

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Ивана А. Баралић

ИНДУСТРИЈА 4.0

Завршни рад

Крагујевац, 2018.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: Мерење, контрола и квалитет

Број индекса: 59/2015

Ивана А. Баралић

ИНДУСТРИЈА 4.0

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Фатима Живић

2. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да

- ✓ Упозна све промене и новине које доноси концепт Индустрије 4.0
- ✓ Истакне циљ дигитализованог процеса производње
- ✓ Кључне параметре новог концепта индустрије
- ✓ И начин комуникације у дигитализованом предузећу

Крагујевац, датум

Ментор:
Име, презиме и звање ментора

Contents

1. УВОД	1
2. Развој индустрије	3
2.1. Индустрија 1	3
2.2. Индустрија 2	4
2.3. Индустрија 3	5
2.4. Фазе индустрализације у свету	6
2.5. Индустрија 4.0	7
3. Индустрија 4.0	8
3.1. Паметне фабрике	9
3.1.1. Интернет ствари	10
3.1.2. Сајбер-физички систем	12
3.1.3. Роботика	13
3.1.4. Cloud computing	15
3.1.5. Bigdata	18
3.2. Предности и недостаци Индустрије 4.0	19
3.3. Вертикална и хоризонтална интеграција	20
3.4. Предуслови за увођење Индустрије 4.0	21
3.5. Промене које доноси Индустрија 4.0	23
3.6. Прилагођеност пословања Индустрији 4.0	23
3.7. Утицај Индустрије 4.0 на запослене	25
4. Индустрија у Србији	26
5. Примери предузећа	28
6. ЗАКЉУЧАК	35
7. ЛИТЕРАТУРА	36

Abstract

Industry 4.0 is a new industrial revolution, which includes automation and data exchange in manufacturing technologies. Digital technologies: Internet of Things, robots, cloud computing, cyber-physical system are key parameters in Industry 4.0. This system creates „smart factors“.

Key words: Internet of Things, robot, cloud computing, cyber-physical system, smart factor

Резиме

Индустрија 4.0 је нова индустријска револуција која обухвата аутоматизацију и размену података у производним технологијама. Дигиталне технологије: Интернет ствари, роботи, cloud computing, сајбер-физички системи су кључни параметри Индустрије 4.0. Овакав систем ствара „паметне фабрике“.

Кључне речи: Интернет ствари, роботи, cloud computing, сајбер-физички систем, паметне фабрике

1. УВОД

Појава Прве индустријске револуције дошла је са настанком погона на пару и машинама које су механизовале неке од послова који су се до тада обављали ручно. То је била велика, нагла и коренита промена у обављању производње и која се одразила на политички, економски и друштвени систем. Затим, Друга индустрија која је позната као Технолошка револуција настала је као последица нових сазнања, техничких открића и примене фосилних горива и електричне енергије. Ова индустрија створила је производну линију и масовну производњу. Настанак Треће индустрије условила је појава рачунара и почетак аутоматизације, када су роботи и машине почели да замењују људе на производним линијама. Данас смо на прагу Индустрије 4.0 у којој се рачунари и аутоматизација спајају на нов начин уз роботе који су даљинским путем повезани на рачунарске системе опремљене алгоритмима за машинско учење и који омогућавају учење и контролисање работа уз мало учешће људи.

Индустрија 4.0 је дугорочна визија развоја производње, заснована на концепту „паметних фабрика“ које користе информациону и комуникациону технологију за дигитализацију пословних процеса. Заправо, основни стуб ове индустрије је „паметна фабрика“ која у један систем умрежава машине, роботе, објекте, возни парк и људе, а то је могуће захваљујући стандардизованом комуникационом интерфејсу, напредном сензору (IoT), елементу за управљање и програмском опремом са моделима за управљање поступака, процеса машина, производа и услуга.

Индустрија 4.0 је усмерена на стварање паметних производа, процедура, процеса и читаве производње. Паметне фабрике су способне управљати сложеним процесима, мање су подложне прекидима, па тако утичу на побољшање производње. Основни смисао дигитализованих пословних процеса је побољшање квалитета рада, остваривање нижих трошкова и повећање обима производње.

Циљ овог рада је да се сагледају све предности и могућности које са собом доноси Индустрија 4.0, све кључне параметре у примени овог концепта, предуслови за увођење дигитализације у предузећу и њихова прилагођавања и прикаже на каквом се Србија данас налази путу да прихвати све новине које са собом доноси, како би опстала на конкурентном глобалном тржишту.

За писање овог рада од користи су били многи научни радови, академски и новински чланци који су говорили о концепту Индустрије 4.0.

Исак и Едина Карабеговић у свом раду „Индустрија 4.0 применом робота и дигиталне технологије у производним процесима у Кини“ говоре о томе да Влада Кине ради на потпуној дигитализацији и примени информационо-комуникационих технологија у производним процесима, иако је производња у Кини на ниском технолошком нивоу. Циљ ове стратегије је да до 2025. године Кина постане технолошки развијена земља у свету. Такође су у овом раду представили да Кина из године у годину континуирано повећава

производњу возила, а разлог за то су аутоматизација и модернизација производног процеса у аутомобилској индустрији путем инсталирања индустријских робота, приказујући како се тренд индустријских робота континуирано повећава [1].

Видосав Мајсторовић, Јелена Мачижић, Татјана Шибалија, Славенко Стојадиновић и Срђан Живковић кроз свој рад „Хоризонт 2020 и програм Индустрија 4.0- ка дигиталном моделу квалитета“ представили су све одговоре на глобалне изазове конкурентности и одрживог развоја, како би индустрија Европске Уније била што више усмерена ка иновативној производњи заснованој на стварању додатних вредности за купце и коришћење информационо-комуникационих технологија [2].

Ibrahim Garbie у својој књизи „Sustainability In Manufacturing Enterprise“ приказује одрживост унутар производних предузећа и испитује концепте и принципе ове области, а у оквиру које је и представљен концепт Индустрије 4.0, која ће помоћи многим производним и индустријским инжењерима [3].

Saurabh Vaidya, Prashant Ambad, Santosh Bhosle су у свом раду „Индустрија 4.0“ изказали потребу Индустрије 4.0 ка претварању регуларних машина у напредне машине, циљ нове индустријске револуције по питању изградње нових, паметних фабрика, као и четири главна покретача Индустрије 4.0 [4].

Гојко Николић кроз свој рад „Је ли Индустрија 5.0 одговор на Индустрију 4.0 или њен наставак“ говори о томе да Индустрија 4.0 представља утицај развоја индустрије аутоматизацијом процеса производње, коришћењем свих модерних производних средстава, тј. сајбер-физичког система. Такође, кроз овај рад разматра да ли је нови појам Индустрија 5.0 одговор на Индустрију 4.0 и какве разлике ту постоје [5].

Рад „Communication Systems for Industry 4.0 and the IIoT“ који је издат за Међународну федерацију аутоматске контроле, бави се основним комуникационим системима у циљу стварања поуздане, сигурне комуникације у реалном времену и у системима у фабрикама будућности [6].

Кроз чланак „Business model Innovation through Industry 4.0“ Dorleta Ibarra, Jaione Ganzarain и Jaun Ignacio Igartua приказују како Индустрија 4.0 утиче на пословне моделе и тиме се идентификују све последице иновација пословног модела [7].

Компанија „Фесто“ као водећи светски произвођач опреме за индустријску и процесну аутоматизацију, већ успешно презентује производе и решења намењена платформи четврте индустријске револуције. Заправо, представила је најновија достигнућа Индустрије 4.0 као што су: Cloud концепт, интегрирани погонски пакети, модуларни вентилни терминали са OPC-UA и IoT приступом...[8].

2. Развој индустрије

Индустрија је привредна делатност која машинским путем прерађује сировине у полупроизводе и производе.

Индустријска производња представља значајну област укупног економског система и економске политике сваке земље од које зависи стабилност економског раста, запосленост, одржавање спољноекономске равнотеже у извозу и увозу. Развој индустрије је условљен: расположивошћу акумулације за инвестиције, стањем природних ресурса, нивоом обучености радне снаге, величином домаћег тржишта, развојем и применом резултата научноистраживачког рада. Раст индустријске производње и њено одржавање зависи од институција система и економске односно индустријске политике која се примењује [9].

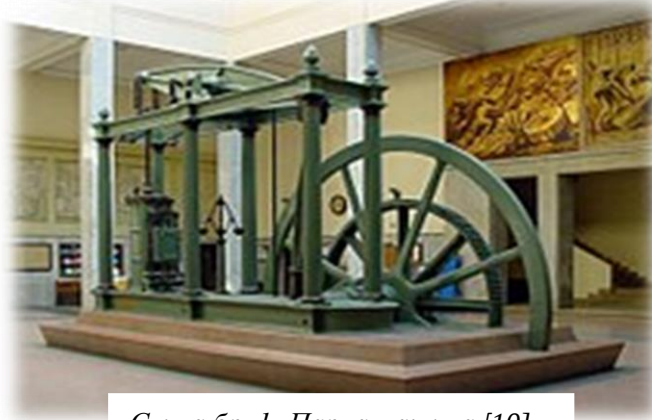
Многи научници сматрају индустријску револуцију као скуп технолошких проналазака који заменом човековог ручног рада машинама и применом механичке покретачке снаге доводе до прелаза са занатства на индустрију, и на тај начин стварају основ модерне економије. Често се под индустријском револуцијом сматра свака значајнија технолошка промена, тако да историчари говоре о „Индустријској револуцији у XIII веку“, о „Раној индустријској револуцији“ и о „Првој, другој и трећој индустријској револуцији“. Данас, све већи значај и примену има „Индустрија 4.0“ која се постепено развија.

2.1. Индустрија 1

Прва индустријска револуција представља прелаз на нове производне процесе, односно промену са мануфактурне производње на индустријску производњу. Она је обухватала прелаз са ручне методе машинске, нове хемијске производње и процес за продукцију гвожђа, побољшане ефикасности снаге воде, повећане употребе снаге паре и развој машинских оруђа. Такође се односила на прелаз са дрвета и других био-горива на угаљ. Прво се појавила у Енглеској половином 18. века и трајала је све до почетка 19. века, а затим се почела ширити по остатку Европе и света.

У Енглеској су произвођачи тканине ради повећања и убрзања производње све више улагали новац у стварање нових изума. Најзначајнији изум била је парна машина (слика бр.1) коју је патентирао James Watt 1763. године.

Овај проналазак изазвао је велики преокрет у производњи уз мањи утрошак енергије и брзу имплементацију у фабрикама, рудницама и саобраћају.



Слика бр. 1- Парна машина [10]

2.2. Индустрија 2

Прва индустријска револуција прерасла је у Другу индустријску револуцију у периоду од 1840. и 1870. године када је настављено са технолошким и економским прогресом путем повећане примене парног транспорта, производњом машинског оруђа на великим скалама и повећаном употребом машинерије у фабрикама на парни погон.

Научно-техничко-технолошка револуција револуционише све факторе производње, почев од енергије, горива и сировине, па преко средстава рада до организације и услова човека, при чему посебан значај припада науци.

У овом периоду откривен је челик као релативно јефтин материјал с обзиром на одлична техничка својства, при чему је у великој мери заменио гвожђе. Захваљујући њему почеле су се градити конструкције, железнице, бродови и друге ствари које до тада нису биле економски исплативе. Коришћењем челика омогућена је изградња железница по нижим ценама, што је довело до наглог развоја транспортних путева.

Пре ове револуције домаћинства су за осветљивање просторија користиле свеће и лампе на плин. Зато су проналасци у овом периоду везани за увођење једносмерне а затим и наизменичне електричне енергије. 1878. године Thomas Edison је приказао своју нову сијалицу (слика бр.2), а затим је увео у ширу употребу једносмерне електричне енергије. Међутим, главни покретач Друге технолошке револуције био је Никола Тесла стварањем наизменичне струје. Он је сматрао да се наизменична струја може преносити на много већој удаљености него једносмерна и да ће тиме значајно променити дотадашњи начин производње. 2 велика открића која су обележила 1876. годину били су проналасци телефона и производња модерног мотора са унутрашњим сагоревањем.



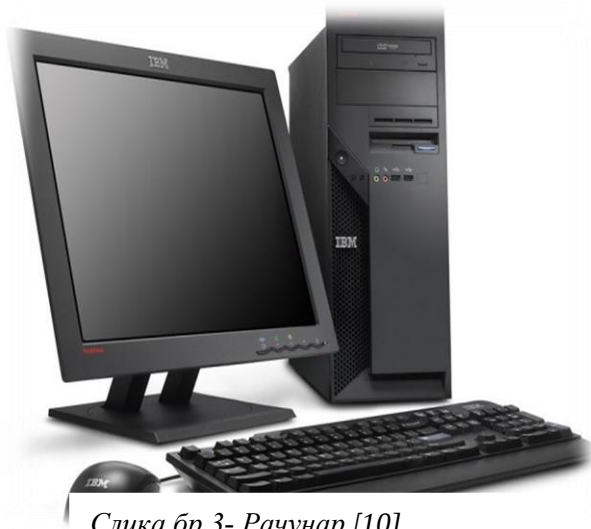
Слика бр.2- Сијалица [11]

Велики преокрет у производњи било је увођење покретне траке у производни процес, чиме је убрзано обављање и учинило раднике ефикаснијима и продуктивнијима. 1913. године Henry Ford је инсталирао покретну траку за масовну производњу свог модела Т.

2.3. Индустија 3

Електроника и информационе технологије доживљавају брзо ширење у индустрији 70-их година 20. века. Производња се све више заснива на компјутерски потпомогнутој производњи. Дигитална револуција или Трећа индустријска револуција је промена из аналогне и електронске технологије у дигиталну технологију. Термин се такође односи и на промене писања донесене дигиталним рачунарством и комуникацијском технологијом, које се појављују током друге половине двадесетог века.

Главна карактеристика овог периода је масовна производња и широка употреба дигиталних логичких кругова, и њених изведених технологија, укључујући компјутер, мобилни телефон и факс машину. Роботи постају напреднији и исплативији, што са собом вуче даљу аутоматизацију производње. Проблем који даља аутоматизација производње вуче са собом је смањење потребе за радницима који зарађују новац делатностима које не захтевају стручне квалификације и за који је физичка снага и издржљивост важнија од образовања. Основна технологија је пронађена у другој половини двадесетог века и постала је економична за широко коришћење након што је изумљен персонални рачунар (слика бр.3).



Слика бр.3- Рачунар [10]

Дигитална револуција је претворила технологију која је пре била аналогна у дигитални формат. Учинивши ово, постало је могуће да се направе вишеструке копије које су идентичне оригиналу. На пример, у дигиталним комуникацијама, хардвер за понављање је био у могућности да прошири дигитални сигнал и да га преда даље без губљења информација. Од једнаке важности за револуцију је и могућност да се дигиталне информације лако крећу између медија, како би им приступили или дистрибуисали на даљину.

2.4. Фазе индустријализације у свету

Историјски и по земљама посматрано почетни импулси и процеси индустријализације у свету су се одвијали на следећи начин као што је у Табели бр.1 приказано:

Табела бр.1- Приказ историјског развоја индустријализације

Године	Земље
1790-1820.	Енглеска, Швајцарска и САД
1820-1860.	Белгија, Француска, Немачка, Аустрија, Русија и Шведска
1860-1890.	Италија, Холандија, Данска, Грчка и Јапан
1890-1930.	Мађарска, Чиле, Индија, Бразил, Аргентина, Аустралија, Кина, Југославија

Ови процеси, природно, и даље трају с тим што у њих ступају нове земље, међу којима је највећи број оних које су се ослободиле колонијалног или полуколонијалног положаја.

Индустријализација, независно од друштвених и историјских услова, има неколико заједничких карактеристика. То су брз развој енергетике, саобраћаја, трговине, стварања градских агломерација становништва, у коме доминирају индустријски радници, односно револуционисање средстава и метода рада у другим привредним и непривредним делатностима, продубљавање друштвене и техничке поделе рада а тиме и развијање кооперације [12].

На слици бр. 4 приказане су фазе развоја индустрије по годинама.



Слика бр.4- Фазе развоја индустрије [13]

2.5. Индустрија 4.0

Четврта индустрија јавила се као наставак Треће индустријске револуције. Заснована је на умрежавању паметних дигиталних уређаја бежичним путем, тако да ће производни процеси бити контролисани путем паметних мрежа и паметних система.

Индустрија 4.0 или дигитализација односи се на примену различитих технологија које омогућавају фузију стварног и дигиталног света. Њен основни циљ је успостављање комуникације између људи, производа, производних процеса, пословних система итд. Од Индустрије 4.0 се очекује да ће довести до радикалних промена, не само у економском развоју, већ и у организацији рада.

Основу ове индустрије чини умрежавање применом сензорских система, аутоматизације и аутоматског прикупљања, анализе и примене тако прикупљених података. Такође, важан део концепта Индустрије 4.0 је иновативни приступ „big data“ анализи- аквизиција и анализа изузетно великог броја података као подршка у доношењу стратешких одлука.

Визија Индустрије 4.0 карактерише високо индивидуализоване и истовремено транзијентне производне процесе. То је приступ фокусиран на креирање „паметних производа“, процедура и процеса како би потенцирао иновације у конструкцији производа и у што краћем року створио нове производе за тржиште. Задовољењем индивидуалних жеља купаца мења се производни концепт од масовне ка индивидуализираној, аутоматизованој производњи. У приступу Индустрије 4.0, концепти сајбер-физичких система (Cyber Physical Systems – CPS) и интернета ствари (Internet of Things – IoT) приближавају се ка инернету услуга (Internet of Services - IoS) који се много користи у креирању, публикавању и дељењу сервиса заснованих на Cloud приступу.

Очекује се да ће Индустрија 4.0 имати шири утицај не само на компаније, већ и на начин рада, где ће се првенствено фокусирати на услуге и пословне моделе, поузданост и продуктивност, сигурност информационих система, сигурност запослених и машина, животни циклус производа, ланац вредности, образовање запослених, социо-економски аспект, разумевање утицаја на нову индустрију и повољне ефекте који би се могли приказати као резултат тих промена.

3. Индустрија 4.0

Последњих неколико година у свету долази до развоја и имплементације напредних технологија, а посебно дигиталне технологије у производне процесе индустрије, при чему компаније које желе остати на тржишту морају бити у току и пратити развој и вршити модернизацију и аутоматизацију својих производних процеса како би одржале конкуренцију на глобалном ниову. Велике промене доносе дигиталне технологије као што су: увођење интернета, укључујући отворене софтверске платформе, отворене комуникације, отворене базе података са моћним уграђеним процесима, тако да умрежена производња у индустрији постаје флексибилнија.

Нове технологије, једним делом, већ су доступне компанијама јер им је ниска цена која стално опада, а у блиској будућности ће бити у потпуности заступљене у производним процесима. Следећи разлог, због које компаније морају да прате развој и имплементацију наведених технологија, је што купац путем информационо комуникационих технологија врло брзо долази до информација те проширује своје захтеве, тако да производи које траже купци постају све сложенији и сложенији за производни процес [1].

Компаније у свим земљама раде ужурбано на имплементацији напредне технологије у производне процесе индустрије и да на тај начин искористе нове информационе и комуникационе технологије како би производња била флексибилна и продуктивнија. Оваква дигитализација производних процеса означена је као „Индустрија 4.0“.

Основни циљ ове индустријске револуције је високо-флексибилна, индивидуализирана, масовна производња која доноси мало шкарта. Купац добија производ произведен по његовој жељи уз релативно ниску цену. Такав производ биће са јединственим карактеристикама у погледу дизајна, конфигурације, наручивања, планирања, производње, коришћења и рециклаже. Производни процес мора бити флексибилан јер мора бити у стању да произведе што више различитих типова производа и у стању угради у последњем тренутку промене захтева, непосредно пре или чак током производње, као и потенцијално током њиховог коришћења. То ће омогућити да се профитабилно производе појединачни производи.

Од инжењерства се очекује да учествује у целом животном веку производа. Паметни производи који су резултат Индустрије 4.0 биће у могућности да шаљу велики број података свом произвођачу на основу којих се могу увидети све промене које су му потребне за побољшање у будућности.

Индустрија 4.0 свакодневно помера границе даље и у средиште процеса производње ставља међусобну сарадњу радника и свих објеката који их окружују. Тако је за успешно извршење Индустрије 4.0 у предузећу битно имати квалитетну организацију рада, квалитетно особље и паметне уређаје. Индустрија 4.0 представља и промену размишљања како се долази до готовог производа. Материјал који се налази у процесу производње сада путује од уређаја до уређаја казујући сваком уређају начин на који жели бити обрађен. Сваки део има јединствен чип у себи на којем су смештене информације за обраду. Тај чип

и након производње и продаје скупља информације о производу које су видљиве на интернету ствари. Интелигентни уређаји смањују беспотребно пренапрезање радника и омогућују им концентрацију на креативнији део посла што ће довести до повећања додатне вредности производа.

Постоје четири принципа дизајна темеља Индустрије 4.0 који подржавају идентификацију организација и имплементацију савремених приступа, а то су:

- 1) **Међусобно деловање**- способност машина, уређаја, сензора и људи да се међусобно повезују преко Интернета ствари или путем Интернета људи.
- 2) **Транспарентност информација**- способност информационог система да креира копију физичког света у виртуелном окружењу, користећи податке који су прикупљени путем сензора, при чему подаци морају бити правилно обрађени и имплементирани.
- 3) **Техничка помоћ**- способност машина да помажу и дају подршку у оквиру процеса производње, олакшавајући тако рад и решавање проблема.
- 4) **Децентрализација одлучивања**- способност доношења одлука од стране кибернетичких система о извршавању задатака и њихових имплементација.

3.1. Паметне фабрике

Поред развоја технологије и новог начина пословања развијају се и фабрике, па су тако погони у 21. веку другачији од оних са почетка индустријске револуције, где су димњаци парали и замрачивали небо, а бучни, прљави и нехумани амбијент чинио их је непривлачним за рад.

Индустријализација Европе и других развијених економија утицала је на изградњу нове генерације фабрика (паметних фабрика) односно фабрика будућности. Сматра се да фабрика будућности није никакво чудо технике, холивудска маштарија у којој све изгледа баш нестварно, као из неког другог света. Већ је то нешто што је блиско, али свој суштини има право оне новине којима се мења стереотип фабрике из давних прошлих времена.

Код паметних фабрика изражено је учешће дигитализације, аутоматизације и вештачке интелигенције, све са циљем оптимизације процеса набавке, производње и пласирање производа. Она је пројектована у складу са одрживим и услужно-орјентисаним најбољим пословним праксама/моделима. Поред оптимизације заснива се и на флексибилности, карактеристикама самоадаптивности и учења, толеранцији грешака и управљању ризицима.

Паметне фабрике поред дигитализованих машина имају и индустријски софтвер који обухвата производне процесе, комуникациону инфраструктуру, безбедносни систем и дигитализоване индустријске сервисе.

Предности које се очекују да ће донети паметне фабрике су:

- Производња тачог броја производа према захтевима тржишта
- Информисаност купаца кроз читав процес производње
- Почетак производње на захтев
- Међусобна комуникација компоненти путем неког стандардизованог језика
- Различити произвођачи компоненти производа

Паметне фабрике биће у стању да процесирају и управљају комплексним системима и процесима. У њима ће људска бића, машине и ресурси комуницирати једни са другима.

Кључни параметри у примени концепта Индустије 4.0 у предузећима су:

- Интернет ствари (IoT)
- Сајбер- физички системи
- Роботика
- Cloud computing
- Big data

Индустрија 4.0 подразумева потпуну дигитализацију свих процеса производње и примену наведених дигиталних технологија приликом креирања идеја о неком производу, инжењерингу производа, организацији производње, реализацији производње, контроли процеса и пружања индустријских услуга.

3.1.1. Интернет ствари

Интернет ствари (Internet of Things, скраћено IoT) представљају међуумрежавање физичких објеката, возила, зграда и других ствари са уграђеним електронским, софтвером, сензорима и конективношћу који омогућавају објектима да размењују податке са произвођачем, оператером и/или другим повезаним уређајима [14].

У Индустији 4.0 то представља довођење интернета у све делове производње, при чему се могу пронаћи информације и о најмањим сензорима или уређајима. Сваки уређај има своју IP (Internet protocol) адресу која се може пронаћи у делу Интернет ствари. Преко њега су повезани сви делови и објекти у предузећу (роботи, сензори, управљачке јединице).

Глобално гледано, Интернет ствари обухватају три врсте комуникације: комуникацију уређаја са људима, комуникацију између уређаја и комуникацију између ствари. Интернет ствари се заснивају на интерконекцији мноштва уређаја који имају уграђене различите сензоре, који омогућавају прикупљање различитих информација и њихову размену. Уређајима се управља кроз постојећу инфраструктуру, односно WiFi, мобилне мреже (UMTS, 3G, 4G/LTE) и друго. То ствара могућност за директну интеграцију података физичког света у виртуелни, чиме се побољшава ефикасност и тачност повезаних уређаја. Тако Интернет ствари доносе шансу за нове пословне могућности и моделе. Када су Интернет ствари повезане са свим сензорима и актуаторима, такав систем може бити

укључен у сајбер-физички систем. Сваки ситем, уређај, ствар која је повезана тако могу се идентификовати и интегрирати у Интернет инфраструктуру.

Могућности које нуде Интернет ствари:

- Комуникација и сарадња: Објекти имају могућност повезивања са Интернет ресурсима или чак једни са другима, да користе податке и услуге и ажурирају своја стања. Бежичне технологије као што су GSM, UMTS, Wi-fi и Bluetooth и друге многе су од велике важности.
- Адресирање: Унутар IoT-а, објекти могу бити смештени или адресирани помоћу услуга или имена па им се тако може и удаљено приступити
- Идентификација: Објекти су јединствено идентификовани. RFID, NFC и бар кодови су примери ствари који немају енергетско напајање који се могу идентификовати. Идентификација омогућава објекту повезаност са својим подацима где се ти подаци могу преузети под условом да су повезани на мрежу.
- Очитавање: Објект прикупља податке о свом окружењу путем сензора који их може снимити, прослеђивати или директно реаговати на то.
- Активирање: Објект садржи погоне за манипулацију унутар своје околине. Такви погони могу се користити за даљинско управљање у стварном свету путем Интернета
- Уградбену обраду информација: Паметни објекти имају процесор или микроконтролор, и капацитет меморије. Ови ресурси се могу употребити за обраду или интерпретацију података сензора или се могу спремати у меморији како су били коришћени у прошлости.
- Локализација: Паметне ствари су свесне свог физичког положаја или се могу саме лоцирати.
- Кориснички интерфејс (интеракција човека и машина): Паметни објекти могу комуницирати са људима на одговарајући начин. Иновативне интеракције су битне, јер се помоћу таквих уређаја може комуницирати гестовима, гласом, сликама, итд [15].

Истраживање која је обавила једна компанија показују да ће број повезаних IoT уређаја расти у просеку 12% на годишњем нивоу, односно да ће се са 27 милијарди, колико износи ове године, достићи 125 милијарди до 2030. године.

Развијањем IoT покрета утицаће се на све фазе индустријске и готово све тржишне области, почев од сировина, до производње, дистрибуције, па чак и потрошње финалног производа.

3.1.2. Сајбер-физички систем

Четврта индустријска револуција може се описати као појава „сајбер-физичких система“ (сајбер-физичких система) која укључују потпуно нове могућности за људе и машине. Иако се ове способности ослањају на технологије и инфраструктуру треће индустријске револуције, Индустрија 4.0 представља потпуно нове начине на које технологија постаје уграђена у друштвима, па чак и у људска тела [16].

Сајбер-физички систем је механички уређај који управља рачунарским алгоритмима.

Појам Сајбер-физички систем (Cyber-physical system) односи се на нову генерацију система са интегрисаним рачунарским и физичким способностима који могу комуницирати са људима кроз различите модуле. Способност за интеракцију и проширење тих могућности са физичким светом преко прорачуна, комуникације и контроле, битан је фактор за будуће технологије.

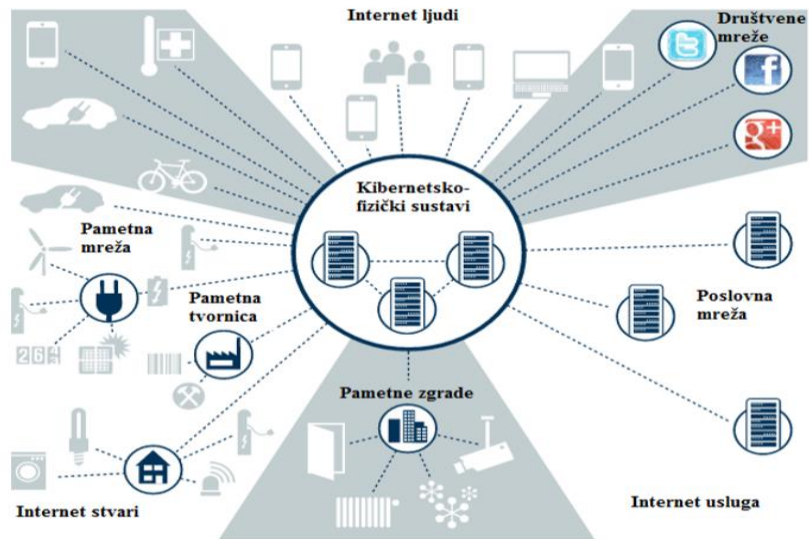
Сајбер-физички системи (СФС) се базирају на ИЦТ технологијама које спајају виртуелни и физички свет, чиме креирају истински свет у коме интелигентни ентитети комуницирају и имају интеракцију једни са другима. Заједно са интернетом, базама података и сервисима који су расположиви он-лајн, уграђени ентитети се повезују да би формирали сајбер-физичке системе. СФС су такође парадигма за постојеће пословне и тржишне моделе производње, као револуционарно нова апликација, постајући на тај начин могући провајдери сервиса/услуга у ланцима додатних вредности [17].

Паметне фабрике производе, ресурсе и процесе реализују кроз сајбер-физички систем, пружајући значајне предности у погледу високог квалитета, који се изводе у реалном времену, штедни ресурса и трошкова у поређењу са класичним производним системима. Сајбер-физичка производња захтева дигитални развој свих главних ентитета и функција у једном предузећу и њихову интеграцију у један дигитални ланац од почетка до краја свих нивоа производње, применом решења заснованих на ИЦТ технологијама.

Овај систем може:

- ✓ надгледати и управљати физичким и организационим процесима
- ✓ интегрирати различите техничке дисциплине
- ✓ могућност интеракције са корисницима
- ✓ континуирану оптимизацију његовог извођења
- ✓ могућност прилагођавања променама у околини

Сајбер-физички системи (слика бр.5) су паметни умрежени системи са уграђеним сензорима, процесима и актуаторима (извршним органима) који су дизајнирани да осете и инерагују са физичким светом и подрже рад у реалном времену са гарантованим перформансама у безбедносно критичним апликацијама. Сви уређаји, делови, материјали су опремљени сензорима и међусобно повезани ИЦТ технологијама.



Слика бр. 5- Сајбер-физички системи [17]

3.1.3 Роботика

Прва генерација индустријских робота представља прву роботску револуцију која се јавља 60-70 година прошлог века, а ради се о индустријској аутоматизацији, која је највише заступљена у аутомобилској индустрији и многим другим производним процесима. Применом дигиталних технологија у које се убрајају ИЦТ технологије, сензорске технологије и многе друге напредне технологије допринеле су развоју робота друге генерације односно данас смо у времену друге роботске револуције, где роботи постају осетљиви и сигурни за рад, те их није потребно оградама одвајати од радника, јер могу заједно да раде са радницима. Развоју роботске технологије допринела је Индустрија 4.0, јер стратегије водећих индустријских земаља иду у потпуну аутоматизацију производних процеса, односно „интелигентну аутоматизацију“ која у роботској технологији доводи до четврте роботске револуције, када ће роботи постати интелигентни [18].

Ови роботи су створили нове услове за повећање продуктивности и надмашили су индустријске роботе прве генерације. Разлози за то су: једноставна израда робота, једноставни су за програмирање и коришћење, побољшана је способност за манипулацију, смањена величина и трошкови робота, роботи раде у широком распону динамичких окружења и раде заједно са људима.

Индустријски роботи су програмабилни систем опште намене који могу да поседују неке антропоморфне карактеристике, а пре свега руке (сегменте). Програмабилност, руке и зглобови индустријском роботу омогућавају њихову широку примену у индустрији, како од опслуживања машина тако и до заваривања, бојења, монтаже итд.

Такође, програмабилност индустријског робота омогућава обављање задатих активности на основу програмом утврђених суквенци, које се могу понављати вишеструким стартовањем програма.

Основне карактеристике индустријског робота су:

- радна зона (зона опслуживања)
- тачност кретања (позиционирање)
- брзина кретања
- носивост и тип погонског система [19].

Радна зона у којој робот обавља активност, тј. хватаљка, зависи од конфигурације, величине робота и ограничења кретања зглобова, сегмената и хватаљке. Тачност кретања се односи на хватаљку. Брзина кретања зависи од масе дела са којима се врши манипулација, растојање и карактеристика погонског система. Носивост се односи на максималну тежину предмета са којима индустријски роботи могу да изврше манипулацију.

Данас постоји велики број примера у индустрији где се роботи могу ефикасно користити. Њихова примена зависи од техничких и економских разлога као што су:

- 1) повећање квалитета готових производа
- 2) смањење шкарта
- 3) повећање степена уједначености-константности квалитета
- 4) повећање степена безбедности рада у целини
- 5) смањење потребе радне снаге код рутинских и повољних процеса
- 6) смањење трошкова производње и одржавања у целини
- 7) испуњење захтева које намеће конструкција и све строжији стандарди квалитета

Поред тога, употреба робота у конкретне погоне условљена је обимом производње и карактером операције које робот обавља. У случају серијске производње, склапању делова или паковању, где је у питању велики број поновљених истих операција или низа операција, предности робота су очигледне. Такође, са порастом обима производње, цена увођења робота пада, тако да се уложена средства враћају нешто више од годину дана.

Свако предузеће настоји да снизи трошкове производње и обезбеди што квалитетније готове производе, због све јаче конкуренције. Увођењем робота (слика бр. 6), радна снага се ангажује на квалитетније послове, односно на опслуживање производних линија и надзора процеса. Радна снага се мање ангажује на тешким, физички, психички заморним, монотоним пословима, при чему се утиче на безбедност и здравље радника.



Слика бр. 6- Роботи у предузећу [20]

3.1.4. Cloud computing

Постоје различите дефиниције Cloud computing-a. Док Daryl Plummer сматра да је то област рачунарства у коме се велики информатички капацитети обезбеђују у виду услуге које се испоручују путем Интернета бројним екстерним потрошачима, Forrester каже да је то виртуелно и високо смањена, а контролисана рачунарска инфраструктура која хостује апликације намењене крајњим потрошачима и где се на бази потрошње наплаћују услуге. Национални институт за стандарде и технологије Cloud computing дефинише као модел за омогућавање свеприсутног, одговарајућег, мрежног приступа на захтев за дељење конфигурабилних рачунарских веза које се могу брзо омогућити и доделити уз минималан напор и интеракцију са пружаоцем услуга [21].

Настао је са циљем смањивања трошкова и могућности повезивања више корисника. За разлику од традиционалног приступа рачунарству где се подразумева куповина програма, у Cloud computing решењима пословни систем плаћа само накнаду за коришћење. То значи да уместо досадашње куповине комплетног рачунарског система и решења, корисник користи информационе технологије као услугу. Сврха оваквог начина пружања услуге је да се компаније баве оним што најбоље раде, а да послове око информационих технологија препусте оним компанијама које то најбоље раде, чиме се смањују капитална улагања и постиже бољи ефекат [22].

Због тога су компаније одлучиле за закупљивања сервера од Amazon, AT&T, Enomaly, Google, GoGrid, Microsoft, NetSuite, Rackspace, RightScale, Salesforce.com, Intel, Yahoo, HP i IBM и других компанија које су омогућивале добијање три производа у једном: хардвер кроз виртуализацију, софтверску платформу (која омогућава покретање апликација) и апликацију (намењена за обављање посла).

Уместо инсталације пакет софтвера на сваки појединачан рачунар у предузећу, може се користити Web интерфејс који свим запосленима омогућава приступ свим корисним апликацијама које су потребне за рад. Таква Web апликација даје могућност запосленима да се улогују на Web сервис (који хостује све апликације) где год да се налазе користећи добру везу са Интернетом.

Облак рачунарство такође може да обави све операције- програме као и обичан рачунар, почев од генеричког софтвера за обраду текста, па све до софтвера који је специјално прилагођен за потребе конкретног предузећа. Међутим, основне **предности** cloud computing-a су:

- ✓ Клијентима је омогућен приступ услугама из области облак рачунарства са било ког рачунара повезаног путем Интернета, такође својим апликацијама и подацима са било које локације у било које време. Тако подаци нису ограничени само на један хард диск на рачунару једног корисника или интерну мрежу корпорације.
- ✓ Смањују су трошкови приликом куповине софтвера и хардвера, тако да корисник може да купи рачунар са основним компонентима, под условом да рачунар може да покрене софтвер и хардвер који је потребан да би се повезао на овај систем.
- ✓ Компаније које зависе од рачунара морају да имају одговарајући софтвер како би оствариле своје циљеве. Зато уместо куповине софтвера и лиценци за сваког запосленог, компаније изнајмљују софтвер од Облак рачунарске компаније и тако им плаћају накнаду за коришћење софтвера и софтверских лиценци.
- ✓ Сервери и дигитални уређаји заузимају доста простора, због чега су неке компаније принуђене да изнајмљују физички простор за складиштење сервера и базе података. Из тог разлога, услуге из облака рачунара омогућавају компанијама да складиште податке на туђем хардверу.
- ✓ Такође, овим путем компаније штеде новац који морају да уложе у ИТ подршку, јер дистрибуирани хардвер у теорији би имао мање проблема него мрежа хетерогених машина и операционих система.

Најважнији **недостаци** Cloud computing-a су доступност и безбедност. Од корисника се тражи да им пословање зависи од услуга смештених на туђој инфраструктури. Уколико дође до проблема и инфраструктура постане недоступна, то може да им изазове велике пословне губитке. Осим тога, саме услуге могу да садрже тајне податке који онда на облаку морају да буду адекватно осигурани. Власник облака због тога мора да успостави однос са корисницима који се заснива на поверењу, као и да осигура приватност и заштиту података. Ако дође до нарушавања безбедности и губљења података корисника, то може врло лако да уништи провајдера. Исто може да се догоди и ако су сервиси непоуздани и превише времена буду изван погона. Корисници у том случају неће користити услуге провајдера који не може да им гарантује велику поузданост облака [23].

Услуге из облака рачунара данас се већ могу сматрати веома корисним. После десетак година развоја, данас су ове услуге у свим својим различитим видовима, од инфраструктуре до испоруке апликација/софтвера, постале економски неодољива алтернатива традиционалним начинима изградње и одржавања ИТ подршке пословању предузећа, установа, организација било које величине и сложености. Главна особина ових

услуга јесте да се пружају и користе на захтев, да се обим коришћених ресурса може повећати и смањивати динамички и да се плаћају према обиму коришћења ресурса. При томе корисник нема никаквих инвестиционих трошкова, тј. претвара их у оперативне трошкове, који су, због економије обима, знатно нижи него да их гради и одржава сам. Он заправо плаћа изнајмљивање услуге и оних ресурса који су му у одређеном тренутку потребни. Појава облака у ИТ домену је само још једна манифестација добро познатог модела „комодитизације“ производа/услуга било које врсте у зрелој фази развоја. Врло сличан пут прошла је, на пример, испорука електричне енергије- данас је нико не производи сам за себе, већ користи услуге из јавно доступних извора.

Основне карактеристике Cloud computing-a су:

- Софтвер као сервис (**Software as a Service, SaaS**)
Подразумева да одређени софтвер/апликација коју предузеће жели да користи није инсталиран у компанији већ на неком другом месту. Заправо, то је метод испоруке софтвера који омогућава приступ истом и његовим функцијама на даљину као услуга заснована на Вебу.
- Инфраструктура као сервис (**Infrastructure as a Service, IaaS**)
Подразумева испоручивање инфраструктуре као сервиса. Ради се о виртуелном серверу уз које се вежу све релевантне услуге као што су процесорска снага, меморија, простор на диску и остало, при чему се корисник брине за све од оперативног система, апликације, антивирус софтвера па до самих података.
- Платформа као сервис (**Platform as a Service, PaaS**)
Подразумева коришћење оперативног система путем Интернета, без потребе за инсталацијом и преузимањем. Корисник се ослања на провајдера услуге у погледу свега што се тиче платформе.

Захваљујући обаку из области рачунара омогућено је да се са минималном конфигурацијом рачунара и добром Интернет везом, користе потребни ресурси без обзира где се клијенти налазе.

3.1.5. Bigdata

У будућности, паметне фабрике ће производити огромне количине података који ће се морати негде чувати, спремити, обрадити и анализирати. Зато се у те сврхе користи „Big data“ систем који се бави брзом и ефикасном обрадом великих сетова података. Те скупове података карактеришу разноврсност формата, велике брзине обраде и приступа и велики обим информација. Он визуализира информације у реалном времену. Помоћу добијених информација из тако велике количине података, може се оптимизирати квалитет производње, уштедети енергија, побољшати услуга. Скупљање и обрада огромних количина података ће у будућности постати стандарди без којег се не могу донети праве одлуке у реалном времену.

Решења овог система су донела широку корист у сфери модерног пословања, користећи пуну снагу података који нас окружују. Поред традиционалних, строго структурираних података, користе се и полуструктурирани и неструктурирани, а такође су од значаја и подаци са разних друштвених мрежа, портала, форума, блогова и из разних видова комуникације. Наизглед неважни подаци, постају драгоцен извор виталних информација.

Big Data не представља јединствену технологију, већ комбинацију технологија, старих и нових, које омогућавају обраду огромне количине података која није могућа конвенционалним анализама, већ брзином која је довољна да резултати буду применљиви у реалном времену, док су сами подаци и даље релевантни. [24].

Прва битна одредница Big Data је **количина** података. Прилив података постао је знатно већи уласком у доба Интернета, претраживача и друштвених мрежа, при чему сваки корисници Интернета за собом остављају велику количину података. Међутим, та количина података била би неупотребљива без истовременог развоја већих складишних капацитета, скалабилне процесорске снаге и софистицираних софтвера за обраду тих података.

Друга битна ствар је **брзина** обраде података. Водеће светске компаније ово сматрају највећим изазовом, јер од брзине података зависи и вредност закључака који се изводе на основу њих.

Big Data има велики потенцијал да трансформише начин на који се приступа великом броју проблема. Као најзначајнији примери примене Big Data су наведени у поступку предвиђања злочина, анализе података у нуклеарној физици, моделирању природног језика и откривању превара.

3.2. Предности и недостаци Индустије 4.0

Светски економски форум истиче три разлога због чега се ове промене не сматрају наставком треће индустријске револуције, већ посебном Индустријом 4.0:

- 1) *Брзина*- брзина којом се данас одвијају промене, у историји забележене. Ако су претходне револуције биле линеарне, данашње су експоненцијалне.
- 2) *Ширина*- промене се данас догађају на свим подручјима, у свим државама света.
- 3) *Утицај*- дубина и важност промена проузрокују промене у целом друштву, управљању и контроли.

Увођење концепта Индустије 4.0 код нас и у свету, доноси велике новине међу људе, околину, предузећа, економију, повезаност између земаља, итд...

Зато је од велике важности идентификовати све предности (Табела бр.2) и недостатке (Табела бр.3) на основу примене новина које са собом носи Индустија 4.0.

Табела бр. 2 Предности Индустије 4.0

Предности Индустије 4.0
Оријентација на индивидуалне захтеве купаца
Прилагодљива производња
Смањен притисак на раднике
Нове вредности: Нове B2B услуге
Повећана конкурентност
Усмереност на продуктивност и ефикасну употребу ресурса
Спремност на нове изазове на домаћим и страним тржиштима

Дигитализација индустрије довела је до потпуно новог начина на који компаније производе и развијају се, повећавају продуктивност и ефикасну употребу ресурса и конкурентност на глобалном тржишту. Такође је довела до оријентисованости на индивидуалне захтеве купаца, при чему ће сваки производ бити направљен по укусу купаца са јединственим карактеристикама у погледу наручивања, дизајна, паковања...

Табела бр.3 Недостаци Индустије 4.0

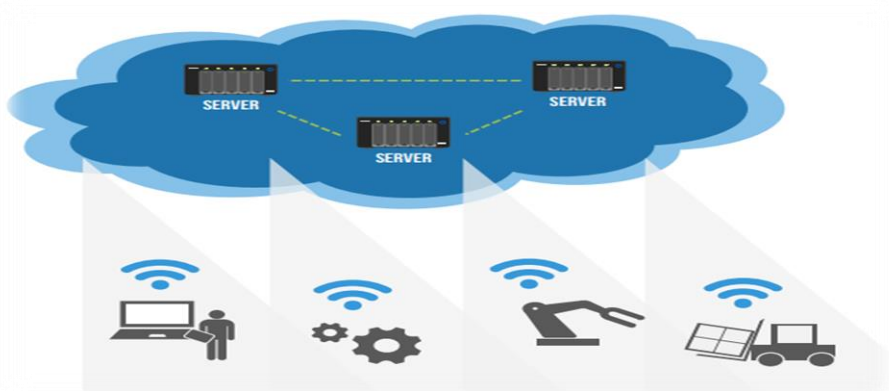
Недостаци Индустије 4.0
Мањак заштите података
Олакшана удаљена манипулација производним деловима
У руралним подручјима недостатак је слаба покривеност интернета
Континуирана набавка и одржавање инфраструктуре
Сложени и скупи технички стандарди
Додатна усавршавања за запослене

Поред свих предности које са собом доноси Индустрија 4.0, она има и одређених мана у погледу чувања и заштите података које се на Интернету свакодневно остављају, недовољно обучених кадрова који ће моћи да промене свој начин рада, скупи и комплексни технички стандарди и за сада слаба покривеност Интернета у појединим подручјима.

3.3. Вертикална и хоризонтална интеграција

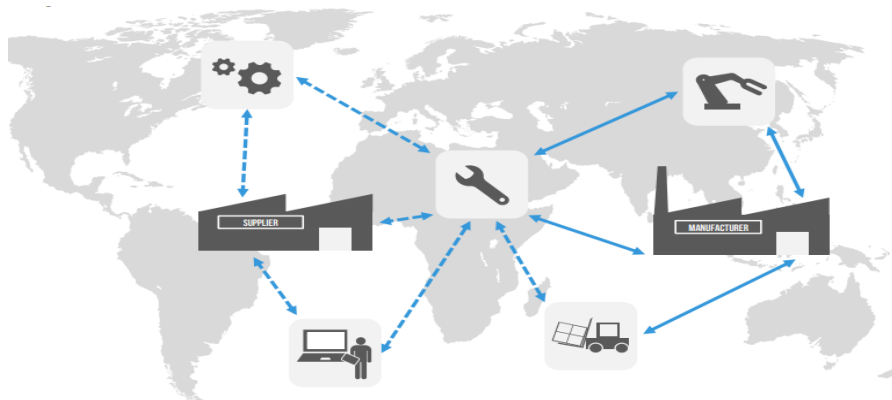
Паметне фабрике, које су у суштини језгро Индустрије 4.0, не могу радити самостално. Зато постоји потреба за умрежавањем, повезивањем паметних фабрика, паметних производа и других система производње.

Вертикална интеграција се односи на интеграцију различитих ИТ делова на различитим хијерархијским нивоима (планирању, контроли, менаџменту производње) са циљем постизања најбољег решења. На слици бр. 7 приказан је пример вертикалне интеграције.



Слика бр.7- Вертикална интеграција [25]

Хоризонтална интеграција се односи на интеграцију различитих ИТ делова коришћених у различитим фазама производње и процеса планирања производње која укључују размену материјала, енергије и информација унутар предузећа и између различитих предузећа. На слици бр. 8 приказан је пример хоризонталне интеграције.



Слика бр.8- Хоризонтална интеграција [25]

На крају се може закључити да ће хоризонтална и вертикална интеграција олакшати успостављање и одржавање мрежа које стварају и додају вредност. Поред тога што ће повезивати производњу, одржавање, инжењеринг и изван предузећа купце, добављаче и предузеће, такође може значити и интеграцију нових пословних модела широм земаља, чак и континентата, старајући глобалну мрежу.

3.4. Предуслови за увођење Индустрије 4.0

За увођење нове индустријске револуције, неопходно је испунити неколико предуслова:

1) Умреженост и дигитална повезаност

Хоризонтално и вертикално морају бити интегрирани опрема, процеси и људи кроз систем стварања вредности, помоћу бежичних веза и интернета. Зато је потребно успоставити нови пословни модел и организацију рада како би се предузеће прилагодило на нове промене.

2) Обучена радна снага

Од радника се очекује да поседују потребно знање и вештине (инжењерске дисциплине буду интегрисане са информационо-комуникационим технологијама, познавање страних језика, предузетничких и маркетиншких способности) за рад у дигитализованој индустрији. Од државе се очекује да реформира школство и подстакне занимање деце за дигиталне технологије од најранијег доба. Највећи проблем дигитализације посла представља несташница стручне радне снаге. Очекује се да ће у будућности само расти потражња за ИЦТ стручњацима који су креативни, иновативни и способни да донесу правовремене одлуке. Радници који данас углавном обављају физичке послове ће морати проћи кроз процес едукације како би били у стању применити нове, комплексне технологије.

3) Ефикасно искоришћење свих ресурса предузећа

Смањење трошкова производње је један од главних промена за имплементацију Индустрије 4.0. Као резултат бољег искоришћења ресурса јавља се већа продуктивност, што са собом вуче повећање конкурентности на тржишту. Како време буде пролазило, све ће се више предузећа одлучивати за обновљивим изворима енергије, који ће бити доступнији и лакше ускладиштени у будућности.

4) Дигитализација јавне управе

Јавна управа треба да укине препреке за обављање нових послова. Од ње се очекује да убрза издавање докумената, података и информација како би било омогућено несметано обављање послова који захтевају брзо доношење одлука.

5) Успостава законодавног оквира

Неопходно је законски регулисати подручја интелектуалног власништва, нове типове контроле и надзоре запослених у паметним фабрикама, власништво над подацима и њихову сигурност.

6) Технички стандарди

У новим паметним фабрикама је потребно стандарде подићи на виши ниво, како би се олакшао рад у предузећу и унапредио процес производње. Ти стандарди омогућавају комуникацију, прикупљање огромних података.

7) Lean менаџмент

Lean је производна филозофија којој је циљ уклонити све могуће изворе расипања у предузећу, скраћујући тако време од примања наруџбине до испоруке робе купцу. Увођење Lean менаџмента је предуслов за аутоматизацију и дигитализацију производње. Lean се у предузећима користи за повећање продуктивности и смањење трошкова у процесу производње. Успех овог менаџмента је услов на континуираном побољшању.

8) Стандардизација

Од велике важности је стандардизација система, платформе, протокола, повезаности. Потребно је израдити референтну базу како би сваки појам имао тачну дефиницију. За успостављање стандардизације је потребна међусобна сарадња свих предузећа.

9) Сигурност система и базе података

Данас је врло неопходно прво пронаћи решење за заштиту дигитализираних система од стране непожељних упада у систем. Јер у случају да не буду довољно добро заштићени, пословни планови и тајне, подаци о запосленима и производима, биће на удару хакера. Тада сигурност свих система мора бити на задовољавајућем нивоу ако се жели стећи поверење у нови тип индустрије. Може се лако догодити ситуација да једно предузеће уложи милионе у истраживање и развој нових производа, а друго само покраде сва истраживања.

3.5. Промене које доноси Индустрија 4.0

Промене које долазе са Индустријом 4.0 се могу поделити у 3 групе.

Прва група обухвата дигиталне, интелигентне производе: зато компаније сад имају могућност развоја интелигентних, повезаних и самосвесних производа, а они могу слати информације о свом стању, локацији, кваровима, начину, типу и времену употребе, условима складиштења...

У другу групу спадају брзо-развијајуће технологије, као што су когнитивно рачунарство, 3Д штампа, машинско учење, вештачке интелигенције. Ту су и уређаји контролисани гласовним командама и роботима, који полако достижу тачку широке доступности. Ове технологије први пут омогућавају превођење футуристичког дигиталног пословног концепта у пословну реалност.

А трећа група промена приказује промене у ставовима, понашању и очекивањима потрошача: почевши од дигиталних алата, преко повезаних аутомобила, до хипер-повезаних индустријских производа.

3.6. Прилагођеност пословања Индустрији 4.0

Индустрија 4.0 представља трансформационо путовање где технологија спаја физички и дигитални свет у једну целину, током свих пословних процеса у производном ланцу- од купца и потрошача, преко развоја нових производа, до екосистема партнера и добављача. Нове технологије омогућавају директно укључење купаца или потрошача у производни ланац, као незаменљивог члана који директно доприноси целом процесу. То је и неопходан предуслов за прилагођавање Индустрији 4.0. Укључење купаца у производни ланац, само по себи повећава флексибилност Индустрије 4.0, и омогућава производњу персонализованих производа са истим нивоом ефикасности као за масовну производњу. Пошто се блискост са купцима повећава, компаније могу да уводе нове оперативне и пословне моделе који пружају све већу вредност за купце.

Ulrich и Eppinger су представили петостепени метод за идентификацију потреба купаца и њихових жеља:

- 1) Прикупљање података од купаца
- 2) Интерпретирање података
- 3) Организовање потреба по хијерархији
- 4) Успостављање релативне важности потреба и жеља
- 5) Размишљање о резултатима и процесу [26].

3.7. Утицај Индустије 4.0 на запослене

Промене које са собом доноси нова индустријска револуција имаће велики утицај и на радну снагу и на све запослене. Бројна истраживања показују да се радна снага мора што пре прилагодити тим променама, јер би у супротном постала непотребна.

Због тога се сматра да је за представнике образованих институција (факултете и средње стручне школе) Индустија 4. врло битна, јер за ову област, без њиховог ангажмана неће бити квалификованих кадрова који ће моћи да иду у корак са новим технологијама које се све брже развијају.

Способни и едуковани кадрови за Индустију 4.0 су најважнији ресурс за напредак свих области пословања, а посебно српске привреде.

Поједине компаније у свету и Србији одлучиле су се не само на технолошки развој, већ и на интегрисани приступ и посебан програм обуке за развој вештина потребних за коришћење и рад запослених са најновијим технологијама дигиталне индустрије.

Препорука је да је неопходно да компаније заједно са владама, привредним коморама и факултетима остваре:

- Подизање технолошке инфраструктуре на виши ниво (фиксни и мобилни интернет и телефонска мрежа) како би се пословање у потпуности могло ослонити на коришћење података у скоро реалном времену,
- Прилагођавање појединих студијских програма као и предмета потребама дигиталне производње
- Јачање предузетничких прилаза како би се повећао ниво ИТ и других, високо-технолошких знања и вештина радне снаге и њиховог иновативног потенцијала. [27].

Покретач свих ових промена је сектор информационо-комуникационих технологија. Министар за иновације и технолошки развој Републике Србије сматра да су информационе технологије основни и најмодернији алат за подизање ефикасности индустрије у свим секторима. Он такође сматра да се развој концепта Индустије 4.0 у Србији може спровести на два начина:

- Кроз образовање младих ИЦТ инжењера и
- Кроз мере за очување и развој производне и прерађивачке индустрије.

Данас код запослених постоји страх да ће њихова места заменити роботи који ће ефикасније и продуктивније радити, и да ће се од запослених тражити да решавају комплексне проблеме, јер свет постаје све комплекснији, а да ће једноставни проблеми бити препуштени компјутерима. Зато да би се ишло у корак са развојем нове индустријске револуције и економски развијеним земљама Европе, потребни су млади инжењери без којих нема паметне специјализације.

4. Индустија у Србији



Слика бр.9- Кретање индустријске производње у Србији у периоду од 1989-2013. године[28]

Након Другог светског рата српска индустрија је бележила врло високе стопе раста, што представља период брзе и релативно ефикасне индустрије. Динамичан развој српске индустрије прекинут је осамдесетих година прошлог века. И поред повремених проблема, индустрија се успорено одвијала али са задовољавајућим темпом све до почетка последње деценије 20. века, када је српску индустрију погодио тотални крах. Криза из осамдесетих година описивала је да традиционални социјалистички модел индустријализације више није у могућности да обезбеђује високе стопе раста и запослености. Поред врло ниских стопа раста, индустријски развој у последњој деценији је био врло неуједначен. Према званичним статистичким подацима (слика бр.9), индустрија Републике Србије у 2012. години била је на нивоу 38,4 одсто од нивоа индустријске производње из 1989. године. Веома различити разлози су током последњих деценија довели индустрију у Србији до врло незавидног нивоа. Тек почетком 2013. године индустријска производња полако је почела да расте. Па је тако индустријска производња 2015. године износила 49,7 одсто у односу на 1990. годину. Досадашња кретања и проблеми у ослабљеној индустрији наше земље захтевају што брже и ефикасније решење, како би се зауставио процес деиндустријализације и унапредила индустријска активност. Оријентација на Индустрију 4.0 могла би да пружи шансу за ревитализацију српске индустрије. Тако би се обезбедио њен опстанак и конкурентан развој у савременим условима.

У Србији тренутно постоји мало интересовање и врло скромни резултати у развоју Индустрије 4.0. Међутим, оријентисованост на ову индустрију могла би да пружи шансе за њену ревитализацију. Србији је веома неопходна стратегија нове индустријализације, нови бизнис модели, паметна специјализација и врхунска инжењерска знања. А да би у томе успела, потребна је узајамна подршка државе, науке и привреде. Прелазак на Индустрију 4.0 односно потпуну дигитализацију комплетне индустријске производње изазвао би бржи економски раст, даљи динамичан раст извоза и могућност отварања нових радних места.

Од Владе се очекује да усвоји стратегију развоја Индустрије 4.0 и тиме потврди да је то политички приоритет и тако се створи подстицајни правни амбијент за развој капацитета. Препорука је да се предвиде пореске олакшице и стимулације за компаније које улажу у пројекте Индустрије 4.0, створе наменски фондови за развој, промотивне активности за менаџере и обука за стручњаке који треба да раде на реализацији пројеката нове индустрије.

На основу истраживања које је **Привредна комора Србије** обавила у јуну [29] закључено је да 60% малих и средњих предузећа нема планове за дигиталну трансформацију, нити виде било какву корист од тога. А таква предузећа чине 99% српске привреде. Међутим у Привредној комори Србије организована је обука за дигиталне консултанте уз помоћ Аустријске привредне коморе како би се помогло малим и средњим предузећима Србије у промени дигиталне трансформације пословања. Такође, што се тиче Привредне коморе Србије, Привредне коморе Београда и Друштва за информатику Србије у оквиру својих промотивних активности настоје да подстакну интерес привреде за дигитализацију и пројекте Индустрије 4.0. Такође, Министарство за трговину, туризам и телекомуникацију је ангажовано на развоју дигиталне комуникационе инфраструктуре коју може да користи Индустрија 4.0. Предложено је да надлежни државни органи створе подстицајни правни амбијент и наменске фондове за развој ове нове индустрије и приступе изради Стратегије индустријског развоја Србије за наредни петогодишњи период са дефинисањем задатака и потребних мера за развој исте индустрије. Од резултата у примени концепта Индустрија 4.0 зависи да ли ће у Србији за 10 година уопште постојати индустрија и како ће тада она изгледати.

Србија треба да буде више индустријализована како би постигла виши ниво раста и да би њена економија опстала у све суровијој тржишној ситуацији у свету. Конкуренција и технолошки напредак захтевају да се капацитет управља великим процесима производње на ефикасан и поуздан начин, тражећи бржа решења и одговоре, стално учећи уз отвореност за иновације.

Стручњаци се залажу да Србија мора кренути сигурним корацима ка дигитализацији. Компаније које користе нове дигиталне технологије, боље се и брже прилагођавају насталој ситуацији од својих конкурената. У појединим научним институцијама и ИТ компанијама постоје стручњаци који добро познају дигиталне технологије (IoT, cloud технологија...) развијају делове индустријског софтвера и имају практична искуства и тиме могу да допринесу развоју индустрије.

Да би предузеће било компетитивно мора да влада савременим производним технологијама, јер основна компетитивност није јефтина радна снага, већ знање и способност за развој и примену нових производних технологија. То су индустријска роботика, производна мехатроника, вештачка интелигенција и на њој заснована нова генерација индустријске аутоматизације, глобализоване комуникације и сродне технологије, смештене под кров фабрике, односно – Индустрије 4.0 .

Дигитализација индустрије је неопходна и због чињенице [30] да је данас на листи од 500 најуспешнијих компанија остало само 12% које су на тој листи биле и пре 60 година. Више од 400 некада најуспешнијих компанија нестало је са пословне мапе света због тога што нису улагале у развој базиран на нивоима знања и технологијама.

5. Примери предузећа

„ФЕСТО“

Фесто [8] је водећи светски произвођач пнеуматских и електронских компонената и система намењених аутоматизацији производних процеса. Захваљујући дугогодишњем искуству и континуираном улагању у развој, дају решења за различите индустријске гране: аутомобилска индустрија, прехранбена, електронска, хемијска, фармацеутска, индустрија производње машина, индустрија паковања... Заправо, бави се производњом електричних и пнеуматских погона, вентила/вентилских острва, И/О терминала, компонената за снабдевање ваздухом под притиском или сензора.

Индустрија 4.0 представља велики значај за Фесто. Ова компанија је усвојила интегрисани приступ променама у свету производње, који се заснива на интеракцији између људи и технологије, обуке и образовања. Многе Фесто компоненте задовољавају хардверске и софтверске захтеве. Фесто новим концептима за Индустрију 4.0 прави велики допринос у будућности. То чини развојем нових производа, Cloud сервиса, апликација, online продавница нове генерације са свеобухватним, интегрисаним инжењерским концептима. Захваљујући овим, створиће се беспрекорна и глобална доступност података на свим корисничким уређајима.

Фестови производи могу бити инкорпорирани у следећа IoT и Cloud окружења као део пилот пројекта:

- Festo Cloud
- Siemens MindSphere
- Rockwell FactoryTalk/TeamONE
- Остали су доступни по захтеву

Индустријски IoT пролаз је базиран на формату CPX модула. CPX-IoT прикупља информације о Фестовим уређајима и њиховима статусима преко Ethernet конекције и стандардизованог комуникационог протокола као што је OPC UA. Затим он шаље те информације на Cloud преко друге Ethernet конекције коришћењем IoT протокола као што су AMQP и MQTT. Сигурност података обезбеђују одговарајући ИТ сигурносни механизми.

Фесто производи могу бити интегрисани као подсистеми из традиционалне пирамиде, путем децентрализованих контролера као што су CPX или SECC или могу бити интегрисани директно без хијерархије као нпр:

- Handling систем **YXMx**
- Модул за енергетску ефикасност **MSE6**
- Festo Motion Terminal **VTEM**
- Модуларни електрични терминал **CPX** и вентилска острва **MPA** или **VTSA**[31]

The diagram illustrates a multi-protocol gateway architecture. At the top, three cloud platforms are shown: Rockwell FactoryTalk, Festo MyDashboards, and Siemens MindSphere. Below these are three gateways: Rockwell CL, CPX-IOT, and a server rack. In the center, three horizontal lines represent communication protocols: PROFINET, EtherNet/IP, and OPC UA. At the bottom, five components are shown: CMMP-AS, CPX-CEC VTEM, Terminal CPX, CPX-E, and a Third-party supplier. Lines connect the gateways to the protocols and the protocols to the components.

Начин на који ради СРХ-ИОТ пролаз:

-
- The diagram illustrates the Festo MyDashboards architecture. At the top, a blue cloud labeled "Festo MyDashboards" is connected to a central network layer. This layer consists of two horizontal grey bars: the top one is labeled "Ethernet" and the bottom one is labeled "Fieldbus". The Fieldbus bar also includes icons for "PROFINET", "EtherCAT", and "CC-Link ...". Below the network layer, there are two main categories of components: "I4.0/IoT" on the left and "Diagnostics" on the right. The "I4.0/IoT" section features a "CPX-IOT 1" module connected to the Fieldbus. The "Diagnostics" section features a larger module connected to both Ethernet and Fieldbus. This module has several output ports labeled: "Process data I/Os 2", "Cycle times 3", "Diagnostic data 2", "Threshold monitoring 3", and "Switching cycle counter 3".

29

1. Фесто производи за које су доступне апликације са Cloud конекцијом/ dashboard-и, шаљу своје дијагностичке податке и податке са мониторингом стања уређаја у складу са индустријским стандардом
2. Такви предефинисани dashboard-и су планирани за све кључне Фесто производе
3. Суштински елементи који се у обзир узимају су мониторинг потрошње енергије, превентивно одржавање и параметри Укупне ефикасности опреме
4. Историјски подаци се чувају годину дана.

Такође Фесто је развио дигитални менаџер одржавања намењен менаџерима производње и систем-оператере. Фесто Smartenance је један од првих искључиво дигиталних Фесто производа. Он даје могућност корисницима да планирају, прате и оцењују одржавање система независно од наших компоненти.

Фесто Smartenance се састоји из два дела: мобилног планера одржавања у виду апликације за паметне телефоне и таблете и dashboard-а у облику web странице за менаџере производње, на основу које могу да управљају задацима одржавања и документовања. Dashboard се може отворити у web претраживачу. Мобилна апликација се преузима и инсталира из Apple и Google продавница апликација.

За менаџере производње и систем-оператере дигитално одржавање има велике предности. Систем-оператери увек имају распоред одржавања својих машина на располагању на свом мобилном уређају и примају све неопходне информације о задацима, директно на свој паметни телефон или таблет. Менаџер производње може централизовано пратити све системе на dashboard-у и на први поглед може видети који задаци морају бити одмах завршени или које су колеге послале повратне информације у вези задатака одржавања.

Колаборативно понашање мрава, колективно понашање лептира у лету или изузетно разноврсна хваталка направљена на основу језика камелеона, откривају нове смернице за визионарску технологију аутоматизације код Феста. Фесто Бионичка мрежа учења бави се проучавањем понашања у учењу и новим начинима интеракције између људи и машина, при чему ради на иновативним истраживањима за Индустрију 4.0 и будућност производње.

BionicANTS

Ова технологија је направљена на основу аутономног и кооперативног понашања мрава. На пример, они раде заједно да померају терете које један мрав не може да помери. Као и њихови узорци из света природе, бионички мрави раде заједно у складу са јасно



дефинисаним правилима. Комуницирају једни са другима и координишу њихове акције и покрете. Сваки појединачни мрав (слика бр.12) одлучује аутомно, али је подређен заједничком циљу и тиме игра улогу у решавању додељеног задатка. Управљачка стратегија дозвољава мултиагентни систем у коме дистрибуирана интелигенција свих

Слика бр.12-Bionicants [31]

бионички мжава заједно доприноси процесу проналаска решења.

LearningGripper

Има облик људске шаке. Четири прста хватаљке покреће дванаест пнеуматских актуатора са ниским нивоом притиска. Захваљујући машинском учењу, хватаљка (слика бр. 13) је способна да научи да спроведе сложене акције као што је хватање и позиционирање предмета. Машинско учење смањује количину потребног програмирања.



Слика бр.13- LearningGripper[31]

BionicCobot



Слика бр. 14- BionicCobot [31]

Начин на који су спојени зглобови BionicCobot-а личе на људску руку (слика бр.14). Са својом роботском кинематиком од седам оса са пнеуматским ротационим погонима, брзо, лако, снажно и прецизно преносе терете носивости до 2 кг. Управљање у затвореној петљи, заједно са флексибилношћу и прилагодљивошћу, спречавају истезање и савијање људских мишића. Овај робот се може управљати путем таблета и може се прецизно кориговати и прилагодити помоћу инфрацрвеног система за праћење.

Индустрија 4.0 ће трајно променити начин на који се врши производни рад, а тиме и захтев за квалификованим радницима. Због тога Фесто није само фокусиран на технолошки развој, већ нуди и интегрисани приступ и посебан програм обуке за развој вештина потребних за коришћење и рад са најновијом технологијама дигиталне индустрије.

„ФИЈАТ“

У Крагујевачкој компанији „Fiat“ (<https://www.fiatsrbija.rs/>) Индустрија 4.0 је све брже постала реалност. Погон у Крагујевцу је један од најмодернијих у свету оквиру „Фијатове групаује“ јер користе најсавременије инструменте за производњу. Поред тога што у процесу производње користе велики број робота, такође су почели да приступају дигиталној производњи кроз развој напредних решења за виртуелну стимулацију наспрам физичког окружења. Користе решења базирана на анализи података, адитивној производњи, предиктивном одржавању и хоризонталној и вертикалној интеграцији. Ова фабрика радно место конструише на основу 3D модела. Користе стимулацију за нову опрему и нове технологије, јер сматрају да је лакше проверити нову опрему да ли функционише без грешке. Тако постижу уштеду од 25% јер се лакше уочавају грешке. У свим процесима користе се таблети и паметни телефони.

„СИМЕНС“

Компанија „Siemens“ (<https://www.siemens.com/rs/sr/home.html>) д.о.о Београд је међу првима у Србији представила значај дигитализације током конференције на тему Индустрије 4.0 2016. године. За Siemens дигитализација је једна од централних тема, која поред електрификације и аутоматизације представља правац њиховог даљег развоја на глобалном и локалном нивоу. Њихова решења за дигитализацију чини их пиониром у примени иновативног решења које користе у производњи. Напредак њихових савремених технологија пружа прилику креирања нових пословних модела путем дигитализације и аутоматизације као и решења како да постигну флексибилност и ефикасност предузећа. Коришћење дигитализације у индустријској производњи доприноси креирању нових пословних модела. Ти модели захтевају нове начине приступа коришћењу расположивих ресурса. Пошто подаци представљају основни материјал данашњице, ова компанија пружа могућност повезивања виртуелног и реалног света помоћу Siemens-ovih Digitalnih услуга као и обраду велике количине података кроз Sinalytics платформу у коју је умрежено више од 300 000 система.

Дигитализација у обради података омогућава уочавање грешака пре него што се оне десе у реалном времену као и креирање нових начина оптимизације у процесима производње. Купци на тај начин остварују бенефите због већег степена доступности увећаног аутпута и значајних уштеда енергије.

Повезујући реални и виртуелни свет, обликују процес дигитализације. Кроз процесе које унапређују они увећавају добит купаца и тиме осигуравају дугорочни успех на тржишту. На светској путањи Индустрија 4.0 компанија Siemens заузима веома важну позицију уз присуство оданости постулатима и високим стандардима које захтева тржиште 21. века.

На Сајму у Хановеру у априлу 2016. године (<https://www.ekapija.com/news/1402736/vodeci-industrijski-sajam-hannover-messe-2016-od-25-do-29-aprila>), Сименс је представио њихова најновија решења, као што су:

- **Integrated Mechatronics Engineering**- заједничка платформа за дизајн производа, производног процеса и његову аутоматизацију, симулацију и виртуелно пуштање у рад
- **Manufacturing Operations Management**-омогућава уједињавање производа и развој производних система са делом производног планирања и управљања процесима

➤ **MindSphere**

(<https://www.siemens.com/global/en/home/products/software/mindsphere.html>)-

Сименсов IoT оперативни систем базиран је на Cloud технологији намењен за индустријске кориснике, помоћу кога дају решења за прву Cloud инфраструктуру која купцима омогућава да понуде услуге коришћењем података из целог света обједињених помоћу апликација, кроз које Интернет ствари постају реалност

MindSphere чува оперативне податке и чини их доступним путем дигиталних апликација (MindApps) како би индустријским потрошачима омогућило доношење одлука на основу вредних чињеничних информација.

Овај систем повезује више производа, постројења, система и машина и омогућава им да искористе све податке које IoT генерисао уз помоћ напредне анализе [32] MindSphere се користи у апликацијама као што су аутомобилска производња и управљање возним парком.

„FLUKE“

Компанија „Fluke“ (<https://www.fluke.com/>) која се бави производњом опреме за испитивање и мерење у индустрији, позната по тачним, прецизним и издржљивим ручним уређајима је 2014. године произвела Fluke Connect (FC) апликацију и тако закорачила на тржиште софтвера као услуге. Помоћу Wi-Fi конекције, софтвер заснован на cloud-у омогућава да се подаци који се добијају из ручних алата или бежичних сензора аутоматски преносе и сачувају на једном месту. Ови подаци најчешће се користе за упоређивање пословања и анализе. То је директан резултат повећања употребе и популарности индустријских Интернет ствари.

Ручни алати који су повезани са cloud платформом, полу-фиксни и фиксни сензори знатно поједностављују прикупљање података. Како се ова компанија окренула и развоју софтвера, прво су паметна решења применили код својих запослених, у циљу повећања њихове ефикасности, као и лакше могућности обављања превентивног и предвидивог одржавања.

Увођење сензора и фокусирањем на софтверска решења, стручњацима који раде на одржавању олакшана им је процена увида где се тачно налазе на том путу.

„Impol Seval“

Компанија „Impol Seval“ из Севојна (<http://www.impol.rs/>) која се бави прерадом алуминијума у ваљане, пресоване, вучене, коване и друге врсте производа, одлучила се за вишемилионске инвестиције како би своје погоне потпуно модернизовали, капацитете проширили, квалитет производње побољшали, а ефикасност и продуктивност повећали. Са таквим улагањем створиће се услови да се прикључе Индустрији 4.0, односно да прерасту у паметну фабрику. Тако ће бити у могућности да у будућности паметне дигиталне уређаје, машине, производе, људе и алате умреже и тако опстану на тржишту.

Пример примене Индустрије 4.0 у банкарству

Дигитално банкарство је концепт који се стално развија у складу са захтевима тржишта и новим технологијама. Данас већина банака на нашем подручју има већ формиране дигиталне јединице које се баве технолошким иновацијама, а њихов циљ је унапређење дигиталних услуга, канала и производа, а тако и задовољство клијената. Зато се банке годинама уназад ослањају на аутоматизацију процеса. Међутим, за банке аутоматизација процеса није нов концепт, али банкарство у контексту Индустрије 4.0 подразумева још већи ниво дигитализације.

Развој нових технологија у концепту Индустрије 4.0 омогућава банкама да иду корак напред од имплементације софтвера као што је Управљање пословним процесима (**Business Process Management (BPM)**) и значајно убрзају дигитализацију уз роботску аутоматизацију процеса (RPA).

Роботска аутоматизација процеса је технологија која се уводи у склопу постојећих система и реплицира људску интеракцију са компјутерским софтверима. Њена основна сврха је да убрза извршавање процеса кроз аутоматизацију активности као што су: отварање рачуна, депозита, фактура, кредитирања итд. Главне предности ове технологије је једноставна и безбедна имплементација и што не захтева модификацију постојећих банкарских процеса. Основна разлика између Роботске аутоматизације процеса и Управљања пословним процесима је што се уз Роботску аутоматизацију процеса не могу унапредити лоши структурирани процеси, већ само их аутоматизовати. Насупрот томе, Управљање пословним процесима омогућава редизајн фрагментираних и неструктурисаних процеса кроз софтверске алате за моделовање, имплементацију, извршавање и надгледање.

Роботска процесна аутоматизација је брз и једноставан начин за банке да аутоматизују разне процесе и:

- ✓ Обезбеде ефикасније интеракције између различитих система, чиме се елиминише потреба да запослени мануелно претражују податке,
- ✓ Унапреде middle i back office процесе (брже извршавање, мање грешака)
- ✓ Убрзају обраду великих количина података
- ✓ Омогуће запосленима да се више фокусирају на клијенте и побољшају end-to-end корисничко искуство
- ✓ Смање time-to-market и total cost of ownership (TCO)
- ✓ Олакшају усклађивање са регулативама тако што ће објединити транспарентније процесе коју лакши за ревизију
- ✓ Поставе добре основе за даљу иновацију и трансформацију ка 100% дигиталној банци [33].

6. ЗАКЉУЧАК

У наредним годинама бићемо сведоци драматичног раста примене различитих технологија које су засноване на коришћењу све интелигентнијих уређаја за личну употребу и употребу у индустрији. Ово је област где постоје велике могућности за нове послове, нова тржишта и велики број радних места.

Свака појединачна компанија би требало да пронађе начин како да на време искористи прилику која је актуелна на тржишту, а то је дигитална трансформација, јер тако добијају већу шансу да повећају своје пословне резултате у односу на компаније које ове промене још увек нису увеле.

Концепт Индустрије 4.0 мења читав систем. Индустрија 4.0 је 2011. године у Немачкој дефинисана као напредни модел аутоматизације индустрије, а данас представља општи покрет у свету. Многи научници сматрају да су Србији што пре потребна стратегија нове индустријализације, нови бизнис модели, паметна специјализација и врхунска инжењерска знања. Прелазак на „Индустрију 4.0“, односно, на потпуну дигитализацију комплетне индустријске производње, шанса је за бржи економски раст, даљи динамичан раст извоза и за отварање нових радних места.

Гледајући унапред према Индустрији 5, можемо предвидети даље ресруктурирање развоја производа и њихову производњу на начин који ће редефинисати не само производне процесе, већ и шта у суштини представља производ као такав, и коју вредност пружа потрошачима. Како све више производа обухвата дигиталне технологије, они ће се преобразити из нечега што представља само скуп потребних функционалности за купца и постати платформе за стварање додатне вредности за купца и произвођача.

Да би данашња предузећа дошла на врх, морају прихватити промене, напредак, а и све изазове и ризике које ствара нови технолошки напредак. Србија има добре основе за дефинисање и отпочињање програма који са собом доноси Индустрија 4.0, јер зна да моћ нових технологија може искористити како би се помакла ка бољим, профитабилнијим и персонализованом начину пословања.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Карабеговић, И., Карабеговић, Е., (2018), *Имплементација Индустрије 4.0 применом робота и дигиталне технологије у производним процесима у Кини*; Технички факултет; Бихаћ
- [2] Мајсторовић, В. Д., Мачужић, Ј. З., Шибалија, Т. Р., Стојадиновић, С. Д., Живковић, С. Д., (2015); *Хоризонт 2020 и програм Индустрија 4.0- ка дигиталном моделу квалитета*; Техника; Београд
- [3] Gabriele, I., (2016); *Sustainability In Manufacturing Enterprises*; Springer International Publishing; Switzerland
- [4] Vaidya, S., Ambad, P., Bhosle S.; (2018); *Industry 4.0- A Glimpse*; Procedia manufacturing; India
- [5] Николић, Г., (2018); *Је ли Индустрија 5.0 одговор на Индустрију 4.0 или њен наставак*; Текстилно-технолошки факултет; Загреб
- [6] Zezulka, F., Marcon, P., Bradac, Z., Arm, J., Benesl, T., Vesely, I.; (2018); *Communication Systems for Industry 4.0 and the IIoT*; International Federation of Automatic Control; Чешка Република
- [7] Ibarra, D., Ganzarain D., Igartua J.; (2018); *Business model Innovation through Industry 4.0*; Procedia manufacturing; Румунија
- [8] https://www.festo.com/rep/sr_rs/assets/pdf/katalog2018-web.pdf приступљено 15.11.2018.
- [9] [file:///C:/Users/PC/Downloads/razvoj-industrije-2%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/razvoj-industrije-2%20(1).pdf) приступљено 01.11.2018.
- [10] https://sr.wikipedia.org/srec/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%98%D1%81%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%83%D1%86%D0%B8%D1%98%D0%B0 приступљено 30.10.2018.
- [11] <https://opusteno.rs/nauka-f29/druga-industrijska-revolucija-t25113.html> приступљено 30.10.2018.
- [12] Економски лексикон, Савремена администрација, Београд, [1975], 442. стр
- [13] <https://culmena.hr/industrija-4-0/> приступљено 07.11.2018.
- [14] <https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8> приступљено 05.11.2018.
- [15] <http://vs.inf.ethz.ch/publ/papers/Internet-of-things.pdf> приступљено 02.11.2018.
- [16] <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/> приступљено 30.10.2018.
- [17] <http://mefics.org/wp-content/uploads/2018/01/AMP-2016-FINAL-DOK.pdf> приступљено 02.11.2018.
- [18] <https://scindeksclanci.ceon.rs/data/pdf/00402176/2018/004021761802225K.pdf#search=%22industrija4%22> приступљено 30.10.2018.
- [19] Арсовски, С., Перовић, М., (1994), *Флексибилна аутоматизација*; Машински факултет; Универзитет у Крагујевцу
- [20] <https://www.industrija.rs/vesti/clanak/automatizacija> приступљено 30.10.2018.
- [21] https://bib.irb.hr/datoteka/583887.CASEMobilna_poslovna_inteligencija_i_racunarstvo_u_oblaku-ASTIPIC_TBONZIN-1_3.pdf приступљено 03.11.2018.

- [22] <https://infoteh.rs.ba/zbornik/2014/radovi/RSS-4/RSS-4-10.pdf> приступљено 03.11.2018.
- [23] Самчовић, А., (2012); *Cloud computing окружење у мрежама напредне генерације*; Саобраћајни факултет; Универзитет у Београду
- [24] <https://samoobrazovanje.rs/big-data/> приступљено 05.11.2018.
- [25] <https://www.hgk.hr/documents/hgk-industrija-4058d8c59722f1e.pdf> приступљено 05.11.2018.
- [26] Gabrie, I., (2016); *Sustainability In Manufacturing Enterprises*; Springer International Publishing; Switzerland
- [27] http://www.trend.uns.ac.rs/stskup/trend_2018/radovi/UP.1/UP.1-2.pdf приступљено 05.11.2018.
- [28] <https://www.vreme.com/cms/view.php?id=1272264> приступљено 30.10.2018.
- [29] <https://www.ekapija.com/news/2118452/oko-60-malih-i-srednjih-preduzeca-u-srbiji-nema-digitalnu-strategiju-u> приступљено 30.10.2018.
- [30] <http://www.politika.rs/sr/clanak/405076/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%98%D0%B0%D0%A4%D0%B8%D1%98%D0%B0%D1%82%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%BE%D1%83%D0%A1%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%98%D1%8314%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%98%D0%B0%D1%80%D0%B4%D0%B5%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%B0-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D1%88%D0%B5> приступљено 8.11.2018.
- [31] https://www.festo.com/rep/sr_rs/assets/pdf/katalog2018-web.pdf приступљено 14.11.2018.
- [32] <https://www.siemens.com/global/en/home/products/software/mindsphere.html> приступљено 25.11.2018.
- [33] <https://www.comtradeintegration.com/ba/blog-ba/bankarstvo-u-industriji-4-0-robotstva-automatizacija-kao-odgovor-na-izazove-buducnosti/> приступљено 15.11.2018.

