncept je marketinška i proizvodna tehnika koja kombinira fleksibilnost i personalizaciju "po mjeri", s niskim jediničnim troškovima vezanih uz masovnu proizvodnju.
- **End-to-end inženjering u virtualnom procesnom lancu** – odnosi se na napredak u integriranom inženjeringu duž vrijednosnog lanca kroz napredne metode komunikacije i virtualizaciju, za koje se očekuje da će dovesti do značajnog potencijala za optimizaciju. S daljnjim napretkom u tom području, izgledno je da će pojedine tvornice ili tvrtke postati manje važne u procesu proizvodnje, budući da će svim subjektima biti omogućen pristup informacijama u realnom vremenu.
- **Horizontalna integracija u kolaboracijskim mrežama** – ovo područje istraživanja odnosi se na povećanu kompleksnost u kolaboracijskim mrežama tvrtki. Pojmovi kao što su "kolaboracijska proizvodnja“ i "kolaboracijski razvoj okruženja" dobiti će na značenju osobito za mala i srednja poduzeća s ograničenim resursima. Uz napredak u kolaboracijskim mrežama, krucijalna će biti uspostava ravnoteže između rizika i koristi te upotreba kombiniranih industrijskih resursa kompanija kako bi proširili raspon tržišnih mogućnosti. Tvrtke koje se nalaze u kolaboracijskim mrežama mogu razviti

[38]Kagermann, H., Wahlster, W. i Helbig, J. (2014) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Secretariat of the Platform Industrie 4.0, str. 35

[39]Brettel, M. et al. (2014) How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 8(1), str. 38-40

prilagodljivost promjenjivim tržištima i skratiti životni vijek proizvoda. Kako bi ipak ostale međunarodno konkurentne tvrtke u kolaboracijskim mrežama morat će se usredotočiti na svoje osnovne kompetencije dok će druge poslove eksternalizirati kolaboracijskim suradnicima u mreži. To može rezultirati promjenama u poslovnim modelima proizvodnih tvrtki.

Osim navedenih ključnih koncepata na koje će se fokusirati istraživanje i razvoj postavljaju se pitanja iz kategorija standardizacije i otvorenih standarda referentnih arhitektura, upravljanje kompleksnim sustavima kroz modeliranje, isporuka sveobuhvatne širokopojasne infrastrukture za industriju, sigurnost i zaštita kao kritični čimbenici uspjeha za Industriju 4.0, organizacija rada i radni dizajn u digitalnom industrijskom dobu, obuka i trajni profesionalni razvoja, regulatorni okviri i učinkovitost resursa. Vidljivo je da će se teme istraživanja baviti tehničkim ali i društveno-ekonomskim izazovima, uključujući sigurnost podataka, te sigurnosna i regulatorna pitanjima koja se često javljaju s pojavom novih tehnologija.[40]

3.3 Utjecaj na društvene promjene

Iz dosadašnjih razmatranja lako je zaključiti da uz sve organizacijsko-tehničko-poslovne promjene koje donosi Industrija 4.0, neminovno je da će utjecaj biti i na društvo u cjelini. Preko novih zanimanja koje će se generirati, povezanosti proizvodnih procesa sa kolaboracijskim mrežama, do uključenost kupaca u kreiranje proizvoda očito je da će do promjena doći. Potrebno je osvijestiti javnost o izazovima koje sa sobom nosi novi industrijski val.

3.3.1 Osviještenost javnosti o pojmu i značenju Industrije 4.0

Pojam Industrija 4.0 nije previše poznat široj javnosti, više se spominje u industrijskim krugovima koje su direktno ili indirektno vezani uz njega. Očekivano, više je nova industrijska paradigma prisutna u razvijenijim zemljama, u Europi primarno Njemačka (očekivano) budući da su generatori ideje, zatim Italija, Francuska, Velika Britanija. Valja napomenuti da se ne pojavljuje svugdje pod nazivom Industrija 4.0. Upoznavanje sa činjenicama koje donosi

[40]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 44

industrijska revolucija mogu će provesti kroz razne programe, ali tamo gdje postoji mala svijest javnosti to je teže izvedivo.

U kontekstu sigurnosti osobnih informacija zasigurno će se pojaviti zabrinutost, i tome treba pristupiti oprezno i učinkovito, vodeći računa da se društvu objasni koje su sve mjere poduzete u zaštiti istih. Velika paradigma je u smislu napretka, novih radnih mjesta, radnih vještina i znanja koja će se stjecati, prilika i ostalih potencijalnih mogućnosti koje sa sobom nosi Industrija 4.0, međutim treba biti oprezan da se ne stvore nerealna očekivanja. U razvijenim ekonomijama postoje programi podizanja svijesti javnosti, jedni su fokusirani na poticanje industrije za usvajanjem vizije, drugi su akademske ustanove koje rade na edukaciji i razvijanju zanimanja budućnosti.

Ako se gleda prema EU, pomak prema jedinstvenom digitalnom tržištu je izazov za mala i srednja poduzeća koje sa prometom od 23 milijuna eura čine okosnicu gospodarstva. Trenutne procjene pokazuju da više od 40% njih još uvijek ne iskoristiti mogućnosti koje se odnose na digitalizaciju, jer nisu sigurni kakvi će biti učinci u lancu vrijednosti, iako se pokazalo da tvrtke koje koriste digitalne tehnologije raste dva do tri puta brže, više su produktivne i zapošljavaju još radnika.[41] U cilju postizanja navedenog vlade, industrije, nevladine organizacije i drugi donositelji odluka iz 22 zemlje članica EU započeli su kampanju "e-vještine (engl. e-Skills) za radna mjesta u 2015. godini", potpisivanjem deklaracije u Rigi.[42] Deklaracija uključuje deset načela, uključujući više i bolje ulaganje u digitalne tehnologije i e-vještine, borbe protiv nezaposlenosti mladih u Europi uz pomoć digitalne mogućnosti, kao i promicanje e-vodstva na razini upravljanja u europskim tvrtkama. Sindikati sa oprezom gledaju prema promjenama, jer se postavljaju pitanja vezana za radna mjesta: koji poslovi bi mogli biti ugroženi, koje implikacije mogu biti u pogledu kontrole performansi, odgovornosti i stresa.[43]

Što se tiče radnih mjesta, nedavni izvještaj za Svjetskog gospodarskog foruma[44] zaključio je da će prilagodba bit neujednačena i specifična za pojedinu industrijsku granu i regiju, s mogućim negativnim utjecajem na zaposlenice nego zaposlenike, a sveukupno skromno pozitivnim

[41] http://www.euractiv.com/section/digital/news/eu-racing-to-catch-up-with-digital-single-market-plan/, dostupno 08.02.2017.
[42] The Riga Declaration (2015)
[43] Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 46
[44] World Economic Forum (2016) The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution

izgledima za radna mjesta. Međutim, tražit će se značajne prilagodbe u vještinama kako se tempo implementacije Industrije 4.0 pojačava.

3.3.2 Radna snaga i vještine potrebne u okviru nove industrije

Neosporno je da je za implementaciju sustava Industrije 4.0 potreban širok spektar vještina potreban u cijelom lancu vrijednosti na razini operative i podrške, od infrastrukture preko projektiranja sustava, modeliranja i upravljanja postupcima proizvodnje sve do ljudskih interakcijskih vještina. Konvergencija IT sustava, proizvodnje, tehnologija i softvera za automatizaciju traži razvoj potpuno novih pristupa edukacije i osposobljavanja IT stručnjaka.[45]

I tu se pojavljuje pojam STEM, koji zapravo definira područja iz koji će nicati novi stručnjaci Industrije 4.0 – znanost (engl. Science), tehnologija (engl. Technology), inženjerstvo (engl. Engineering) i matematika (engl. Mathematics). Prednost će ostvariti oni koji uspješno povežu više područja, tj. steknu ekspertizu iz više njih. Pojam je zadnjih nekoliko mjeseci poznat i u Hrvatskoj pod imenom "BBC micro:bit -- STEM revolucija u školama", o čemu će biti riječi u nastavku.

Prema nedavnom istraživanju Europske komisije, digitalni know-how za potporu Digitalnom jedinstvenom tržištu (engl. Digital Single Market) je kratak sa stručnim resursima. Procjene Komisije pokazuju da bi do 2020. godine Europi moglo nedostajati oko 756.000 IT stručnjaka.[46] Dana 18. travnja 2016. Europska komisija objavila je „Priopćenje o digitalizaciji europske industrije“, koje je uvelo niz smislenih mjera u sklopu Digitalnog jedinstvenog tržišta (DSM) u vidu aranžmana modernizacije tehnologije i javnih službi. Dio priopćenja je posvećen digitalnim vještinama. Konkretno, on poziva da ljudski kapital bude spreman za digitalnu transformaciju s potrebnim vještinama.[47]

Zajedno sa svim zainteresiranim stranama, kao što su države članice, industrije, socijalni partneri i pružatelji obrazovanja i osposobljavanja, Komisija će: [48]

[45]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 47
[46]https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/skills-jobs, dostupno 09.02.2017.
[47]Ibid., dostupno 09.02.2017.
[48]Ibid., dostupno 09.02.2017.

- adresirati izazove kao dio sveobuhvatnog dijaloga o socijalnim aspektima digitalizacije kojim će baviti sve zainteresirane strane uključene u svim aspektima rada, obrazovanja i osposobljavanja
- ojačati ulogu industrije i istraživačkih organizacija u Velikoj koaliciji te poticati daljnji angažman industrije da poduzmu akcije
- poboljšati razumijevanje i vještine potrebne za nove tehnologije, uključeno i unutar programa H2020[49], te promicati razvoj digitalnih vještina i poticanje partnerstava za vještinama u okviru „Plana novih vještina za Europu“
- angažirati se u kreiranju Digitalno-inovacijskih središta (engl. Digital Innovation Hubs) u vještinama za srednja i mala poduzeća

Studija Europskog parlamenta pokazuje da je u Europskoj uniji zapošljavanje STEM kvalificirane radne snage u porastu, unatoč ekonomskoj krizi, i očekuje se da će i dalje rasti. U isto vrijeme, visoki broj trenutnih STEM zaposlenika se približava mirovini. Očekuje se da će do 2025. godine bit nepopunjeno oko 7 milijuna radnih mjesta.[50] Iako je udio STEM diplomanata u porastu u 15 država članica, u odnosu na 2005. godinu, broj stručno osposobljenih STEM studenata je u opadanju. Na sveučilištima je 37,5% diplomanata iz STEM područja, od toga su samo 12,6% žene.[51]

Studija također ističe da, iako ukupni postotni udio diplomanata na nivou EU ostaje isti, postoje značajne razlike između država članica. Na primjer, manje od 15% diplomanata u Nizozemskoj i Luksemburgu su u STEM akademskim disciplinama, dok je u Švedskoj, Finskoj, Grčkoj i Njemačkoj više od 27%. Trendovi se razlikuju između zemalja, tako je primjerice udio u Austriji u padu sa 32,2% na 25,6%, dok je u Njemačkoj povećan sa 18,1% na 21,2%.[52] Iako je prisutan rast, on još uvijek nije dostatan da prati realne potrebe današnjice. Iz navedenog je vidljivo da emigrantska politika EU jednostavno mora otvoriti granice i dati mogućnost građanima trećih zemalja, kvalificiranih u STEM akademskim disciplinama, da ostvare svoje potencijale unutar EU.

[49]Horizon 2020 je najveći EU program za istraživanje i inovacije
[50]Caprile, M. et al. (2016) Encouraging STEM studies, European Union, str. 6
[51]Ibid., str. 12
[52]Ibid., str. 12

3.3.3 Mobilnost stručne radne snage

Istraživanje koje je 2014. godine proveo strategijski konzultant Roland Berger prikazuje kako će se pojedine članice EU-a nositi sa tranzicijom u Industriju 4.0. Između ostalog u njemu mapira doseg napretka u provedbi Industrije 4.0 u različitim zemljama članicama na dva kriterija: "industrijska izvrsnost" i "mreže vrijednosti". U kategoriju "industrijska izvrsnost" uključeni su proizvodnja i sofisticiranost procesa, stupanj automatizacije, spremnost radne snage i inovacija. Kategorija "mreža vrijednosti" uključuje visoku dodanu vrijednost, industrijsku otvorenost, inovacijske mreže i internetska sofisticiranost.[53]

U skladu sa navedenim kriterijima zemlje članice EU podijeljene su u četiri kategorije[54]:

- **predvodnici** – to su zemlje koje dobro napreduju putem Industrije 4.0 – Njemačka, Švedska, Austrija i Irska
- **potencijalisti** – industrijska baza slabi, ali u korporativnom sektoru je moderan i budućnost orijentiran mentalni sklop koji sadrži potencijal – Belgija, Danska, Nizozemska, Velika Britanija i Francuska
- **tradicionalisti** – imaju zvučnu industrijsku bazu, ali malo njih je pokrenulo inicijativu prema novoj industrijskoj eri, neki od njih radnicima opskrbljuju njemačko tržište Industrije 4.0 – radi se uglavnom o zemljama Istočne Europe – Češka, Slovačka, Slovenija, Mađarska i Litva
- **oklijevalisti** – imaju pouzdanu industrijsku bazu ali pate od financijskih problema koji ih onemogućuju u orijentaciji prema budućnosti – neki od njih također radnicima opskrbljuju njemačko tržište Industrije 4.0 – zemlje Južne i Istočne Europe – Italija, Španjolska, Estonija, Portugal, Poljska, Hrvatska i Bugarska

Vidljivo je da je već uvelike prisutna mobilnost unutar EU, koja je uz određene limitacije otvorila vrata poslovnim migracijama unutar zemalja članica, ali i izvan granica velike zajednice. Slijedom tih migracija postavlja se pitanje da li će doći do centralizacije stanovništva uz velika industrijska postrojenja, kao što je bio slučaj u SAD-u krajem prošlog stoljeća ili u Kini danas, ili će se disperzirati/decentralizirati. Doduše ako se gleda povijesni razvoj događaja u 1980. godini 100 najvećih svjetskih metropola je sadržavalo takva gigantska industrijska

[53]Berger, R. (2014) Industry 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed, Roland Berger Strategy Consultants GMBH, str. 16
[54]Ibid., str. 16

postrojenja sa stambenim naseljima za zaposlenike. Trend se promijenio, 2013. godine pao je na 23 svjetske metropole. Američka ekonomija se danas više nego ikad u novijoj povijesti oslanja na manji broj naprednih industrijskih klastera, naglašava se specijalizacija određenih regija. Međutim realno je za očekivati da će se ipak dogoditi određena koncentracije uz već razvijena područja.

Postoji inicijativa za mobilnost industrije, kako bi se postrojenja Industrije 4.0 otvarala u drugim dijelovima EU, ne samo razvijenim članica. To s druge strane zahtijeva stvaranje preduvjeta koji uključuju pružanje adekvatne digitalne infrastrukture, pružanje odgovarajuće kvalificirane radne snage i spremnosti mreže lokalnih poduzeća da se povežu s takvim postrojenjima. Javni sektor nije izravno uključen u proizvodnju, ali kao jedan od glavnih potrošača proizvedenih proizvoda mogu vršiti izravan pritisak kroz kupovnu moć, u skladu sa propisima državne nabave. Druga mogućnost je stvaranje okruženja koje će poticati kreiranje postrojenja u okviru Industrije 4.0.[55]

3.4 Utjecaj na promjenu poslovne paradigme

Promjena načina poslovanja nameće se sama po sebi, ako u obzir uzmemo sve što je do sada navedeno. Postavljaju se otvorena pitanja prilagodbe malih i srednjih poduzeća velikim poduzećima koja su se već prilagodila Industriji 4.0. Navedena je uloga javnog sektora u kreiranju preduvjeta za mala i srednja poduzeća, bez kojih nije realno očekivati napredak. Javlja se i pitanje standardizacije, reguliranja prava između umreženih proizvodnih sustava te korekcije poslovnih procesa.

3.4.1 Poslovni odgovori na Industriju 4.0

Prema Deloitte-u, tvrtke u tradicionalnim industrijskim gospodarstvima, uključujući Njemačku i SAD, očekuju da će im Industrija 4.0 donijeti mnoge prednosti, koje se protežu od veće konkurentnosti do obrata trenda seljenja proizvodnje u zemlje s niskim plaćama i otvaranje

[55]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 55

više domaćih lokacija proizvodnje u Europi i Sjevernoj Americi.[56] Re-shoring[57] već doprinosi povećanoj potražnji za robote u Europi i Sjevernoj Americi.

Međutim, Industrija 4.0 također predstavlja poslovanje s velikim izazovima. Osim u područjima tehnologije i radne snage, veliki izazov za upravljanje također se ne smije podcijeniti. To nije samo intelektualni izazov, u smislu osmišljavanja i vođenja (često virtualnih) procesa i sustava, već i u smislu načina poslovanja, o tome kako bliže surađivati s klijentima i opskrbnim lancem s pozicije integracije, procijeniti rizike sudjelovanja u takvom procesu koji bi potencijalno mogao rezultirati gubitkom strateške slobode poduzeća.[58]

3.4.2 Održivost u sklopu nove industrije

Održivost promatramo kroz komponente troška informacijske sigurnosti, utjecaja na okoliš i rizike koji ugrožavaju dugoročne izglede Industrije 4.0.

Kibernetska sigurnost je jedan od bitnijih faktora, prvenstveno zbog borbe protiv kibernetskog kriminala ali i troška implementacije sigurnosti u borbi protiv takvog vida kriminala, kako za poduzeće tako i za društvo u cjelini. Ono što je sigurno je da će se troškovi u budućnosti povećavati jer sustavi postaju sve složeniji, a kriminalci sve sofisticiraniji. Troškovi nisu vezani samo uz softver koji će štiti interni komunikacijski sustav, već i uz zapošljavanje stručnjaka. I ako se gleda sa pozicije malog i srednjeg poduzetništva to bi moglo predstavljati velike zapreke na putu prema Industriji 4.0.

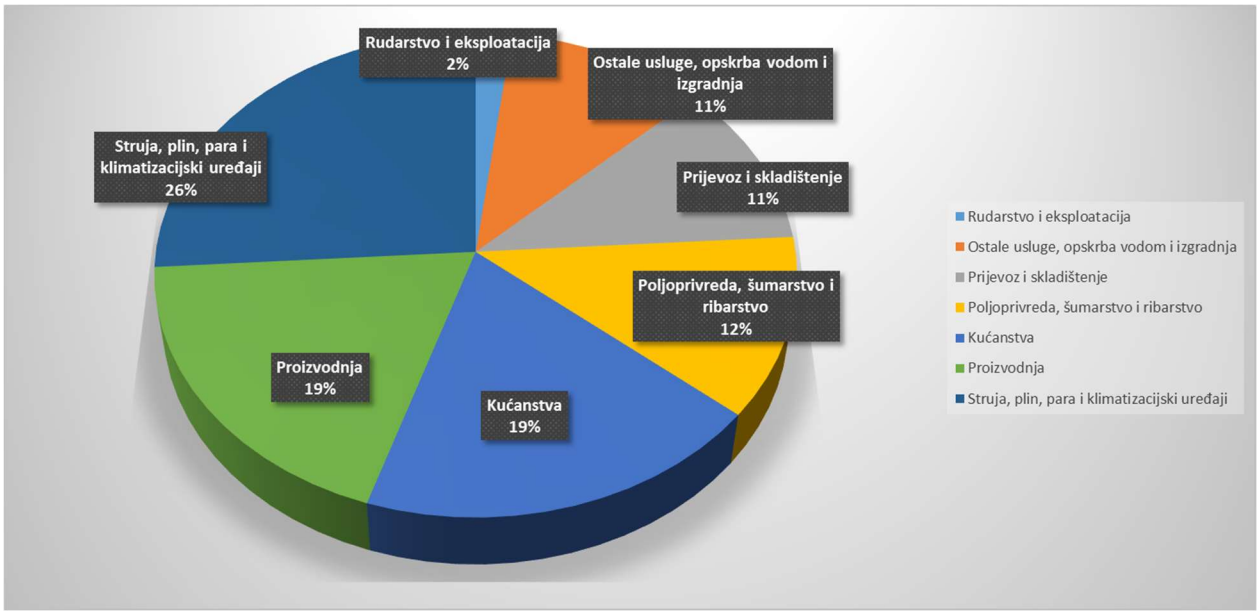
S pozicije utjecaja na okoliš prvenstveno se govori o emisiji stakleničkih plinova, kao najvećem faktoru koji utječe na okoliš i zdravlje. Prema Eurostatu[59] u 2014 godini emisija stakleničkih plinova koju su emitirale u industriji i kućanstvu 28 članica EU iznosi 4,4 milijardi tona ugljičnog dioksida.[60]

[56]Deloitte (2015) Industry 4.0 Challenges and solution for the digital transformation and use of exponential technologies, The Creative Studio of Deloitte, str. 4
[57]Pojam koji opisuje povratak proizvodnje u domicilnu državu
[58]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 55
[59]Statistički ured Europske zajednice, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:NACE, dostupno 13.02.2017.
[60]http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emissions_by_industries_and_households, dostupno 13.02.2017.

Na Slici 11. prikazan je postotni omjer po NACE[61] sekcijama u 2014. godini za svih 28 članica EU. U NACE sekciji D, u koju spadaju struja, plin, para i klimatizacijski uređaji, otpada 26% od ukupne emisije stakleničkih plinova; NACE sekcija C, u koju spada proizvodnja, otpada 19%. Na kućanstva otpada 19%, na poljoprivredu, šumarstvo i ribarstvo (NACE sekcija A) otpada 12%, prijevoz i skladištenje (NACE sekcija H) zauzima 11%, dok na rudarstvo i eksploataciju (NACE sekcija B) otpada 2%. Na ostale usluge, opskrbu vodom i izgradnju (NACE sekcija E do G te I do U) otpada11%.

U većini sekcija najveći postotak emisije stakleničkih plinova otpada na ugljični dioksid. Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo su jedina grupa aktivnosti u kojima su emisije metana i dušikovog oksida bile veće od ugljičnog dioksida.[62]

Slika 11. Omjer emisije stakleničkih plinova u 2014. godini



Izrada autora prema http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emissions_by_industries_and_households, dostupno 13.02.2017.

Vizija Industrije 4.0 je da će sve biti umreženo preko CPSS - ljudi, stvari, procesi, usluge i podatci. Proizvodnja u Industriji 4.0 će biti fleksibilnija i brža. Podaci mogu biti dostupni svima koji su uključeni u procesu, i to u realnom vremenu. Povećanje međusobno povezanih podataka

[61] Statistička klasifikacija ekonomskih djelatnosti u Europskoj uniji
[62] http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Greenhouse_gas_emissions_by_economic_activity_and_by_pollutant,_EU-28,_2014_(thousand_tonnes_of_CO2_equivalents)_YB17.png, dostupno 13.02.2017.

trebaju donijeti veću učinkovitost i poboljšanu produktivnost, budući da se resursi koriste učinkovitije. To bi u konačnici trebalo dovesti do poboljšane održivosti.[63]

Predviđa se da će se Industrija 4.0 implementirati u potpunosti tek od 2025. godine. Da bi se pokrenula inicijativa na putu prema implementaciji, moraju biti ispunjeni preduvjeti, uključujući tehnološku infrastrukturu, radni sustavi s potrebnom razinom sigurnosti, ljudi koji će ih dizajnirati i koji imaju viziju razvoja novih načina rada. Postoji i zabrinutost da će konkurencija napraviti to isto ili čak bolje, ali i potencijalno jeftinije. To su rizici koji su opravdani i koji mogu utjecati na politike javne uprave i poduzeća da se orijentiraju prema Industriji 4.0.[64]

3.4.3 Sudjelovanje malih i srednjih poduzeća na putu prema Industriji 4.0

Jedan dio malih i srednjih poduzeća je već uključen u Industriju 4.0 kao dobavljači velikih poduzeća koja egzistiraju u okviru nove industrijske paradigme. I upravo velika poduzeća su ta koja utječu na mala i srednja da promijene svoje poslovne procese i prilagode ih zahtjevima koji proizlaze iz okvira koje zahtijeva novi način poslovanja. Standardizacija je još jedan od faktora zbog kojeg se moraju prilagoditi velikim poduzećima. Generalno, put prema Industriji 4.0 malih i srednjih poduzeća proizlazi iz vanjskih poticaja, međutim ne treba zanemariti utjecaj poboljšanja u produktivnosti, inovacijskim sposobnostima i koristima koji na kraju proizlaze iz njih.

Studija Roland Bergera gleda optimistično na izglede malih i srednjih poduzetnika. Nejasna granica između informacija i fizičkih svjetova, u kombinaciji sa fokusom na mobilne proizvodne pogone i otvorenu proizvodnju te 3D ispis mogu umanjiti ulazne barijere za mala i srednja poduzeća. Dodatno, kako vrijednosni lanci postaju sve više fragmentirani postoji više mogućnosti za nove članove, na primjer u dizajnu i obradi proizvoda, obradi korisničkih podataka, novih načina stvaranja dodatne vrijednosti i novih poslovnih modela.[65] Njemačka

[63]Buhr, D. (2015) Social Innovation Policy for Industry 4.0, Friedrich-Ebert-Stiftung, str. 3
[64]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 57
[65]Berger, R. (2014) Industry 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed, Roland Berger Strategy Consultants GMBH, str. 7-15

radna skupina u ovom izvješću spominje da će Industrija 4.0 početnicima i malim tvrtkama pružiti priliku za razvoj i ranije navedenim uslugama integrirati se u novi vrijednosni lanac.[66]

Osim ovih postoje neke promjene u poslovnoj paradigmi koje mala i srednja poduzeća ne moraju nužno promatrati kao pozitivne. Radi se o aspektu proizvodnog portfelja, izvorima financiranja, odnosi sa kupcima će biti promijenjeni, kao i operativna i strateška neovisnost od velikih poduzeća.

Budući da je priča potekla iz Njemačke, kao jedne od najrazvijenijih ekonomija svijeta, može se zaključiti da će se principi koji trenutno prevladavaju u Njemačkoj preslikati na ostatak svijeta, uz manja odstupanja. Tako je i relevantno za uzeti istraživanje koje je provedeno 2014. godine u velikim poduzećima na temu digitalizacije i važnosti za mala i srednja poduzeća.[67]

Na temelju uzorka od 1000 poduzeća s prometom između 500.000 eura i 125 milijuna eura, 35% malih i srednjih poduzeća smatra da digitalne tehnologije ne igraju važnu ulogu u njihovom poslovanju. Za manje tvrtke iz uzorka, to smatra čak njih 52%. Njih 28% smatra da digitalne tehnologije neće ni u skoroj budućnosti igrati važnu ulogu za njih. S druge strane, za 49% ispitanika digitalizacija je dio njihove poslovne strategije. Aktivnosti usmjerene na praćenje usvajanja digitalnih tehnologija koristi 21-25% od ispitanih tvrtki. Te aktivnosti uključuju korištenje ključnih pokazatelja uspješnosti, određivanje standarda i razmjenu informacija sa gospodarskim komorama i industrijskim udruženjima.

Očekivane prednosti od digitalnih tehnologija koje se najčešće navode u istraživanju su:[68]

- troškovi uštede zahvaljujući učinkovitijim procesima
- poboljšana konkurentnost kroz inteligentan proizvodni sustavi i umrežene procese
- prilagođavanje proizvoda i usluga
- inovacije kroz fleksibilniju proizvodnju
- novi kanali prodaje
- veće tržište te analiza kupaca kroz korištenje analize velikih podataka (Big Data)

[66]Kagermann, H., Wahlster, W. i Helbig, J. (2014) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Secretariat of the Platform Industrie 4.0, str. 33
[67]Gfk Enigma (2014) Umfrage in mittelständischen Unternehmen zum Thema Digitalisierung – Bedeutung für den Mittelstand im Auftrag der DZ Bank
[68]Ibid.

Međutim, mala i srednja poduzeća suočavaju se sa određenim zaprekama sudjelovanja u opskrbnom lancu Industrije 4.0:[69]

- nedostatak svjesnosti o naprednim tehnologijama i potencijalnim prednostima primjenjujući ih u proizvodnim procesima
- sposobnost kupnje potrebne tehnologije i ulagati dovoljno u istraživanje i razvoj gdje trenutna tehnologija nije dostupna
- kapacitet za pokretanje pilot projekata i potencijalno ograničen pristup objektima za testiranje naprednih rješenja
- dostupnost kvalificiranih i specijaliziranih stručnjaka potrebnih za integraciju i korištenje naprednih alatnih strojeva, ali i sposobnost malih i srednjih poduzeća kako bi privukle takvu kvalificiranu radnu snagu
- velike tvrtke mogu iskoristiti svoju tržišnu poziciju kako bi prve testirale i patentirale proizvod na prvom testu
- Industrija 4.0 može rezultirati internacionalizacijom proizvodnje – lakši zadatak za velike korporacije nego za mala i srednja poduzeća, što može rezultirati povećanjem ovisnost malog i srednjeg poduzetništva o većim tvrtkama

Velika je uloga javnog sektora kako bi se smanjile barijere ulaska malih i srednjih poduzeća. Primjerice, ulaganjem u istraživanje i razvoj za koje mala i srednja poduzeća nisu moguća izdvojiti sredstva, te regulativama koje će ih na neki način štiti od velikih korporacija.

3.4.4 Standardizacija u okviru Industrije 4.0

Pojam standardizacije je bio prisutan i u ranijim industrijskim revolucijama. Često je bio slučaj da su se dva ili više proizvođača natjecala koji će postaviti standard u određenom segmentu na globalnoj razini i time steći određenu konkurentsku prednost.

U slučaju Industrije 4.0 standardi se mogu primijeniti za označavanje i certificiranje IT sučelja (hardver, formata podataka, web servisi), programibilnih platformi i upravljačkog softvera, protokola, konekcija, prijenosa podataka i sigurnosnih procedura. Referentna arhitektura treba

[69]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 59

pružiti tehnički opis tih standarda i olakšati njihovu implementaciju i primjenu u poslovanju, kao dio procesa Industrije 4.0.[70]

Jedan od glavnih koraka prema standardizaciji bit će usuglašavanje oko zajedničkog pristupa i definiranju terminologije, budući da već postoje određeni standardi. Ono što nedostaje je pregled i evidencija standarda po pojedinim područjima kao što su industrijska komunikacija, inženjering, modeliranje, IT sigurnost, integracija uređaja, digitalne tvornice te integracija tih pojedinačnih standarada u jedinstvenu referentnu arhitekturu Industrije 4.0.

Nije realno za očekivati da će se standardizacija provesti na način da će se unaprijed definirati sva područja, trebat će pristupati segmentno i u sklopu razvoja novih tehnologija. Kreatori standardizacije morat će voditi računa o tome da ne dopuste velikim korporacijama da samoinicijativno određuju što će, na koji način i u kojem okviru biti definirano kao standard.

3.4.5 Ograničenja na izvoz opreme i usluga

Jedna od prednosti Industrije 4.0 je povećanje izvozne snage proizvodne industrije, otvaranje novih tržišta, generalno povećanje međunarodne konkurentnosti. Međutim otvaranje novih tržišta nosi sa sobom rizik od kopiranja dijela ili kompletnog proizvoda, te se s razlogom otvara pitanje kako se zaštiti. Ograničenje izvoza opreme i usluga je jedan od načina kako se zaštititi od nelojalne konkurencije, što je na neki način u suprotnosti sa idejom i konceptom povezivanja proizvodnih sustava sa vrijednosnim lancem dobavljača i kupaca.

Nije realno za očekivati da će se proizvođači odlučiti na koncept ograničenja, naročito ako imaju poslovne veze sa trećim zemljama kao tržišnim destinacijama finalnih proizvoda ili dobavljačima resursa potrebnih za proizvodnju. Rješenje je u bilateralnim ili višelateralnim odnosima državnika zemalja koje sudjeluju u robnoj razmjeni i povezivanju unutar Industrije 4.0.

Dodatni razlozi zašto ograničenja u okviru industrije nisu prihvatljiva je educirana radna snaga iz STEM područja. Logično je da će tvrtka organizirati dio ili cijelu proizvodnju u regijama ili zemljama u kojima prevladavaju stručnjaci iz STEM područja, naročito ako ih mogu akvizirati

[70]Berger, R. (2014) Industry 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed, Roland Berger Strategy Consultants GMBH, str. 12-13

za niže troškove plaća. Ograničenja su prisutna i s pozicije standardizacije, o spremnosti neke od zemalja za primjenu takvih standarda ovisi da li će se Industrija 4.0 širiti na njezino područje.

Enkripcija i zaštita podataka su još jedan od faktora koji utječu na ograničenja, jer su važna za i tražena od strane kupaca kako bi se osigurala povjerljivost i integritet CPSS komunikacija. Na tržištima koja se tek razvijaju i nisu uređena do kraja, primjerice Kina, upotreba, prodaja, uvoz i izvoz kriptiranih proizvoda dopuštena je samo uz licencu, što može dovesti pod znak pitanja valjanost zaštite.[71]

Kompanije koje ciljaju na globalnu prisutnost, naročito u ključnim tržištima sutrašnjice, prisiljene su raditi u pravno sivim zonama, ako su kriptografske komponente ugrađene u većim proizvodnim pogonima. Ova pravna nesigurnost samo će se povećati u Industriji 4.0 i mogla bi postati značajna prepreka za trgovinu.[72]

3.5 Prilike i izazovi koje donosi industrijska revolucija

Nakon provedenih razmatranja vidljivo je da postoje prilike koje donosi nova industrijska revolucija, ali i izazovi koji se nalaze na putu prema njoj. Nastavna razmatranja fokusiraju se na četiri kategorije, koje se mogu istovremeno staviti u domenu prilika i izazova, a to su transformacija proizvodnog sektora, novi vidici operativne učinkovitosti, promjena poslovnih modela i postavljanje temelja za digitalnu transformaciju.

3.5.1 Transformacija proizvodnog sektora

Vrijeme izlaska proizvoda na tržište i odaziv kupaca su današnji glavni faktori konkurentske prednosti. Razlog zašto se u proizvodnom sektoru događa transformacija prema Industriji 4.0 je što ulaganje u automatizaciju i robotiku ima veliki potencijal smanjenja troška rada, dok redizajn proizvodnih mreža i povezivanje sa kupcima te centrima za istraživanje i razvoj otvara nove mogućnosti i povećava produktivnost.

[71]Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union, str. 65
[72]Ibid., str. 65

I to je razlog zašto postoji interes i zašto se tvrtke odlučuju na investicije u smjeru novog pravca. Drugi razlog je što su postojeća produktivnost i način proizvodnje došli do svojih limita, bez znatnih pomaka u željenim i traženim smjerovima. Povijesno gledajući, između sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća Toyota je kreirala proizvodni sustav sa minimalnom količinom otpada, znanim kao „mršava proizvodnja“[73], a koji su ubrzo prihvatile ostale razvijene zemlje. Slijedeća tranzicija 1990.-ih godina bila je u takozvanom *outsourcing* i *offshoring-u* gdje se zbog veće profitabilnosti proizvodnja selila u zemlje sa niskim troškovima, primarno radne snage. Početkom novog stoljeća, kako su rasle plaće i troškovi transporta u zemljama sa niskim troškovima proizvodnje polako se proizvodnja počela vračati u matične zemlje.

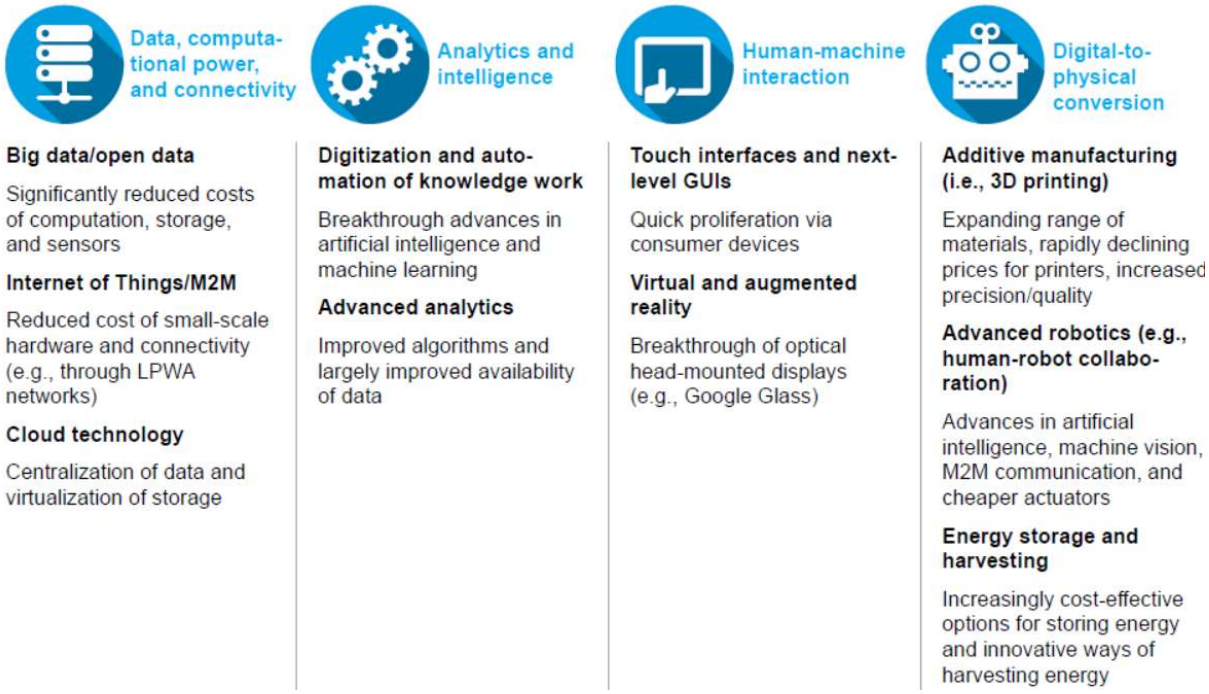
Zbog naprednih tehnologija Industrije 4.0 poput proizvodnje potpomognute IT tehnologijama i povećanjem kapaciteta računala, pametne tvornice su vrlo učinkovite i integritet podatka je veći. Podatak je glavni pokretač, lideri diljem industrije korištenje podataka i analitike postižu promjene u stvaranju vrijednosti. Takav pristup u analizi velikih podataka (engl. Big Data) može dovesti do povećanja 20 do 25 posto obujma proizvodnje i do smanjenja od 45 posto prekida proizvodnje.[74]

McKinsey & Company, globalni menadžment konzalting, u svojoj analizi navodi da transformacija proizvodnog sektora Industrije 4.0 počiva na četiri ključne tehnologije (klustera): [75]

- podatci, računalna moć i povezivanje
- analitika i inteligencija
- interakcija između ljudi i strojeva
- digitalno-fizička konverzija

[73] https://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing, dostupno 15.02.2017.
[74] McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 10-18
[75] Ibid., str. 10-18

Slika 12. Ključne tehnologije transformacije proizvodnog sektora



Izvor: McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 10-18

Kluster **podatci, računalna moć i povezivanje** sastoji se od velikih podataka (engl. Big Data), interneta stvari (engl. Internet of Things) i oblaka računala (engl. Cloud Computing). Karakterizira ga značajno smanjenje troškova zbog korištenja senzora i pogona, što omogućuje povoljnu ali kvalitetnu pohranu, prijenos i obradu podataka. Senzori i pogoni ugrađeni u fizičkim objektima su međusobno povezani preko žičanih i bežičnih mreža. Mreže izbacuju velike količine podataka koje odlaze u računala na analizu, dok fizički objekti registriraju svoju okolinu i komuniciraju međusobno potpuno samostalno. Svi preduvjeti za IoT aplikacije su ispunjeni, interoperabilnost je omogućena posebno dizajniranim komunikacijskim protokolima namijenjenima za interakciju između strojeva (engl. Machine to Machine, M2M).[76]

Drugi klaster je **analitika i inteligencija**, područja u kojima se u posljednjih nekoliko godina dogodio značajan napredak. U ne tako davnoj prošlosti jednostavne i repetitivne poslove mogla je obavljati samo robotika, međutim napredak u umjetnoj inteligenciji i učenju strojeva, kao i

[76]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 10-18

eksponencijalnom porastu dostupnih podataka i poboljšanih statističkih tehnika, omogućuju digitalizaciju i automatizaciju rada i napredne analitike.[77]

Slijedeći je **interakcija između ljudi i strojeva**. Podloga za sve veću interakciju između ljudi i strojeva leži u sve većoj upotrebi modernih osobnih uređaja. Sučelja osjetljiva na dodir su široko prihvaćena u potrošačkom svijetu, dok je prepoznavanje gesti, kao i upotreba uređaja povezanih sa virtualnom stvarnošću sve veća. Poznavanje tih uređaja će olakšati provedbu interakcije čovjeka i stroja u proizvodnom okruženju. Druga dimenzija je povećanje fizičke interakcije između strojeva i ljudi, gdje strojevi i ljudi rade u fizičkoj blizini i gdje strojevi mogu olakšati nekad naporan zadatak za ljude.[78]

Zadnji u nizu klastera, prema McKinsey & Company, je **digitalno-fizička konverzija**. Ovdje su značajni faktori kombinacija smanjenja troškova, široki raspon materijala, kao i napredak u preciznosti i kvaliteti. Primjer je 3D printanje, koji je prije bio moguć samo na metal i polimere, danas koristi široki spektar ostalih materijala poput stakla, bioloških stanica, šećera i cementa. Maksimalna veličina 3D printa je porasla za više od deset puta od 1990.-ih do danas. Tehnologije kao što su napredna robotika su sve isplativije gledajući sa strane smanjenja potrošnje, pohrane i korištenja energije. Značajan napredak umjetne inteligencije, vizije stroja i M2M komunikacije su napravljene u području napredne robotike.[79]

Kombinacija tehnologija iz navedenih klastera omogućuje ne samo tranziciju fizičkog u virtualni svijet, već olakšava tranziciju iz virtualnog u fizički svijet.

3.5.2 Novi vidici operativne učinkovitosti

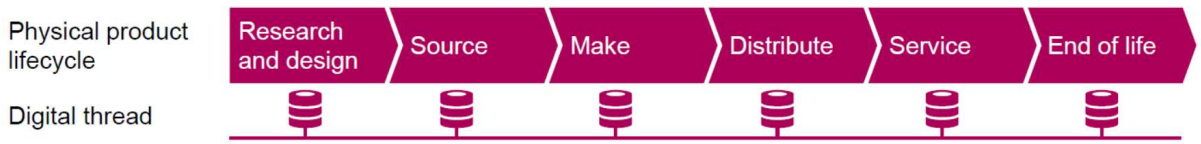
Od početaka industrijalizacije javlja se potreba za optimizacijom proizvodnje, primarno u vidu optimizacije troškova. Takav pristup prisutan je i danas kada se analiziraju pojedini segmenti proizvodnog procesa i ispituju materijali koji se koriste u proizvodima kako bi se smanjili ulazni troškovi, time smanjila izlazna cijena i povećala konkurentnost proizvoda, te u konačnici osigurao profit. Možda ni jedan pristup u industriji nije bio toliko fokusiran na

[77]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 10-18
[78]Ibid., str. 10-18
[79]Ibid., str. 10-18

optimizaciju troškova kao Industrija 4.0, što se može zahvaliti razvoju tehnologija, umrežavanju sustava, povezivanja sa dobavljačima i kupcima u konačnici. Tu glavni riječ vodi, naravno, digitalizacija.

U proizvodnom ciklusu postoji nekoliko faza životnog vijeka proizvoda. Počinje sa istraživanjem i dizajnom proizvoda, nabavkom sirovina, proizvodnjom, distribucijom, uslugama i na kraju završetkom životnog vijeka proizvoda. Digitalizacijom pojavljuje se potreba za praćenjem i analizom životnog vijeka proizvoda sa pristupom zvanim „digitalna nit". Radi se o pojmu koji navodi McKinsey & Company naglašavajući da „digitalna nit" bilježi sve parametre vezane uz digitalan dizajn proizvoda, prenosi kroz digitalno upravljanje i kontroliranje procesa proizvodnje, dovodi do digitalnog nadzora krajnjeg proizvoda u radu (npr. za potrebe održavanja), i na kraju završava u reciklaži proizvoda, gdje digitalno pohranjene informacije mogu pomoći u prepoznavanju dijelovi za ponovnu uporabu.[80]

Slika 13. Životni vijek proizvoda i „digitalna nit"



Izvor: McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 19

Kako bi se upravljalo digitalnom niti potrebne su određene aktivnosti:[81]

- **skupljanje i snimanje informacija** – skupljanje relevantnih podataka, automatsko snimanje putem senzora u realnom vremenu, snimanje i pohranjivanje povijesnih i novih podataka u jedinstveni informacijski sustav
- **prijenos informacija** – digitalni prijenos podataka kroz odjele, proizvodne pogone, i izvan granica tvrtke
- **analiza i sinteza informacija** – identifikacija relevantnih podataka i analiza te sinteza analize u relevantne spoznaje

[80]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 18-34
[81]Ibid., str. 18-34

- **pretvaranje informacija u rezultat** – translacija rezultata analize u preporuke za radnike koje sugeriraju određene akcije, ili automatski aktiviraju akcije strojeva, povratne informacije i kontinuirano unapređenje

Skupljanje i snimanje informacija je početak procesa. Da bi se dobile suvisle informacije i rezultirale konkretnim aktivnosti nakon provedene analize, potrebno je u svakom segmentu životnog ciklusa proizvoda skupljati podatke u realnom vremenu, ali i sačuvati povijesne informacije kako bi se mogla raditi usporedba i pratiti unapređenja ili nazadovanja. Prikupljanje takvih podataka vrši se putem ugrađenih senzora i mjernih uređaja. Izuzetno je važno na vrijeme detektirati nepravilnosti i neučinkovitosti proizvodnog procesa ili vršiti kontrolu kvalitete samog proizvoda tijekom cijelog životnog ciklusa, ne samo u postupku proizvodnje. Naime, u servisnom ciklusu moguće su znatne uštede ako se u procesu korištenja proizvoda detektiraju anomalije koje osim samog troška popravka generiraju i nezadovoljstvo korisnika te stvaraju lošu sliku o kvaliteti finalnog produkta.

Tako prikupljane informacije moraju se prenositi bez gubitaka i sigurnost da neće završiti u krivim rukama. S toga je bitno da je sigurnost informacija definirana u cijelom vrijednosnom lancu i kroz sve faze životnog ciklusa proizvoda. Jedino na taj način može informacija prikupljena u određenom trenutku i mjestu biti odmah na raspolaganju na drugom dijelu vrijednosnog lanca, bilo između odjela, proizvodnih pogona ili čak izvan granica tvrtke. Na primjer, u prehrambenoj industriji informacije o očekivanoj kvaliteti sastojka može biti dostupna čak i prije nego što je berba odvija (npr. na temelju podataka o vremenskim uvjetima). Ove informacije mogu biti od velikog značaja za prilagodbu proizvodnih procesa ili traženju drugih izvora sastojka.[82] Iz primjera je vidljivo koliko ta informacija mora biti zaštićena, jer u konkretnom slučaju alternativni dobavljači sastojka mogu povećati cijenu ako imaju informaciju da primarni dobavljači imaju određene nedostatke u kvaliteti proizvoda. Drugi rizik je da konkurencija dobije informaciju o potencijalnoj nekvaliteti sastojka i na temelju toga prilagodi cijenu i/ili kvalitetu svojeg finalnog proizvoda i preuzme dio tržišta.

Silna količina podataka nema svoju vrijednost u izvornom nestrukturiranom obliku. Međutim kad se provede analiza, kada informacije završe u strukturiranom obliku u skladu sa određenim algoritmima, tada postaju informacije koje se procesom sinteze pretvaraju u relevantne spoznaje koje pridonose proizvodnom procesu u obliku smanjenja troška, većoj kvaliteti ili oboje.

[82]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 18-34

Primjer je modeliranje osjetljivost prinosa rudnik zlata s naprednom analitikom koje je pokazalo da je koncentracija kisika središnji pokretač prinosa, što znači da se proizvodnja može optimizirati dodavanjem idealne količine kisika prilikom postupaka ekstrakcije.[83] Navedeni primjer pokazuje direktnu korist koja je bazirana na optimizaciji proizvodnog procesa isključivo zbog analize i sinteze podataka dobivenih u realnom vremenu postupka ekstrakcije i povijenih podataka koji su upućivali na idealnu koncentraciju kisika.

I na kraju se prikupljanje, prijenos i analiza informacija moraju pretočiti u rezultat. Iako je digitalizacijom, uz pomoć naprednih softverskih rješenja, predviđeno da strojevi u proizvodnim procesima sami izvrše korekcije, opet će dio odluka i postupaka zahtijevati i dalje ljudski angažman.

3.5.3 Promjena poslovnih modela

Promjena poslovnih modela je razumljiva sama po sebi, ako se gleda šira slika svih promjena koje se događaju u Industriji 4.0. Novi poslovni modeli temeljit će se na digitalnoj integraciji i uslugama koje se temelje na podatcima, nastaju na temelju nove vrijednosne propozicije, potaknuti prije svega novim mogućnostima prikupljana, korištenja i dijeljenja podataka. Prikupljeni podatci nisu samo u službi racionalizacije operativnih troškova već se gledaju kao kapital koji će generirati dodanu vrijednost.

U Industriji 4.0 javljaju se četiri nove vrste poslovnih modela:[84]

- platforma
- poslovni model kao servis (engl. As-a-service)
- poslovni model temeljen na pravu intelektualnog vlasništva (engl. IPR - Intellectual property rights)
- poslovni model na temelju podataka

Platformu kao poslovni model gleda se u dva segmenta – kao interakcijska platforma i tehnološka platforma. Interakcijska platforma služi kao svojevrsno tržište za povezivanje više strana i koordinira njihova međudjelovanja. Pružatelj usluga dodaje vrijednost sustavu,

[83]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 18-34
[84]Ibid., str. 34-42

osiguravajući time određenu razinu kvalitete i ravnomjernu raspodjelu dobara i usluga koje se nude. Vizija je razviti integrirane proizvodne mreže u kojoj su strojevi spojeni putem interneta i narudžbe kupaca su proizvedene uz optimalnu iskorištenost kapaciteta. Tehnološka platforma tvrtkama olakšava daljnji razvoj naprednih proizvoda i aplikacija na temelju vlastitih originalnih tehnologija i proizvoda.[85]

Poslovni model kao servis omogućuje također dva segmenta – plaćanje po korištenju i po modelu pretplate korištenja strojeva. Plaćanje po korištenju podrazumijeva da proizvođač ne kupi stroj, iako se nalazi u njegovom okruženju, već ga plaća po korištenju umjesto inicijalne pune cijene. Proizvođač koji koristi stroj na taj način anulira fiksne troškove stroja, te ima samo varijabilne troškove koje opravdava odnosno pokriva realnom proizvodnjom. Dobavljač stroja vidi svoj interes kroz podatke koje skuplja radom stroja i koristi za analizu i daljnja unapređenja stroja. Model pretplate korištenja stroja omogućava, prvenstveno zbog povezanih proizvodnih mreža, da kada je stroj smješten u proizvodnom pogonu jednog proizvođača u vremenu mirovanja može se prodati na korištenje drugom proizvođaču. Optimizacija stroja je veća, time se i njegova investicija isplati.

Poslovni model temeljen na pravu intelektualnog vlasništva pruža novi pristup kapitalizaciji istoga. Obzirom na nedostataka kvalificiranih i educiranih stručnjaka iz područja koje obuhvaća digitalizacija proizvodnje, tvrtke koje imaju akumulirano znanje iz određenih područja nude usluge edukacije i na taj način kapitaliziraju intelektualno vlasništvo.

U poslovnom modelu baziranom na podatcima postoji model izravne kapitalizacije od podataka, gdje se prikupljaju podaci primarnog proizvoda. Google je najistaknutiji primjer za to. Njihov primarni proizvod je tražilica koja stvara podatke, a koji se dalje analiziraju i koriste za ciljano oglašavanje, što rezultira prirodnim tokom prihoda. Neizravna kapitalizacija od podataka je korištenje tih podataka da se identificiraju specifične potrebe i karakteristike kupaca. Te informacije omogućuju specifičnu prilagodbu kupcu.[86]

[85]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 34-42
[86]Ibid., str. 34-42

3.5.4 Postavljanje temelja za digitalnu transformaciju

Prema riječima Dr. Reinholda Achatza, voditelja korporativnih funkcijskih tehnologija, inovativnosti i održivosti ThyssenKrupp korporacije, „*Industrija 4.0 će utjecati na životni ciklus proizvoda do početka do kraja - od dizajna, proizvodnje, stvarne faze uporabe do kraja životnog vijeka - i ne može se pripisati samo jednom odjelu tvrtke. Digitalna preobrazba je funkcionalni trud koji se treba rješavati unutra cijele tvrtke.*“[87]

Prema McKinsey & Company, tvrtke moraju odrediti pet digitalnih stupova da podrže i donesu korist iz dva izvora profitnih mogućnosti koji dolaze sa tehnologijom Industrije 4.0: nižim troškovima i rastom prihoda. Ovi stupovi su ključni za kapitaliziranje mogućnosti, ali u većini slučajeva nisu u središtu proizvodnih tvrtki danas.[88] I to je put kojim tvrtke koje žele sudjelovati u novoj eri industrijalizacije jednostavno moraju poći.

Navodi se pet temeljnih stupova potrebnih za digitalnu transformaciju:[89]

- graditi odgovarajuće digitalne sposobnosti
- olakšati suradnju u industrijskom ekosustavu
- upravljati podatcima kao dragocjenom imovinom
- omogućiti brz i prilagodljiv IT razvoj putem sistemske i podatkovne arhitekture
- osigurati kibernetsku zaštitu (engl. cybersecurity)

Da bi se izgradile odgovarajuće digitalne sposobnosti, biti će izuzetno važno kombinirati podatke, integraciju sustava i procesa, te donositi odluke na temelju funkcionalnih informacija. Jedan od preduvjeta je privući talentirane stručnjake iz područja digitalnih tehnologija. Tvrtke će morati tražiti stručnjake iz područja obrade podataka i procesnih tehnologija koji mogu djelovati na sučeljima između funkcija i sustava te stvarati veze sa predmetnim stručnjacima. Drugi preduvjet je uspostava funkcionalnog rukovođenja i upravljanja. Funkcionalna integracija se treba odraziti na organizacijsku strukturu, jer funkcionalni timovi su ključni dio slagalice. Koristan način provedbe ove promjene je uspostava radnih skupina koja pokrivaju sve relevantne funkcije i podnose izvješća izravno izvršnom direktoru.[90]

[87]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 42-48
[88]Ibid., str. 42-48
[89]Ibid., str. 42-48
[90]Ibid., str. 42-48

Interne granice proizvodnje ne postoje u Industriji 4.0. Povezivanje za drugim industrijama u ekosustav je jedna od osnovnih ideja industrijske transformacije. Međutim u tom povezivanju potrebno je pažnju usmjeriti na dvije stvari. Tražiti saveze i strateška partnerstva ja prva od njih. Razlog je prilično jednostavan, nije realno očekivati da će jedna tvrtka posjedovati sve tehnologije potrebne za kreiranje određenog proizvoda u vrijednosnom lancu industrijskog ekosustava, već će tražiti komplementarne partnere i zajedno stvarati konkurentni proizvod optimalne proizvodnje i troškova. Pored navedenog, zajedno sa komplementarnim partnerima, moraju biti uključeni u definiranje standarda, kako bi očuvali konkurentsku prednost.[91]

Zašto podatci postaju dragocjena imovina vrlo je jednostavno objasniti – podatci će biti ključ zauzimanja kontrolne točke duž lanca vrijednosti Industrije 4.0. I ovdje su prisutne dvije ključne stvari – razviti podatke kao sredstvo i strateški upravljati podatcima. Isključivo točni, aktualni, dostupni, korisni i upravljani podatci će donijeti posebnu vrijednost u poslovanju. Upravljanje podatcima mora biti u potpunosti integrirano s temeljnim procesima poslovnog modela. Strateški je izuzetno važno koji će se podatci dijeliti i s kime. Određivanje ravnoteže između dijeljenja i zaštite podatka spada u domenu strateškog planiranja, a poseban naglasak treba staviti na adekvatnu implementaciju arhitekture podatka i sustava zaštite.[92]

Zahtjevi današnjih kupaca su izrazito dinamični, u kratkom vremenskom periodu, stoga mora kompletan sustav biti koncipiran da brzo reagira na promjenu. U digitalnoj transformaciji bitan je brz i prilagodljiv IT sustav, koji omogućuje da se analizom podataka i očekivanim promjenama ostatak sustava vrlo brzo adaptira. To je izvedivo implementacijom paralelnih sustava infrastrukture podataka i IT infrastrukture. Obično se radi o virtualnim resursima, najčešće u računalnom oblaku, koji se brzo mogu prilagoditi novonastalim potrebama. Također, potrebno je uspostaviti adekvatna sučelja prema podatcima. Brze arhitekture zahtijevaju višestruka sučelja prema kupcima, dobavljačima, pa čak i prema konkurenciji.

Kod osiguranja od kibernetskog kriminala postoje četiri načina kako se najbolje zaštititi – prioritizirati zaštitu ključnih sredstava, integrirati *cybersecurity* u temeljne procese, angažirati menadžment i zaposlenike te zaštititi tehnologiju. [93]

[91]McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital, str. 42-48
[92]Ibid., str. 42-48
[93]Ibid., str. 42-28

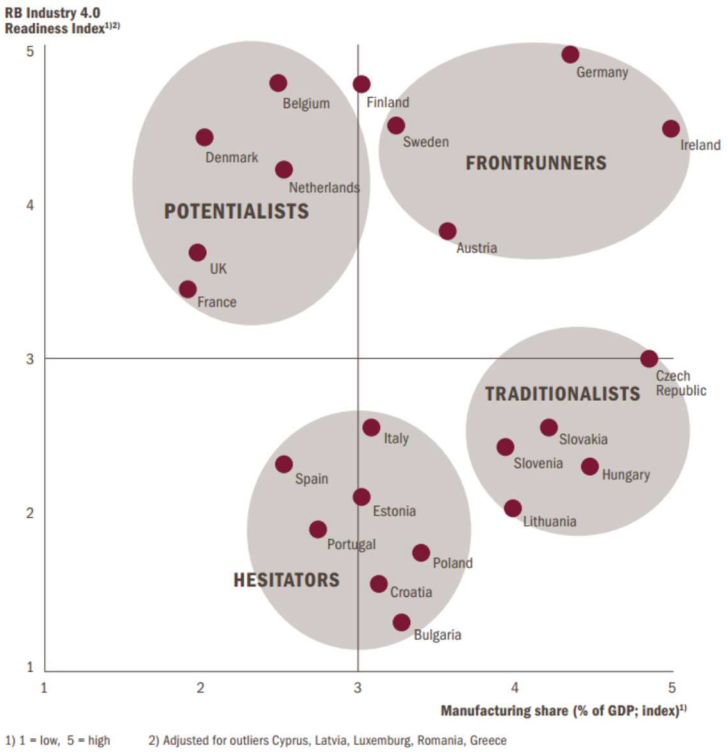
4 HRVATSKA INDUSTRIJA U OKVIRU INDUSTRIJE 4.0

Moderne i razvijene države, bilo na tragu inicijative velikih korporacija ili temeljem odluka državne vlasti, intenzivno i sustavno rade na transformaciji prema Industriji 4.0. Zapravo dobar dio njih se već i nalazi u digitalnoj transformaciji. Što se ne može reći za Hrvatsku. U hrvatskim industrijskim okvirima trenutno nema inicijative da se obavi tranzicija u smjeru nove industrijske paradigme, međutim nema ni razumijevanja za potrebom reformiranja obrazovnog sustava na način da se napravi iskorak prema generiranju educiranih kadrova u okviru poslova budućnosti.

Okolnosti koje su se odvijale zadnjih 20 i više godina nisu išle u prilog razvoja industrijske proizvodnje, naprotiv, ista se drastično reducirala. Međutim valja naglasiti da faza razvoja koja datira iz samoupravljačkog modela upravljanja proizvodnjom nije dugoročno mogla ostati konkurentna u međunarodnim okvirima, iz više razloga. Jedan je zasigurno politički, koji nije dio ovih razmatranja, drugi je tehnološki raskorak koji se dogodio sa zapadnim proizvodnim sustavima, te izuzetno mali troškovi proizvodnje istočnih rastućih ekonomija. U takvom okruženju jedini način na koji se može zauzeti određeni prostor u regionalnim i međunarodnim okvirima je biti poseban, inovativan, tehnološki napredan, u konačnici konkurentan. Industrija 4.0 predstavlja upravo priliku koju treba ugrabiti što prije. Poticajni val treba doći iz dva smjera – jasna, profilirana i neupitna državna ekonomska politika i ranije spomenuti obrazovni sustav. STEM inicijativa postoji, doduše ne od strane mjerodavnih institucija već pojedinaca koji su prepoznali trenutak u kojem se treba ukrcati na zadnji vlak kako bi se uhvatio priključak sa razvijenim svijetom.

Prema istraživanju Rolanda Bergera na temu indeksa spremnosti za Industriju 4.0 Hrvatska spada u skupinu zemalja oklijevalista, a karakterizira ih vrlo nizak indeks spremnosti. Istraživanjem su promatrane države članice EU. Jasno je da to nije dobar pokazatelj, i da se treba sustavno početi baviti tom problematikom. Nema potrebe gajiti nade da će se vratiti industrijska proizvodnja kakva je bila u povijesti, primarno teška industrija, već se treba orijentirati tehnološki razvijenim granama koje zahtijeva stručnu radnu snagu, imaju relativno visoka primanja i lako nalaze svoju poziciju na tržištu.

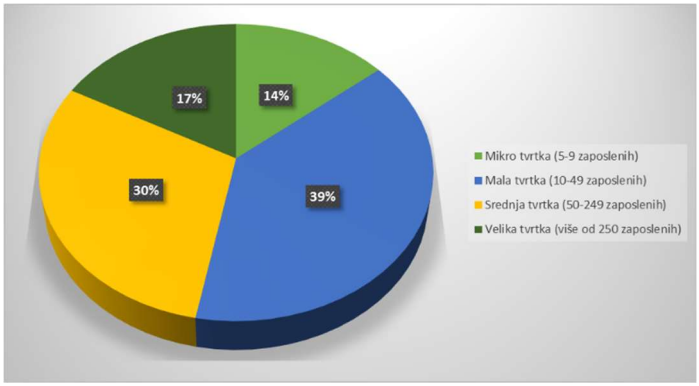
Slika 14. Indeks spremnosti za Industriju 4.0



Izvor: Berger, R. (2014) Industry 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed, Roland Berger Strategy Consultants GMBH, str. 16

Da bi se utvrdilo realno stanje napravljena je analiza stanja hrvatske industrije na putu prema Industriji 4.0. Proveo ju je 2015. godine doktorand Ivan Peko, mag.ing. sa Sveučilišta u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje. U istraživanju je sudjelovalo 160 tvrtki, malih preko srednjih do velikih.

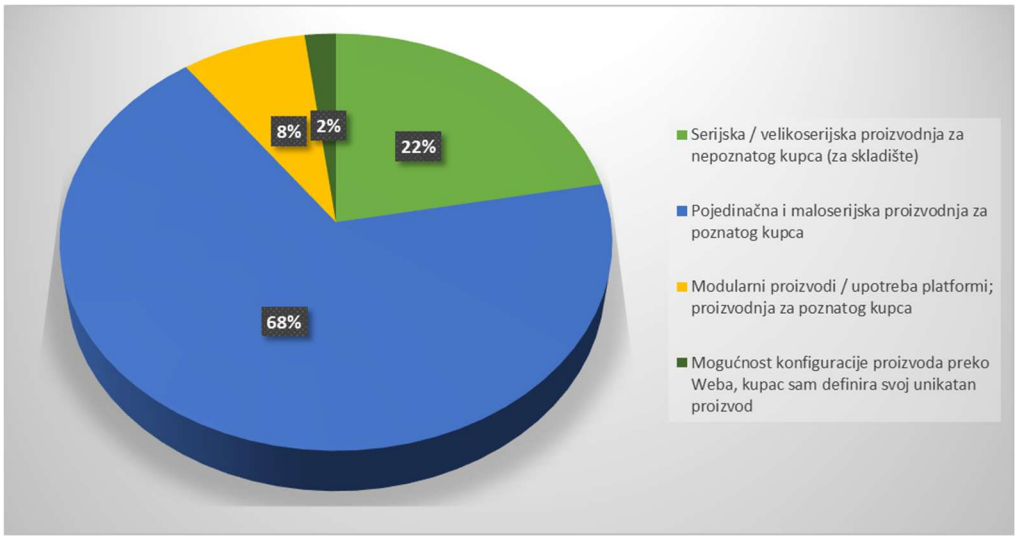
Slika 15. Veličina tvrtke u istraživanju



Izrada autora prema Peko, I. (2015) Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: analiza stanja hrvatske industrije. Seminarski rad. Split: FESB

Vrste proizvoda koje se nalaze u proizvodnom sustavu tvrtke prikazani su na Slici 16.

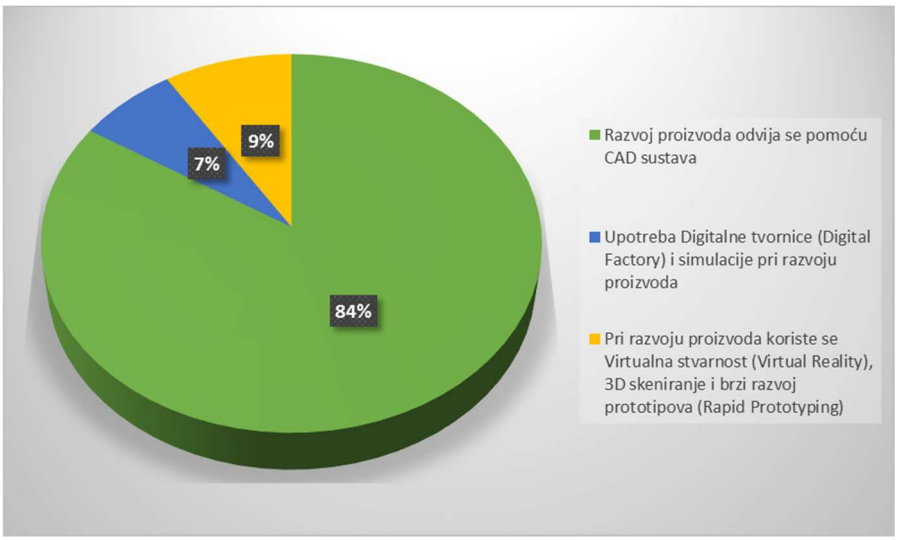
Slika 16. Vrste proizvoda u proizvodnom sustavu



Izrada autora prema Peko, I. (2015) Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: analiza stanja hrvatske industrije. Seminarski rad. Split: FESB

Očekivano prevladava pojedinačna i maloserijska proizvodnja, dok proizvodnju koja je na tragu Industrije 4.0 radi samo 2% ispitanih tvrtki.

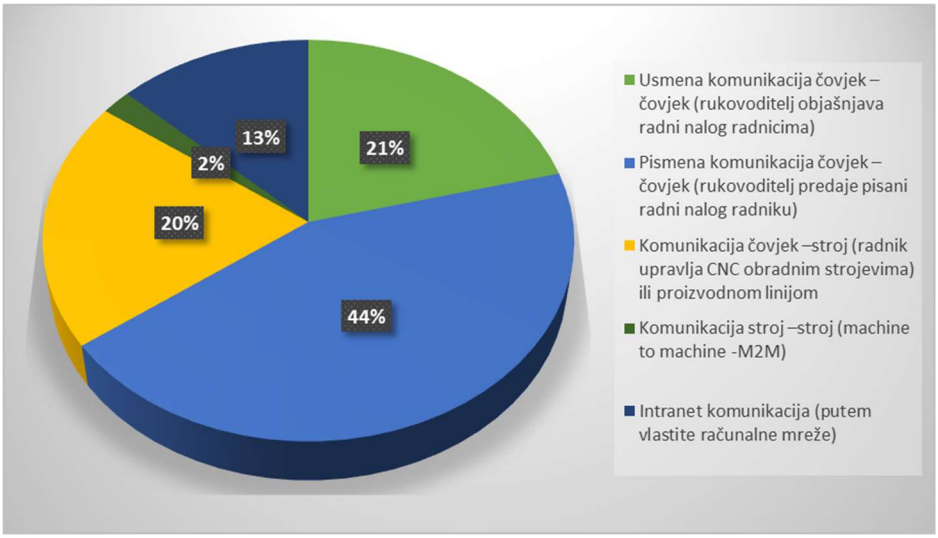
Slika 17. Razvoj proizvoda unutra tvrtke



Izrada autora prema Peko, I. (2015) Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: analiza stanja hrvatske industrije. Seminarski rad. Split: FESB

Razvoj proizvoda je u velikoj većini rađen putem CAD sustava, dok se napredne tehnologije koriste u manjem broju ispitanih tvrtki. Doduše vidljivo je da postoje tvrtke koje rade u okviru Industrije 4.0.

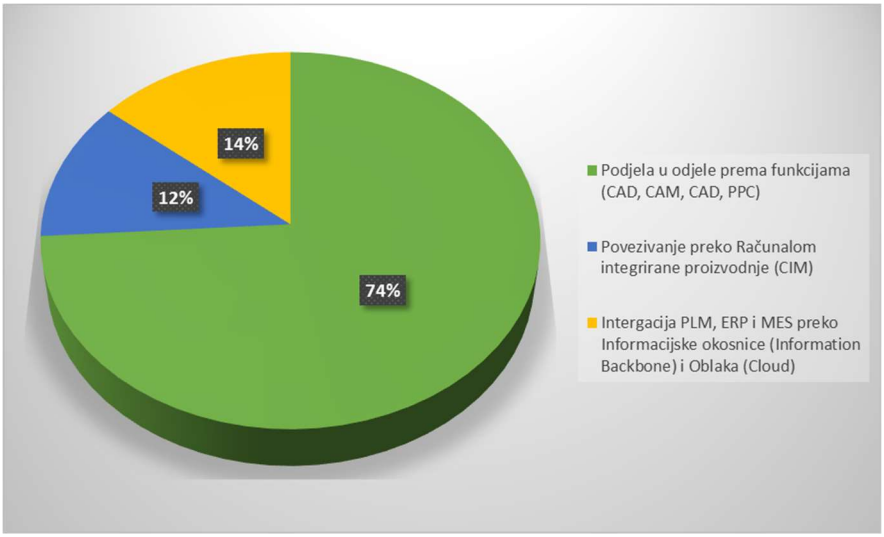
Slika 18. Komunikacija unutra proizvodnog sustava



Izrada autora prema Peko, I. (2015) Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: analiza stanja hrvatske industrije. Seminarski rad. Split: FESB

U komunikaciji prevladavaju principi koji ne predstavljaju dobru podlogu za prilagodbu. Teško je povjerovati da i dalje postoji usmena komunikacija i pismeni radni nalozi u sklopu proizvodnih procesa.

Slika 19. Upravljanje životnim ciklusom proizvoda



Izrada autora prema Peko, I. (2015) Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: analiza stanja hrvatske industrije. Seminarski rad. Split: FESB

Upravljanje životnim ciklusom proizvoda tehnološki se ne razlikuje od dosadašnje promatranih principa, ali pojavljuju se integrirani sustavi, čak i u okruženju računalnog oblaka.

Analiza pokazuje da je izuzetno mali segment domaće industrijske proizvodnje na tragu digitalne transformacije. Iako Industrija 4.0 podrazumijeva nabavku potrebne tehnologije, glavni nedostatak je primarno interne digitalne kulture, vizije i osposobljavanja, kao i nedostatak stručnjaka, problem koji je globalan, ali kod domaće industrije još više izražen. Upravo ta činjenica ide u prilog što skorijoj reformi obrazovnog sustava koji bi trebao u što kraćem periodu smanjiti nedostatak visokostručne radne snage, koji će amortizirati trenutni nedostatak potrebne tehnologije inovativnošću. Bitno je krenuti u pravom smjeru što prije, jer mogućnosti koje se nude su velike, naročito za ekonomiju hrvatskih razmjera.

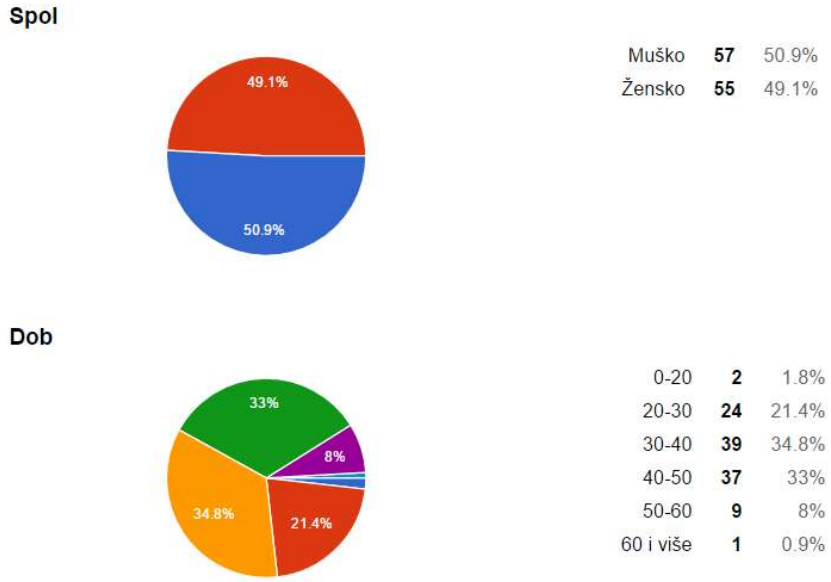
4.1 Rezultati istraživanja provedenog u Hrvatskoj

Istraživanje koje je provedeno među raznim skupinama društva imalo je zadatak provjeriti svjesnost određenih dobnih i obrazovnih skupina o pojmu Industrije 4.0. Svjesnost se prepoznaje u nekoliko dimenzija, od prepoznavanja ključnih pojmova, određivanja prema pojmu, (ne) prepoznavanje prilika i prijetnji, (ne)praćenja i (ne)podržavanja inicijativa na tragu Industrije 4.0. Metoda istraživanja je bazirana on-line slanjem e-mail-a ciljanim skupinama te pozivom na pristupanje anketi putem društvenih mreža. Odrađena je pomoću Google Forms alata.

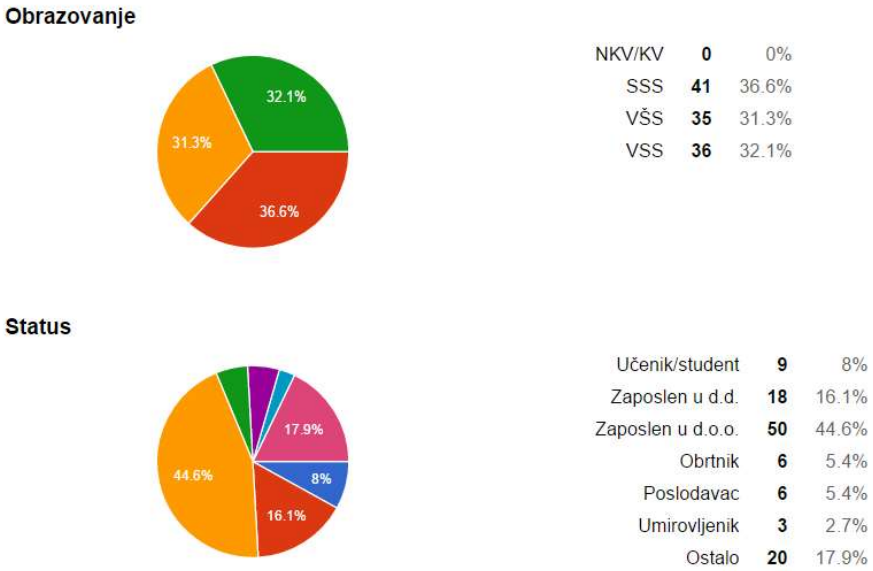
Anketi je pristupilo 112 ispitanika, od toga 55 ženskih i 57 muških, pretežno u dobi od 30 do 50 godina, premda je bilo mlađih od 20 i starijih od 60 godina, što je bio i cilj da se u istraživanje uključe razne dobne skupine. Istraživanje je provedeno u razdoblju od 11. veljače 2017. do 22. veljače 2017.

Rezultati istraživanja su prikazani slijedećim slikama:

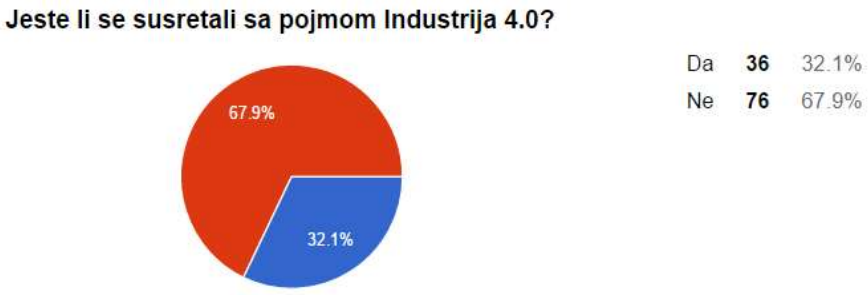
Slika 20. Spol i dob ispitanika



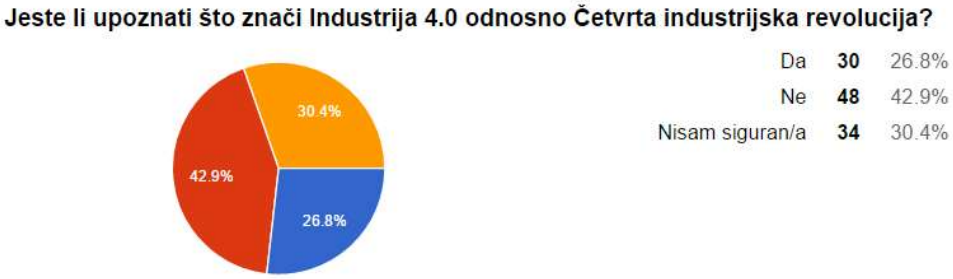
Slika 21. Obrazovanje i status



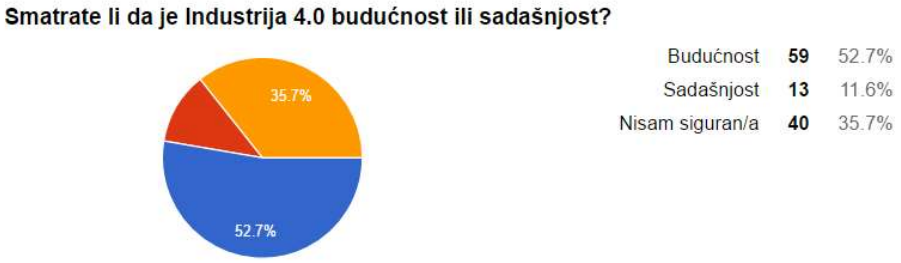
Slika 22. Susretanje s pojmom Industrija 4.0



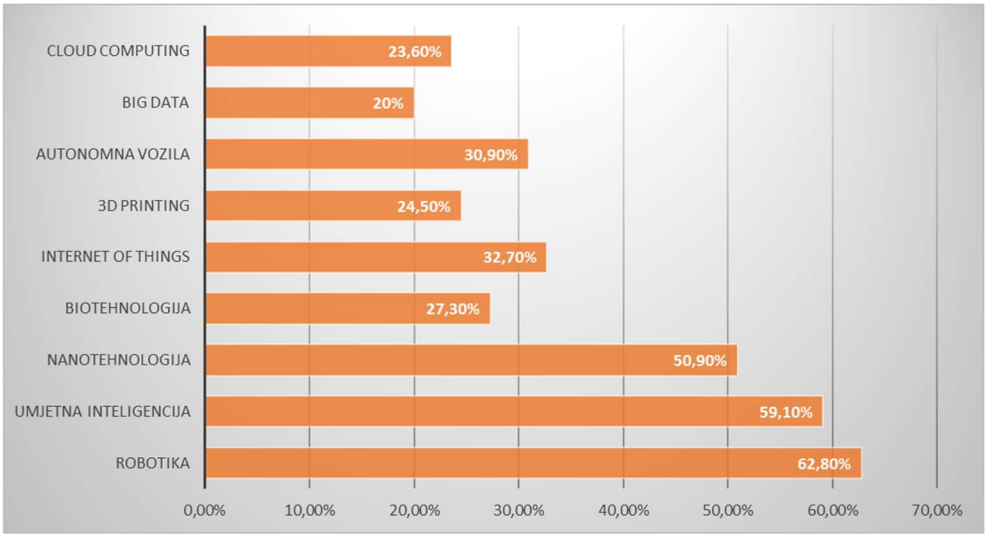
Slika 23. Poznavanje pojma Industrija 4.0



Slika 24. *Industrija 4.0 – budućnost ili sadašnjost*



Slika 25. Prepoznavanje povezanih pojmova



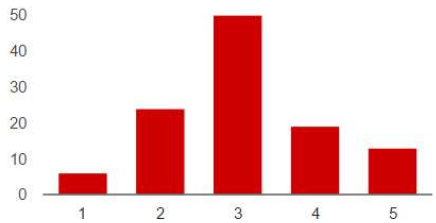
Slika 26. Prilika ili prijetnja

Koliko je Industrija 4.0 prijetnja zaposlenicima u trenutnoj industriji (1 - nije uopće; 5 - izuzetna prijetnja)?



1	**9**	8%
2	**10**	8.9%
3	**51**	45.5%
4	**30**	26.8%
5	**12**	10.7%

Koliko Industrija 4.0 predstavlja priliku za nova radna mjesta (1 - ne predstavlja uopće; 5 - izuzetno predstavlja)?

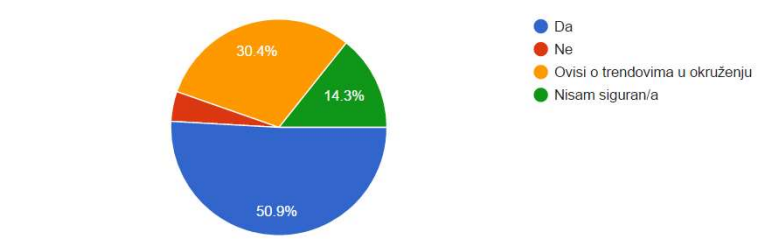


1	**6**	5.4%
2	**24**	21.4%
3	**50**	44.6%
4	**19**	17%
5	**13**	11.6%

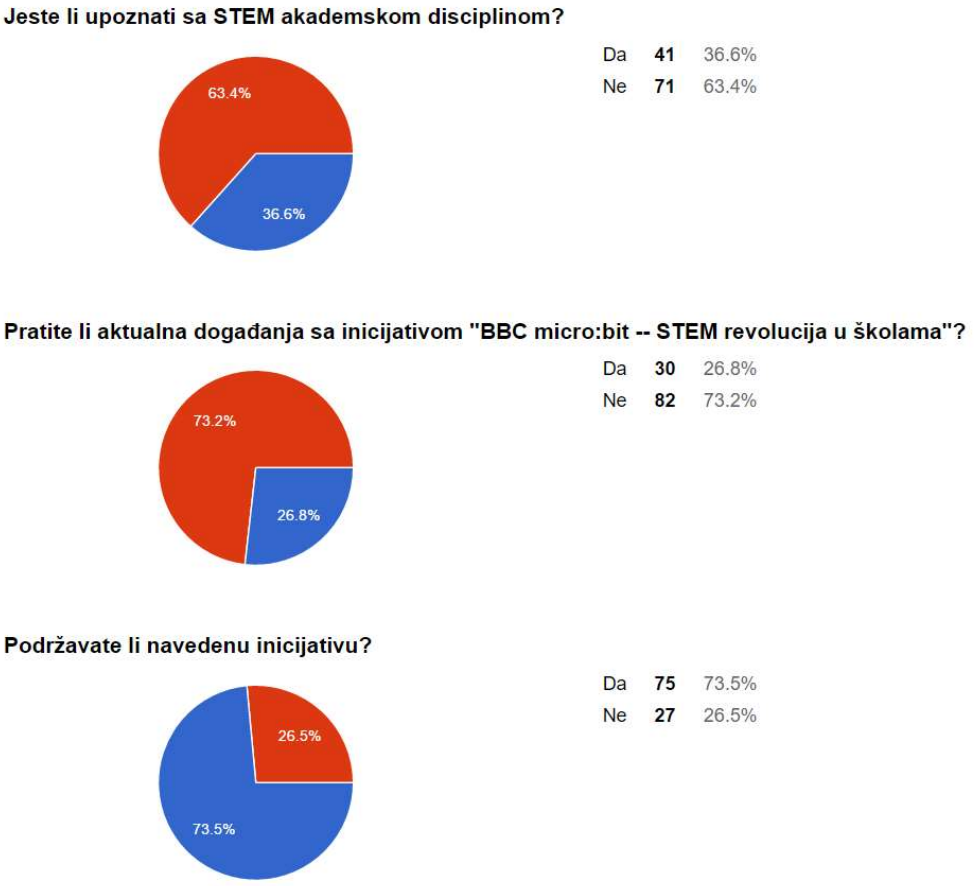
Slika 27. Spremnost hrvatske industrije i gospodarstva za Četvrtu industrijsku revoluciju



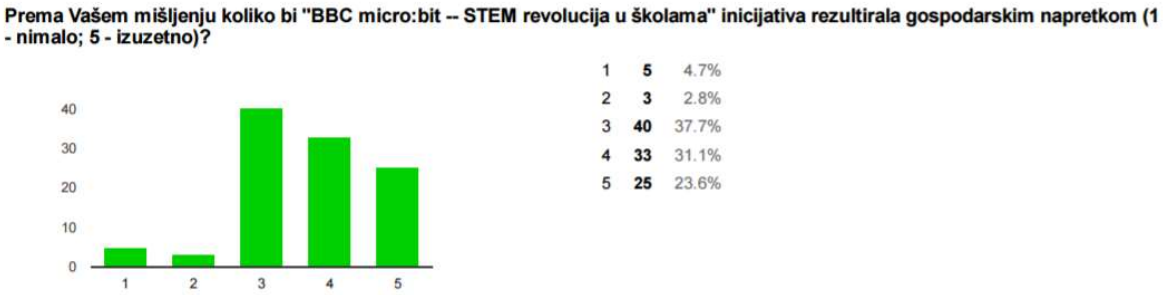
Slika 28. *Orijentiranost ili ne prema novim tehnologijama*



Slika 29. STEM akademska disciplina i inicijativa



Slika 30. STEM inicijativa i gospodarski napredak



Obrazovna struktura ispitanika je bila skoro ravnomjerno podijeljena između SSS, VŠS i VSS-a. Status je kao i u slučaju dobnih granica pokrio sve ponuđene kategorije, što također doprinosi objektivnosti analiziranih rezultata. Na pitanje „Jeste li se susretali sa pojmom Industrija 4.0?“ većina ispitanika je odgovorila negativno. Na tragu prethodnog pitanja i na slijedećem pitanju je preko dvije trećine odgovorilo da nisu upoznati ili da nisu sigurni što znači pojam Industrija 4.0 ili Četvrta industrijska revolucija.

Odgovor na pitanje „Smatrate li da je Industrija 4.0 budućnost ili sadašnjost?“ samo 11,6% ispitanika smatra da je sadašnjost. I to je na tragu ranije razmatranih istraživanja koja Hrvatsku svrstavaju u kategoriju zemalja koja nisu definitivno spremna za novu industrijsku i akademsku transformaciju. Kod raspoznavanja pojmova robotiku, umjetnu inteligenciju i nanotehnologiju je više od 50% ispitanika svrstalo uz Industriju 4.0. U slijedećih nekoliko pitanja analiziralo se koliko nova industrijska reforma predstavlja priliku ili prijetnju zaposlenicima u trenutnoj industriju. U rezultatima se vidi neodlučnost, što je i očekivano budući da je relativno mali postotak informiranosti što je Industrija 4.0 i što onda podrazumijeva.

Jedno od pitanja koje najbolje odražava realno stanje hrvatske industrijske proizvodnje i njezine spremnosti za digitalnu transformaciju, prema većini ispitanika, daje odgovor da nije spremno uopće ili vrlo malo, dok je samo jedan od ispitanika pozitivno ocijenio trenutno stanje. Unatoč svim nepoznanicama više od 50% smatra da se hrvatska industrija i gospodarstvo trebaju orijentirati prema novim tehnologijama, dok je njih 30% oprezno i pratili bi trendove u okruženju. Završna pitanja išla su u smjeru informiranosti o STEM akademskoj disciplini i „BBC micro:bit -- STEM revolucija u školama“ inicijativi. Trećina ispitanika je upoznata sa STEM akademskom disciplinom, manje od trećine prati, ali dvije trećine podržava inicijativu. Zadnje pitanje odnosilo se na mišljenje oko rezultata koji bi mogla donijeti STEM inicijativa glede gospodarskog napretka u Hrvatskoj. Vidljiva je pozitivno razmišljanje u smjeru inicijative.

Može se zaključiti da su rezultati dobiveni istraživanjem očekivani. Raspoznavanje pojmova koji su okosnica Industrije 4.0 nije na zavidnom nivou, ali zbog slabe informiranosti javnosti i razvijenosti industrije nije realno očekivati da bi moglo biti bolje. Pozitivno je što ispitanici podržavaju STEM inicijativu te što smatraju da je Industrija 4.0 prilika za hrvatsko gospodarstvo. Međutim odgovor da se radi o budućnosti, a ne o sadašnjici, ukazuje na činjenicu koliko treba uložiti znanja i energije kako bi se uhvatio korak sa razvijenim industrijskim svijetom.

5 ZAKLJUČAK

Vremena u kojima se nalazi čovječanstvo podložna su promjenama koje se odvijaju brzo kao nikad do sada u ljudskoj povijesti. Naročito u segmentu društvenih i gospodarskih okvira. Može ih se pripisati procesima globalizacije, iz kojih su zasigurno proizašle i koje su ih ubrzale, ali i tehnološkom razvoju koji je na temelju novih znanstvenih spoznaja doživio pravu revoluciju, četvrtu po redu. Nikad intenzivniju i nikad tako brzo nastalu dok je zapravo još uvijek u većini zemalja u razvoju i zamahu tek treća industrijska revolucija.

Razvoj IT tehnologija u posljednjih 20 godina dodatno je naglasio digitalnu transformaciju industrijske proizvodnje kao pravac kojim se neizostavno mora ići. Internet kao platforma kreirao je nevjerojatno razgranatu mrežu i mogućnosti međusobnih komunikacija do te mjere da će sve što okružuje ljude biti povezano, ili bolje reći malo toga je ostalo što nije u globalnom komunikacijskom lancu. Pojmovi poput Cloud Computing, Internet of things, 3D printing, Big Data i slično postali su temelj današnjeg modernog svijeta, i industrijskog. Novi lanci vrijednosti, inovativni proizvodi, interakcija kupaca proizvoda sa proizvodnim procesom, umrežavanje svih čimbenika proizvodnje, podatak kao temeljna vrijednost, sve su to pojmovi koji su abeceda Industrije 4.0. Sve veća ulaganja u istraživanje i razvoj, zaštita intelektualnog vlasništva, čuvanje informacija od cyber kriminalaca okosnica su napretka, stjecanja novih vrijednosti, optimizacije troškova i na kraju, logično, stjecanja konkurentske prednosti.

Napredak kroz tehnologiju, ali i napredak kroz ulaganje u nove akademske discipline nešto je što razvijeni svijet prepoznaje kao prirodan put ka novoj industrijskoj paradigmi, novim društvenim vrijednostima. Kad se govori o društvenim vrijednostima govori se o novim pogledima na vrednovanje stručnosti, znanja, iskustva, novom odnosu prema zaposlenicima i njihovom zadovoljstvu radnim mjestom, primanjima, uvjetima generalno. Transformacija koja ulazi u sve segmente društva.

Rezultati istraživanja pokazali su da pojam Industrija 4.0 nije raširen u hrvatskoj javnosti, još manje prisutan u industrijskoj proizvodnji. Ispitanici relativno slabo raspoznaju ključne pojmove, većina se nikad nije susrela sa pojmom Četvrte industrijske revolucije ili pojmom Industrija 4.0. Iako je ispitanicima bilo teško procijeniti da li je Industrija 4.0 prijetnja ili prilika, prepoznaju je kao budućnost čak i za hrvatsku industrijsku proizvodnju, s dozom opreza glede primjene u zemljama u okruženju. STEM akademska disciplina slabo je identificirana, ali u

većini je podržana. Zaključno povezuju se pojmovi STEM akademske discipline i inicijative za gospodarskim razvojem, što je pozitivno razmišljanje.

Budućnost ili sadašnjost – ovisi s koje pozicije se promatra. Analize su pokazale da se s pozicije hrvatske industrije i razmišljanja građana radi o budućnosti, koja doduše ima potencijala, ali sa određenim nepovjerenjem i nerazumijevanjem se gleda na nju. Ako se gleda s pozicije vodećih ekonomija radi se o sadašnjosti koja je već u dubokoj tranziciji prema potpunoj četvrtoj industrijskoj revoluciji.

U Varaždinu, Potpis:

_____ _____

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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

Ja, DEDELJKO MATEJAK *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom INDUSTRIJA 4.0-SADAŠNJOST ILI BUDUĆNOST U HRVATSKOJ *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Dedeljko Matejak
(vlastoručni potpis)

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

Ja, DEDELJKO MATEJAK *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom INDUSTRIJA 4.0-SADAŠNJOST ILI BUDUĆNOST U HRVATSKOJ *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Dedeljko Matejak
(vlastoručni potpis)

LITERATURA

Časopisi

1. Lodder, J. (2016) Četvrta industrijska revolucija i obrazovni sustav - kako reagirati. Poslovni savjetnik, 129

Studije

1. Buhr, D. (2015) Social Innovation Policy for Industry 4.0, Friedrich-Ebert-Stiftung
2. Deloitte (2015) Industry 4.0 Challenges and solution for the digital transformation and use of exponential technologies, The Creative Studio of Deloitte
3. Gfk Enigma (2014) Umfrage in mittelständischen Unternehmen zum Thema Digitalisierung – Bedeutung für den Mittelstand im Auftrag der DZ Bank
4. Kagermann, H., Wahlster, W. i Helbig, J. (2014) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, Secretariat of the Platform Industrie 4.0
5. Smit, J. et al. (2016) Industry 4.0, European Union
6. Caprile, M. et al. (2016) Encouraging STEM studies, European Union
7. Kutil, M. (2016) Vizualni management vyroby, Plantyst
8. McKinsey & Company (2015) Industry 4.0 How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey Digital
9. Geissbauer, R., Vedso, J. i Schrauf S. (2015) Industry 4.0: Building the digital enterprise, PwC

Publikacije

1. Brettel, M. et al. (2014) How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 8(1)
2. Berger, R. (2014) Industry 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed, Roland Berger Strategy Consultants GMBH
3. World Economic Forum (2016) The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution

Deklaracije

1. The Riga Declaration, ožujak 13, 2015

Seminarski radovi

1. Peko, I. (2015) Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: analiza stanja hrvatske industrije. Seminarski rad. Split: FESB

Internet stranice

1. http://20minuta.hr/teme/kako-nam-u-zivote-ulazi-cetvrta-industrijska-revolucija/102060/
2. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emissions_by_industries_and_households
3. http://eskillsforjobs.lv/about-riga-declaration/
4. http://insent.fesb.unist.hr/index.php/hr/
5. http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2016/293-298.pdf
6. http://profitiraj.hr/cetvrta-industrijska-revolucija/
7. http://www.ambrosetti.eu/wp-content/uploads/Lettera-Club-77_INDUSTRY-4.0-REVOLUTION.pdf
8. http://www.digitalistmag.com/industries/manufacturing-industries/2013/10/15/top-5-reasons-industry-4-0-real-important-0833970
9. http://www.dw.com/hr/industrija-40-strojevi-preuzimaju-upravljanje/a-17355919
10. http://www.euractiv.com/section/digital/news/eu-racing-to-catch-up-with-digital-single-market-plan/
11. http://www.euromonitor.com/industry-40-the-future-impact-of-the-fourth-industrial-revolution/report
12. http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/06/20/what-everyone-must-know-about-industry-4-0/#46ef1db4e3b9
13. http://www.iass-potsdam.de/en/research/emerging-technologies/industry-4.0
14. http://www.ideaprotection.co.uk/embedded-systems-patentable-or-not/
15. http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/solution-briefs/industry-with-iot-ebook.pdf
16. http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act
17. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315003821
18. http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783319190266-c2.pdf?SGWID=0-0-45-1512631-p177384986
19. http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry-4-0.pdf
20. http://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Industry-4.0?gko=7c4cf
21. http://www.techradar.com/news/world-of-tech/future-tech/5-things-you-should-know-about-industry-4-0-1289534
22. http://www.telegram.hr/biznis-tech/prvi-put-u-povijesti-glavna-faca-na-svjetskom-ekonomskom-forumu-u-davosu-je-robot-evo-zasto/
23. http://www.the-mtc.org/pdf/Industry-4-Report-2016-e.pdf
24. https://bib.irb.hr/datoteka/830459.Veza_Industrija_4.pdf
25. https://books.google.hr/books/reader?id=ST_FDAAAQBAJ&hl=hr&printsec=frontcover&output=reader&source=gbs_atb_hover&pg=GBS.PT13
26. https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/skills-jobs
27. https://en.wikipedia.org/wiki/Bessemer_process
28. https://hr.wikipedia.org/wiki/Biotehnologija

29. https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Revolution
30. https://en.wikipedia.org/wiki/Electrification
31. https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution
32. https://en.wikipedia.org/wiki/Hannover_Messe
33. https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution
34. https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0
35. https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Industrial_Revolution
36. https://en.wikipedia.org/wiki/Service_4.0
37. https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor
38. https://industrie4.0.gtai.de/INDUSTRIE40/Navigation/EN/industrie-4-0
39. https://sh.wikipedia.org/wiki/Digitalna_revolucija
40. https://www.accenture.com/us-en/digital-industry-index
41. https://www.bcgperspectives.com/Images/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm80-197250.pdf
42. https://www.dzbank.de/content/dam/dzbank_de/de/library/presselibrary/pdf_dokumente/DZ_Bank_Digitalisierung_Grafiken.pdf
43. https://www.fr.sogeti.com/globalassets/global/downloads/reports/vint-research-3-the-fourth-industrial-revolution
44. https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2014/march/security-tools.html
45. https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf
46. https://www.joomag.com/magazine/mag/01250250014677427 08?page=58
47. https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf
48. ttps://www.sick.com/medias/SICK-Sensor-Intelligence-Enabling-Industry-4.0-eBook.pdf
49. https://www.siemens.com/press/pool/de/events/2015/digitalfactory/2015-04-hannovermesse/presentation-e.pdf
50. https://www.theguardian.com/world/2014/dec/22/south-korea-nuclear-power-cyber-attack-hack
51. https://www.uni-bge.hu/Kutatasi-tevekenyseg/Kutatokozpont/dokumentumok/factory-economies.pdf
52. https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/
53. https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/
54. https://www.weforum.org/agenda/2016/05/industry-4-0/
55. https://www.weforum.org/agenda/2017/01/five-skills-public-officials-need-in-the-fourth-industrial-revolution/
56. https://www.weforum.org/agenda/2017/01/one-skill-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/
57. https://www.weforum.org/agenda/2017/01/the-real-value-of-the-fourth-industrial-revolution-the-benefit-to-society/

POPIS SLIKA

Stranica

Slika 1. Poster prvog velesajma u Hannoveru…….....5
Slika 2. Slikovni prikaz industrijskih revolucija……..6
Slika 3. Parni stroj Škota Jamesa Watta……...7
Slika 4. Rast industrijalizacije per capita…….....9
Slika 5. Pronalazak tranzistora 1947. godine……10
Slika 6. Trendovi Industrije 4.0…….12
Slika 7. Karakteristike Industrije 4.0 prema Deloitte-u……18
Slika 8. Preduvjeti i izazovi Industrije 4.0……..19
Slika 9. Tipično okruženje Industrije 4.0……...21
Slika 10. Analiza sigurnosnih rizika……..26
Slika 11. Omjer emisije stakleničkih plinova u 2014. godini ……36
Slika 12. Ključne tehnologije transformacije proizvodnog sektora……...43
Slika 13. Životni vijek proizvoda i „digitalna nit“…….45
Slika 14. Indeks spremnosti za Industriju 4.0…….....52
Slika 15. Veličina tvrtke u istraživanju……..52
Slika 16. Vrste proizvoda u proizvodnom sustavu…….....53
Slika 17. Razvoj proizvoda unutra tvrtke……...53
Slika 18. Komunikacija unutra proizvodnog sustava…….....54
Slika 19. Upravljanje životnim ciklusom proizvoda……..54
Slika 20. Spol i dob ispitanika……56
Slika 21. Obrazovanje i status……56
Slika 22. Susretanje s pojmom Industrija 4.0…….....57
Slika 23. Poznavanje pojma Industrija 4.0…….....57
Slika 24. Industrija 4.0 – budućnost ili sadašnjost...……..57
Slika 25. Prepoznavanje povezanih pojmova…….....58
Slika 26. Prilika ili prijetnja……...58

Slika 27. Spremnost hrvatske industrije i gospodarstva za Četvrtu industrijsku revoluciju…...59
Slika 28. Orijentiranost ili ne prema novim tehnologijama……59
Slika 29. STEM akademska disciplina i inicijativa……60
Slika 30. STEM inicijativa i gospodarski napredak……...60