

# Implementacija industrije 4.0 i društva 5.0 u kontekstu asistivne tehnologije

---

**Bošković, Lea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:237173>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

# **IMPLEMENTACIJA INDUSTRIJE 4.0 I DRUŠTVA 5.0 U KONTEKSTU ASISTIVNE TEHNOLOGIJE**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marko Periša

Student: Lea Bošković  
JMBAG: 0135250199

Zagreb, rujan 2023.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**IMPLEMENTACIJA INDUSTRIJE 4.0 I DRUŠTVA 5.0  
U KONTEKSTU ASISTIVNE TEHNOLOGIJE**

**IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0 AND  
SOCIETY 5.0 IN THE CONTEXT OF ASSISTIVE  
TECHNOLOGY**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marko Periša

Student: Lea Bošković  
JMBAG: 0135250199

Zagreb, rujan 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 23. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**  
Predmet: **Sustavi pomoćnih tehnologija u prometu**

**DIPLOMSKI ZADATAK br. 7304**

Pristupnik: **Lea Bošković (0135250199)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Implementacija industrije 4.0 i društva 5.0 u kontekstu asistivne tehnologije**

Opis zadatka:

U radu je potrebno napraviti analizu trenutnih istraživanja u području digitalne transformacije razvoja industrije te analizu tehničkih karakteristika informacijsko-komunikacijskih tehnologija u društvu 5.0. Također je potrebno prikazati mogućnosti primjene asistivne tehnologije u području društva 5.0 .

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Marko Periša

# **IMPLEMENTACIJA INDUSTRIJE 4.0 I DRUŠTVA 5.0 U KONTEKSTU ASISTIVNE TEHNOLOGIJE**

## **SAŽETAK**

Digitalna transformacija mijenja način poslovanja ili s druge strane stvara novi način poslovanja. Strategija digitalne transformacije pristup je preoblikovanju poduzeća kako bi se digitalna tehnologija uključila u sve odgovarajuće aspekte. Digitalnu transformaciju karakterizira spajanje naprednih tehnologija i integracija fizičkih i digitalnih sustava. Budući da informacijsko-komunikacijske tehnologije imaju važnu ulogu u životu čovjeka, predstavljene su kao bitan čin današnjeg digitalnog društva pa je tako utjecaj tehnologije na zdravstveni i društveni kontekst bio relevantan sa stajališta usluga koje se mogu pružiti na razini pacijenata. Na osnovu toga, danas je sve veća primjena asistivne tehnologije u društvu 5.0. Korištenje asistivne tehnologije je simbolično, kulturno i povijesno kontekstualizirano. U tom smislu, ista promiče, ali i sprječava sudjelovanje u društvu. Također korištenje iste uzima u obzir da su takve tehnologije markeri identiteta, odnosno alat za neovisnost s jedne strane, ali i simbol invaliditeta ili ovisnosti s druge strane.

Ključne riječi: industrija 4.0, društvo 5.0, informacijsko-komunikacijska tehnologija, asistivna tehnologija, Internet stvari

## **SUMMARY**

Digital transformation changes the way of doing business or, on the other hand, creates a new way of doing business. A digital transformation strategy is an approach to reshaping a business to include digital technology in all relevant aspects. Digital transformation is characterized by the merging of advanced technologies and the integration of physical and digital systems. Since information and communication technologies play an important role in human life, they are presented as an essential part of today's digital society, so the impact of technology on the health and social context was relevant from the point of view of the services that can be provided at the patient level. Based on this, the use of assistive technology in society 5.0 is increasing today. The use of assistive technology is symbolically, culturally and historically contextualized. In this sense, it promotes, but also prevents participation in society. Its use also takes into account that such technologies are markers of identity, i.e. a tool for independence on the one hand, but also a symbol of disability or dependence on the other.

Keywords: industry 4.0, society 5.0, information and communication technology, assistive technology, Internet of Things

# Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Analiza trenutnih istraživanja u području digitalne transformacije razvoja industrije .....	3
2.1 Definicija digitalne transformacije .....	3
2.2 Digitalizacija.....	4
2.3 Strategija i učinci digitalne transformacije .....	5
2.4 Digitalizacija u industriji .....	6
2.4.1 Digitalna transformacija industrije za vrijeme COVID-19 .....	7
2.4.2 Digitalna transformacija u okviru poslovnih modela.....	9
2.4.3 Digitalni blizanac u proizvodnji .....	10
2.5 Prednosti i nedostaci digitalne transformacije.....	13
3. Koncept industrije 4.0 i društva 5.0 .....	14
3.1 Industrija 4.0.....	14
3.2 Vertikalna i horizontalna integracija .....	16
3.3 Prednosti i nedostaci Industrije 4.0.....	17
3.4 Izazovi implementacije Industrije 4.0 .....	18
3.5 Glavni trendovi industrije 4.0 .....	18
3.6 Industrija 4.0 u Republici Hrvatskoj.....	19
3.7 Tehnologije industrije 4.0.....	20
3.8 Društvo 5.0 .....	23
3.9 Stvaranje društva 5.0 .....	25
3.10 Rad društva 5.0 .....	27
3.11 Gospodarski razvoj društva 5.0 .....	27
3.12 Održivi koncept društva 5.0.....	28
3.13 Ciljevi industrije 4.0 i društva 5.0 .....	29
4. Analiza tehničkih karakteristika informacijsko-komunikacijskih tehnologija u društvu 5.0	32
4.1 Informacijsko-komunikacijske tehnologije .....	32
4.2 Vrste informacijsko-komunikacijskih tehnologija .....	33
4.3 Prednosti informacijsko-komunikacijskih tehnologija.....	33
4.4 Tehničke karakteristike informacijsko-komunikacijskih tehnologija .....	34
4.5 Obrazovanje uz pomoć informacijsko-komunikacijskih tehnologija .....	36
4.5.1 Digitalno društvo.....	37
4.5.2 Učenje i poučavanje u digitalnom društvu .....	38
4.5.3 Glavni elementi obrazovnih izazova .....	39

4.6	Informacijsko-komunikacijske tehnologije u društvu 5.0 na primjeru Japana.....	40
4.6.1	Obrazovanje društva 5.0 na primjeru Japana .....	41
5.	Mogućnosti primjene asistivne tehnologije u području društva 5.0 .....	42
5.1	Vrste asistivne tehnologije.....	43
5.2	Poboljšano životno okruženje.....	43
5.3	Asistivna tehnologija i poboljšano životno okruženje.....	46
5.4	Društvo 5.0 i poboljšano životno okruženje .....	46
5.5	Primjena asistivne tehnologije.....	47
5.5.1	Asistivna tehnologija i informacijsko-komunikacijska tehnologija.....	48
5.5.2	Asistivna informacijsko-komunikacijska tehnologija za osobe oštećenog vida	48
5.5.3	Asistivna informacijsko-komunikacijska tehnologija kao potpomognuta komunikacija.....	49
5.5.4	Izazovi primjene asistivne tehnologije .....	51
6.	Zaključak.....	53
	Literatura .....	54
	Popis slika .....	61
	Popis tablica .....	62

# 1. Uvod

Industrija 4.0 predstavlja trend koji obećava revoluciju industrijske proizvodnje s povećanom operativnom učinkovitosti, razvojem novih poslovnih modela, usluga i proizvoda. Omogućuje planiranje proizvodnje u stvarnom vremenu i dinamičku optimizaciju za razliku od konvencionalnog predviđanja. Alati i tehnološki napredak koje je razvila industrija 4.0 imat će značajnu ulogu u poboljšanju kvalitete života u društvu kako bi se omogućilo sretnije, motiviranije i zadovoljnije društvo, te društvo s više vremena za slobodno vrijeme.

Društvo 5.0 razvija koncept industrije 4.0 uzimajući u obzir aktualne društvene i tehnološke izazove u smjeru njezine humanizacije i širenja izvan tehnološke, organizacijske i ekonomske transformacije industrijske proizvodnje temeljene na vrhunskim znanstvenim i tehničkim dostignućima. Ono ima poseban fokus na pozicioniranje ljudskog bića u središte inovacija, tehnološke transformacije i industrijske automatizacije potaknute industrijom 4.0.

Aktivno sudjelovanje osoba s invaliditetom u radnom okruženju moguće je korištenjem suvremenih informacijsko-komunikacijskim tehnologija. Asistivna tehnologija povećava kvalitetu života osobama s invaliditetom ili starijim osoba. Radno okruženje je temelj za potpuno funkcioniranje osobe s invaliditetom u svakodnevnom životu.

Cilj istraživanja ovog diplomskog rada je prikazati razvoj koncepta društva 5.0 kao inicijativu koja za cilj ima primijeniti velike podatke (*Big data*), umjetnu inteligenciju, robotiku te Internet stvari (IoT) u stvaranju novog oblika naprednog informacijskog društva. Područja inovacije uključuju primjene sveprisutnog računalstva i teleprisutnosti, proširenu ljudsku percepciju i primjene računalnih metoda za proširenje mobilnosti korisnika. Asistivna tehnologija kao takva također predstavlja čitavo polje inovacija kojoj je cilj poboljšati kvalitetu svakodnevnog života osoba s invaliditetom. Svrha izrade ovoga diplomskog rada je prikazati utjecaj i razvoj asistivne tehnologije u okvirima naprednog društva 5.0, koje će pomoći u uspostavi društva prilagođenijeg individualnim potrebama.

Diplomski rad se sastoji od šest poglavlja:

1. Uvod
2. Analiza trenutnih istraživanja u području digitalne transformacije razvoja industrije
3. Koncept društva 5.0 i Industrije 4.0



4. Analiza tehničkih karakteristika informacijsko-komunikacijskih tehnologija u društvu 5.0

5. Mogućnosti primjene asistivne tehnologije u području društva 5.0

6. Zaključak

U uvodnom dijelu rada predstavljen je predmet, cilj i svrha rada. Drugo poglavlje progovara o digitalnoj revoluciji, digitalnoj transformaciji i digitalizaciji. Ono daje uvid u trenutnu analizu postojećih stanja razvoja digitalne industrije, prikazuje strategiju digitalne transformacije te njezine prednosti i nedostatke. Kroz treće poglavlje prikazan je koncept društva 5.0 i industrije 4.0, pojmovi i tehnologije vezane uz ta dva trenda, te izazovi s kojima se nose. U četvrtom poglavlju opisane su informacijsko-komunikacijske tehnologije kao ključni pokretači razvoja društva današnjice i četvrte industrijske revolucije, dok peto poglavlje govori mogućnostima primjene asistivne tehnologije u društvu 5.0, odnosno primjeni asistivne tehnologije unutar ekosustava koji je usmjeren na pacijente/starije osobe koje se nalaze van bolničkog okruženja. Kao šesto poglavlje iznesen je zaključak.

## **2. Analiza trenutnih istraživanja u području digitalne transformacije razvoja industrije**

Prijelaz s mehaničke i analogne elektroničke tehnologije na digitalnu elektroniku kao sredstvo za pohranjivanje, prijenos i korištenje informacija smatra se početkom digitalne revolucije. Započinje u drugoj polovici 20. stoljeća usvajanjem i širenjem digitalnih računala i digitalne pohrane informacija, što zauzvrat dovodi do razvoja naprednijih računalnih sustava, sposobnih digitalno replicirati i automatizirati prethodno ručno izvedene matematičke izračune [1].

Digitalna revolucija, može se smatrati trećom industrijskom revolucijom. Drugim riječima, znanstvena i tehnološka revolucija. S tehničkog aspekta predstavlja proces promjene koji je društvo iskusilo i koji nastavlja doživljavati svaki dan. Dolazak tehnologija uzrokovao je razorne promjene kako u društvu tako i u gospodarstvu, pa je tako uz razvoj digitalne revolucije usko povezana i evolucija društva [2].

Kao i svaka revolucija, tako je i ova, digitalna uzrokovala promjenu paradigme, ostavljajući iza sebe neažurne i zastarjele procese dolaskom moderne tehnologije, koja se počela koristiti u industrijskim procesima, te brzo postala dio društva i globalne ekonomije. Jedna velika promjena je dolazak uređaja kao što su računala i pametni telefoni, koji su promijenili načine potrošača, te svakodnevni oblik čovjekove komunikacije. Sve je to omogućilo savršen ekosustav za početak informacijske ere. Era digitalnih informacija počinje u trenutku kada su informacije počele putovati brže od fizičkog kretanja, a sve to zahvaljujući stvaranju digitalne informacijske i komunikacijske tehnologije. Na osnovu svega navednog, svijet koji se danas poznaje je digitalan i međusobno povezan uređajima i digitalnim sustavima. Točnije, radikalno se promijenio način pristupa informacijama budući da digitalni mediji informacije donose izravno ka korisniku, što s druge strane umanjuje osobne interakcije [2].

### **2.1 Definicija digitalne transformacije**

Digitalna transformacija je proces integracije inteligentnih digitalnih tehnologija u poslovne operacije, rješenja i kulture, kako bi se zadovoljila tržišna potražnja za boljim i pristupačnijim proizvodima i uslugama. Učinkovita digitalna transformacija može osnažiti tvrtke da privuku i zadrže više kupaca, povećaju prihode, smanje troškove i omoguće potpuno udaljenu ili hibridnu radnu snagu. Za tvrtke koje prelaze na udaljena ili hibridna radna okruženja, migracija tradicionalnih, izvan mrežnih procesa i upravljanja dokumentima na digitalne tijekom rada postaje nužna. Ponekad sposobnost prilagodbe pomoću tehnologije predstavlja razliku između

kontinuiteta poslovanja i zatvaranja vlastitih vrata, kao u slučaju globalne pandemije. Stoga, dobro isplanirana inicijativa transformacije ključna je za uspjeh [3].

Snažan okvir digitalne transformacije usredotočen je na tri bitne komponente, a to su: ljudi, procesi i platforme. Digitalna transformacija mora započeti s ljudima (npr. zaposlenici, kupci). Promjene do kojih se dolazi pomažu da se brže riješe problemi, te da se stvore olakšice kod obavljanja posla. Dobra praksa upravljanja promjenama može pomoći u vođenju promjene na strani ljudi, kako bi se postigli željeni rezultati. U kontekstu procesa, digitalna transformacija znači promjenu istih, odnosno pronalaženje uskih grla i mjesta gdje bi nove tehnologije mogle biti znatno od uštede, što vremena što kapitala. Posljednja komponenta okvira digitalne transformacije su platforme, odnosno inteligentne tehnologije koje se integriraju unutar poslovanja, ponude i kulture tvrtke kako bi rad bio učinkovitiji. Valja napomenuti kako implementacija nove platforme nije jednokratna situacija i rješenje, nego je potrebno redovito procjenjivati iste kako bi korisnici znali da je riječ o optimalnoj tehnologiji koja zadovoljava potrebe [3].

Digitalna transformacija mijenja način poslovanja, u nekim slučajevima stvara potpuno nove vrste poslovanja. Uz digitalnu transformaciju, tvrtke se vraćaju korak unatrag i preispituju sve što rade, od internih sustava do interakcije s klijentima, online i osobno [3].

## **2.2 Digitalizacija**

Digitalizacija predstavlja proces iskorištavanja digitalnih tehnologija za transformaciju modela poslovanja, stvaranje novih tokova prihoda i mogućnosti stvaranja vrijednosti. To uključuje integraciju digitalnih alata i sustava u različite aspekte poslovanja poduzeća, od upravljanja i komunikacije do proizvodnje i korisničke službe. Postala je neophodna kako bi poduzeća ostala relevantna i napredovala. Omogućuje organizacijama da se prilagode tržišnim uvjetima, koji se brzo mijenjaju, ispune očekivanja kupaca i optimiziraju svoje procese za veću učinkovitost i produktivnost. Korištenjem digitaliziranih informacija, digitalizacija je proces koji tijekom rada i procese čini lakšim i učinkovitijim, osobito u današnjem svijetu kojim upravlja tehnologija, ključno je usvojiti digitalnu kulturu [4].

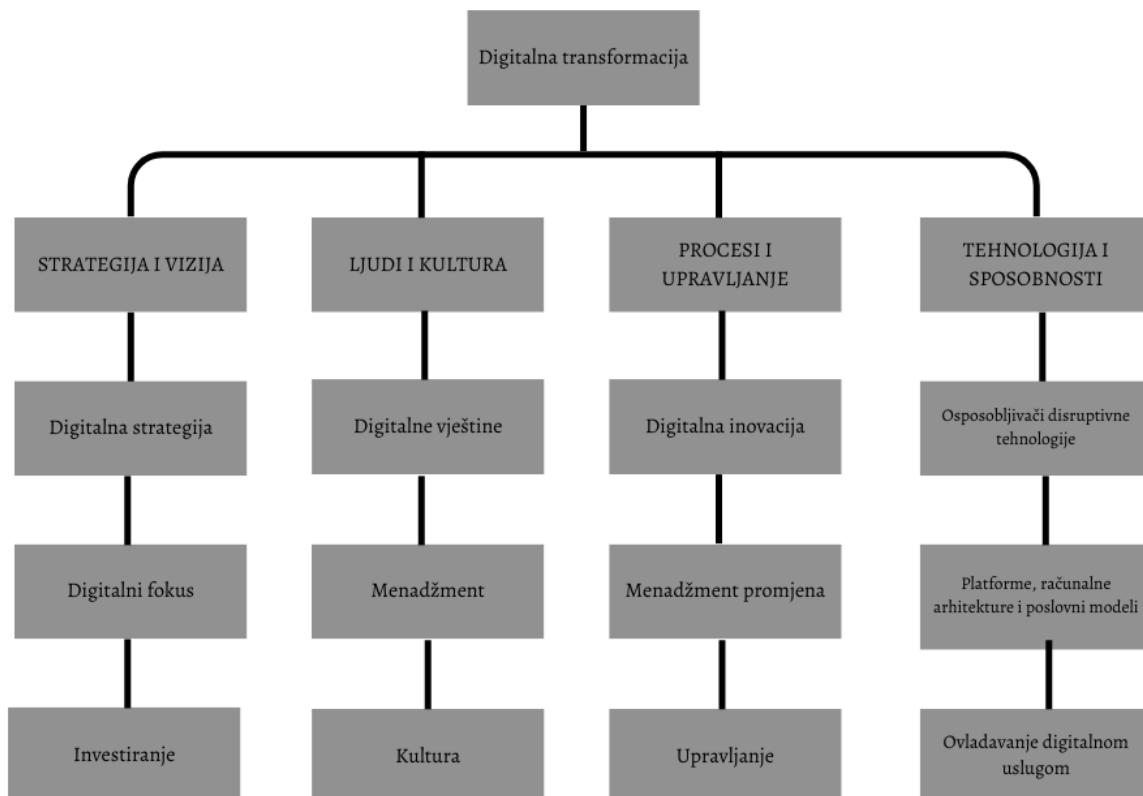
Digitalizacija je definirana kao „usvajanje ili povećanje upotrebe digitalne ili računalne tehnologije od strane organizacije, industrije, zemlje itd.“ [5]. Ona u potpunosti mijenja način na koji se poslovanje obavlja unutar postojećih industrijskih lanaca vrijednosti korištenjem tehnologija kao što su tehnologije Interneta stvari te brza razmjena podataka. Kada se sve sagleda, tehnološka primjena sama po sebi nije dovoljna. Kako bi zarada od digitalizacije bila

osjetna, ona zahtijeva inovaciju poslovnih modela. S jedne strane, poduzeća moraju digitalizirati svoje interne procese i postupke, dok s druge strane također moraju razviti nove usluge i digitalne poslovne modele [6].

### 2.3 Strategija i učinci digitalne transformacije

Strategija digitalne transformacije pristup je preoblikovanju poduzeća kako bi se digitalna tehnologija uključila u sve odgovarajuće aspekte da bi se postiglo sve, od veće učinkovitosti i suradnje do poboljšanja brzine isporuke i zadovoljstva korisnika. Prema Gartneru, "Digitalna transformacija može se odnositi na bilo što, od IT modernizacije (na primjer, računalstvo u oblaku), digitalne optimizacije, do izuma novih digitalnih poslovnih modela [7]."

Osnovna ideja sa strategijom digitalne transformacije je analizirati vlastite potrebe i vlastitu kulturu tvrtke, postaviti poslovne ciljeve i razumjeti i dokumentirati rizike, provoditi česta testiranja, tražiti povratne informacije zaposlenika o samim uvođenjima, nastaviti s novim tehnologijama, a zatim nastaviti analizirati njihovu učinkovitost. Na osnovu toga moguće je razlikovati 4 osnovne dimenzije strategije digitalne transformacije, a to su: 1.) strategija i vizija, 2.) ljudi i kultura, 3.) procesi i upravljanje i 4.) tehnologija i sposobnosti [8]. Dimenzije strategije digitalne transformacije prikazane su slikom 1.



Slika 1. Četiri dimenzije strategije digitalne transformacije [9]

Iz perspektive tehnološke industrije, strategija digitalne transformacije obično znači korištenje tehnologije za izvršavanje zadataka koji su nekada bili ručni. Izazov s ovim konceptom jeste taj da su se koristile tehnologije za poboljšanje načina na koji isporučuju svoje proizvode i usluge od osvita trgovine [8].

Kada je riječ o strateškom planiranju digitalne transformacije neke tvrtke potrebno je imati na umu da ona u većini slučajeva neće donijeti brze i kratkoročne rezultate, te je isto tako kroz sve promjene i transformacije bitno prepoznati dugoročan interes. Da bi se digitalna transformacija poslovanja implementirala, važne su dvije stvari. Prvo, potrebno je predvidjeti što više troškova, a kao drugo potrebno je postaviti mjerljive pokazatelje uspješnosti na samom početku provedbe, jer je jedino tako moguće uvidjeti rezultate. Također, bitno je znati da ulaganje u digitalnu transformaciju ne predstavlja trošak, nego investiciju s povratom u budućnost [10].

## **2.4 Digitalizacija u industriji**

Danas tvrtke većinom prelaze na digitalizirani način prikupa, pohrane, analize i prezentiranja podataka i informacija. Takav način upravljanja s informacijama puno je sigurniji, a samim time i jednostavniji u odnosu na prijašnja vremena. Informacije i podaci smješteni su na tzv. „digitalnim platformama“, koje predstavljaju promjenjivu bazu kompatibilnih komponenti na kojima korisnici grade aplikacije. Svaka platforma definirana je tehnološkim standardima i specifikacijama. Povezane su u digitalnoj mreži, te na taj način svi odjeli mogu doći do relevantnih i korisnih podataka od drugog odjela. Mnogo rada u digitalizaciji ekonomije se bavi proučavanjem pitanja kako bi tvrtke trebale funkcionirati i kako se međusobno natječu na digitalnim platformama [11].

Digitalizacija je izravno povezana sa izradom softvera i sadržaja izrađenog od strane korisnika. Takva vrsta dobara širi se besplatno po internetu. Neki od najpoznatiji primjera tih softvera je mnoštvo web stranica, tražilica poput Mozilla Firefox-a i Google Chrome-a, te operativni sustav Linux. Jedna bitna tema za diskutirati je kako softveri mjere BDP i druge ekonomske pokazatelje i s kolikom preciznošću. Postoji potencijal iskazivanja i izračuna ekonomskih pokazatelja s mnogo većom preciznošću nego dosada. Izradi takvih vrsta softvera treba se prepustiti s velikom dozom opreza, kako ne bi došlo do velikih financijskih gubitaka pri izračunu [11].

Pored softverskih programa, pažnju je potrebno usmjeriti i ka hardverskim komponentama. Danas je prisutno mnogo hardvera koji mogu značajno utjecati na industriju, a najznačajniji su 3D printeri prikazani slikom 2.



Slika 2. 3D printer [13]

Oni za razliku od klasičnih printera (printaju podatke na A4 papir), printaju proizvode u njihovom namijenjenom obliku. Imaju iznimno velik potencijal u svim granama industrije, iako era njegovog djelovanje tek dolazi. Pretpostavka je ta da će s vremenom donijeti drastične promjene u industiji i proizvodnji [12].

#### **2.4.1 Digitalna transformacija industrije za vrijeme COVID-19**

Pandemija COVID-19 predstavlja izazov za tvrtke u različitim sektorima djelatnosti. Mnoge od tih organizacija bile su prisiljene usvojiti nove interne prakse rada i osjetile su snažan pritisak da ponude proizvode putem digitalnih kanala. Tvrtke su doživjele duboke promjene te u vrlo kratkom vremenu implementirale rješenja temeljena na digitalnim tehnologijama. U isto vrijeme, postalo je neophodno redizajnirati modele upravljanja i suradnje kako bi se osiguralo da nitko unutar organizacija ne bude zabačen i da se ne osjeća isključenim iz ovog procesa digitalizacije. Kao ključni faktor za uspjeh timskog rada u vrijeme COVID-19 navodi se uključivanje svih članova tima u glavne izazove tvrtke. Međutim, proces je nužno postao

složeniji, jer tijekom informacija koji je prirodno tekao u istom fizičkom prostoru sada postaje izazov doprijeti do svih na agiln i učinkovit način [14].

Digitalnu transformaciju karakterizira spajanje naprednih tehnologija i integracija fizičkih i digitalnih sustava. Prevladavaju inovativni poslovni modeli, novi proizvodni procesi i stvaranje proizvoda i usluga temeljenih na znanju. Iako digitalizacija nije nova pojava, izazovi i prilike s njom se stalno mijenjaju. Prije pojave COVID-19, izazovi pred digitalnu transformaciju bili su u biti usmjereni na četvrtu industrijsku revoluciju, povezanu s konceptima industrije 4.0, Interneta stvari i Weba 4.0. Izazovi su uključivali i poremećaje koncepata i tehnologija, kao i brzinu digitalne transformacije. U eri COVID-19 izazovi su bili razotkriveni i ključno je uključiti cijelu organizaciju i dionike u ovaj proces. Nadalje, brzina kojom se ta promjena dogodila bila je ogromna. Organizacije su to morale učiniti bez obzira na njihov prethodni položaj i iskustvo u procesima digitalne transformacije [14].

Organizacije se neizbježno kreću putem digitalne transformacije. Međutim, ključno je pitanje jesu li spremni na tu promjenu. Neke od studija pokazuju da tvrtke, čak i one koje su najnaprednije u digitalnoj transformaciji svojih aktivnosti i radnih procesa, još nisu u potpunosti spremne za suočavanje s izazovima digitalne transformacije. Digitalizacija zahtijeva restrukturiranje procesa, pretvaranje tvrtke u agilniju, ulaganje u više organskih struktura, jačanje standardizacije i automatizacije, kako bi se optimizirao kapacitet odgovora na klijente. COVID-19 donio je teška i neizvjesna vremena i ubrzao neizbježne procese digitalne transformacije. U ovoj fazi važno je početi razmišljati o svijetu nakon COVID-19 i, prije svega, istražiti na koji je način moguće iskoristiti i transformirati ove izazove u nove prilike, kako u poslovanju tako i u internoj organizaciji. Prema tome, nastoje se istražiti izazovi i prilike koje će pred organizacije postaviti digitalizacija njihovih aktivnosti s obzirom na tri temeljna područja njihova djelovanja: radni i socijalni odnosi, marketing i prodaja i tehnologija [14].

Posljedice i tempo tehnološkog poremećaja u organizacijama sve su veći, a ubrzao ih je COVID-19. Tvrtke moraju biti spremne na ovaj i na ovakve izazove, a u tu svrhu moraju njegovati kulturu inovacija koja uključuje zaposlenike tvrtke. COVID-19 je ubrzao procese digitalne transformacije ne samo u tvrtkama, već i u pojedincima i javnim subjektima. Ogroman izazov za menadžere je uključiti se u ovakvu promjenu, dok pokušavaju održati poslovanje, suočavajući se s drugačijom i neizvjesnom budućnošću. Digitalizacija poduzeća povećat će važnost digitalnih kanala marketinga i prodaje poduzeća. Također će potaknuti rad na daljinu i potrošnju tehnoloških proizvoda jer će više ljudi komunicirati koristeći hibridne komunikacijske mehanizme dostupne s bilo kojeg mjesta, a ne isključivo u fizičkom okruženju

tvrtki i njihovih domova. Među izazovima s kojima se susrećemo je usvajanje rada na daljinu i modela rada na daljinu koji omogućuje visoku interaktivnost i suradnju, pri čemu talent nadmašuje zemljopisni položaj tih ljudi. Rast e-trgovine još je jedan izazov, budući da se s njom povezuje cijeli lanac vrijednosti koji mora biti ispravno integriran kako bi kupcu pružio različito iskustvo kupnje. Fleksibilnost digitalnih proizvoda i usluga također će biti odlučujući čimbenik za njegovo usvajanje. S tehnološke strane, pojavljuje se rast sustava podržanih Internet stvarima, umjetne inteligencije, *Big Data* i robotike. Nadalje, kibernetička sigurnost i privatnost također će se smatrati ključnim elementima u usvajanju novih tehnoloških rješenja [14].

#### **2.4.2 Digitalna transformacija u okviru poslovnih modela**

Znanstvena istraživanja o digitalizaciji i njezinom utjecaju na poslovne modele posljednjih godina eksponencijalno rastu. Organizacije diljem svijeta sve više pažnje posvećuju razvoju novih tehnologija kako bi svoje strategije adekvatno prilagodile novim tržišnim potrebama i poticajima. Posljednjih godina taj je trend potaknut uvođenjem novih inovacija, poput interneta stvari i umjetne inteligencije. Trendovi digitalizacije narušavaju načine na koje tvrtke posluju, konkretan primjer su tvrtke Blockbuster i Kodak. Te tvrtke nisu bile u stanju inovirati svoje poslovne modele kako bi preživjele digitalne tehnološke promjene i nove ekonomske paradigme. To se može smatrati učinkovitim prikazom utjecaja koji stvara razvoj novih oblika tehnologije koje karakterizira visok stupanj digitalizacije. Slično tome, digitalizacija tržišta, usluga i proizvoda također je potaknula brzi razvoj agilnijih tvrtki, kao što su Airbnb, Uber, Facebook i mnoge druge. Te tvrtke mogu inovirati svoje poslovne modele kako bi „jahale“ na tehnološkim valovima i iskoristile prilike koje nude hiperkonkurentna tržišta [15].

Odnos između trendova potaknutih tehnološkim inovacijama (kao što je digitalizacija) i inovacija poslovnog modela karakteriziraju različite teorijske razine analize. Relevantnost teme povezana je sa strateškom relevantnošću poslovnog modela. Poslovni modeli predstavljaju način na koji poduzeće isporučuje vrijednost kupcima, potiče kupce da plate za vrijednost i pretvara ta plaćanja u profit. Stoga bi digitalizacija procesa i društava mogla utjecati na poslovne modele na nekoliko razina. Konkretno, prethodne studije su istaknule razliku između "disruptivnih tehnologija" i "disruptivnih poslovnih modela" pri čemu "disruptivne tehnologije" i "disruptivni poslovni modeli" stvaraju različite vrste tržišta, radikalno postavljaju različiti izazovi za etablirane tvrtke i imaju radikalno različite implikacije za menadžere. Veliki broj inovativnih tvrtki temeljio je svoju konkurentsku prednost na tehnološkim inovacijama, kao što je aditivna proizvodnja, a ne na učinkovitoj inovaciji poslovnog modela. S druge strane, drugi



su uspješno inovirali poslovne modele koji se oslanjaju na postojeće tehnologije ili ih pomlađuju, kao što je usvajanje agilnog pristupa ili pristupa točno na vrijeme [15].

Kao poveznica digitalizacije i poslovnog modela u ovom kontekstu, digitalna transformacija je ona koja se odnosi se na strateške transformacije usmjerene na organizacijske promjene koje se provode kroz projekte digitalizacije [15].

### **2.4.3 Digitalni blizanac u proizvodnji**

Digitalni blizanac u proizvodnji je virtualna replikacija skladišta, tvornice, strojeva, proizvoda ili sustava. Tehnologija digitalnih blizanaca nudi poglede na proizvodne prostore u stvarnom vremenu koji olakšavaju donošenje odluka i poboljšavaju procese jer operateri mogu vidjeti informacije o integriranom sustavu koje su im potrebne, u kontekstu fizičkog prostora koji je snimljen. U proizvodnoj industriji, 3D digitalni blizanac pruža impresivan digitalni prikaz fizičkog prostora, od strojeva do rasporeda tvorničkih podova. Također, digitalni blizanci u proizvodnji daju pristup objektu za obuku, obilaske i planiranje bez uvođenja sigurnosnih opasnosti, rizika od poremećaja ili potrebe putovanja [16].

U osvit 19. stoljeća, snaga pare i mehanizacija doveli su do prve industrijske revolucije. Dva stoljeća kasnije nalazimo se usred industrije 4.0, digitalne transformacije koja integrira modeliranje digitalnih blizanaca, proširenu stvarnost, internet stvari i strojno učenje kako bi se poboljšala produktivnost proizvodnje i automatizirali mnogi ključni procesi. Prema istraživanju tvrtke za tehnološko savjetovanje ISG iz 2022., 69% ispitanika iz proizvodnog sektora kaže da ima pokrenute inicijative pametne tehnologije. A gotovo dvije trećine ispitanika kaže da prihvaćaju pametnu proizvodnju u nadi da će smanjiti troškove. Timovi imaju pristup vizualnom digitalnom blizancu koji modelira fizički prostor u jednom trenutku. Ali kada su integrirani s IoT sensorima, digitalni blizanci mogu prelaziti na višu razinu, nudeći podatke u stvarnom vremenu i snažan uvid u proizvodne operacije. Zajedno, ove vrhunske tehnologije pomažu tvrtkama optimizirati sigurnost i automatizirati proizvodne procese [16].

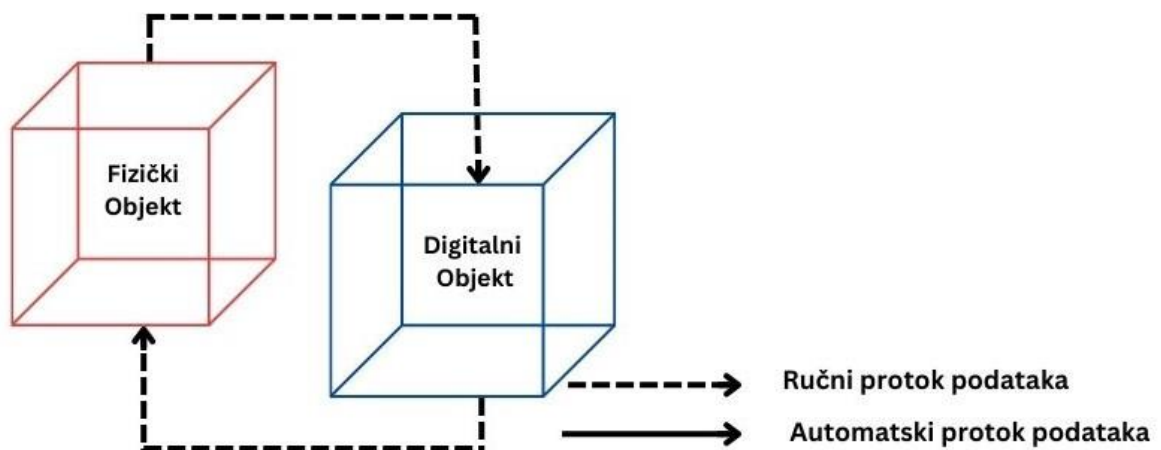
Digitalni blizanci pomažu proizvodnoj industriji da radi brže i pametnije. Oni također mogu pomoći u optimizaciji konfiguracije tvorničkog prostora, smanjiti vrijeme zastoja i dati korisniku dublje razumijevanje fizičke imovine kojom upravlja. Kao pet slučajeva upotrebe digitalnih blizanaca u proizvodnji ističu se: umreživan trening niskog rizika, dimenzionalno točno planiranje prostora, intuitivno lociranje dokumentacije za održavanje i popravak, globalni posjeti gradilištu i inspekcije bez putovanja te virtualni doček turama i gostima [16].

Digitalni blizanac u svom podrijetlu opisuje zrcaljenje proizvoda, dok stanje tehnike dopušta da procesi (proizvodnja, proizvodnja energije itd.) također budu subjekti reprodukcije virtualnog prostora ("*twinning*") kako bi se dobile iste prednosti. U vrijeme kada je odlučeno da se koncept nazove Digital Twin (DT), prvo priznanje se već pojavilo u zrakoplovnom svijetu u obliku NASA-inih tehnoloških putokaza. Središnji aspekt DT-a je mogućnost pružanja različitih informacija u dosljednom formatu [17].

Digitalni blizanci su više od čistih podataka, oni uključuju algoritme, koji opisuju njihov stvarni pandan i odlučuju o akciji u proizvodnom sustavu na temelju tih obrađenih podataka. Sastoji se od virtualne reprezentacije proizvodnog sustava koji je u mogućnosti koristiti različite simulacijske discipline koje karakterizira sinkronizacija između virtualnog i stvarnog sustava, zahvaljujući senzorskim podacima i povezanim pametnim uređajima, matematičkim modelima i obradi podataka u stvarnom vremenu. Aktualna uloga unutar proizvodnih sustava industrije 4.0 je iskorištavanje ovih značajki za predviđanje i optimiziranje ponašanja proizvodnog sustava u svakoj fazi životnog ciklusa u stvarnom vremenu [17].

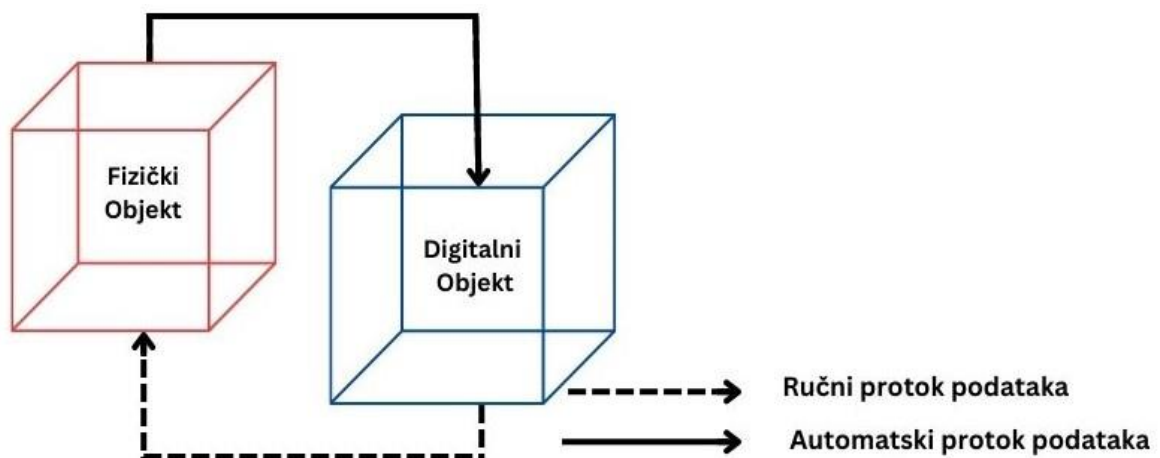
Pojmovi digitalni model, digitalna sjena i digitalni blizanac često se koriste kao sinonimi. Međutim, definicije se razlikuju u razini integracije podataka između fizičkog i digitalnog dvojnika. Neki digitalni prikazi modelirani su ručno i nisu povezani ni s jednim postojećim fizičkim objektom, dok su drugi potpuno integrirani s razmjenom podataka u stvarnom vremenu. Stoga predložena je klasifikacija digitalnih blizanaca u tri potkategorije, prema njihovoj razini integracije podataka [17].

Digitalni model prikazan slikom 3 je digitalni prikaz postojećeg ili planiranog fizičkog objekta koji ne koristi nikakav oblik automatizirane razmjene podataka između fizičkog i digitalnog objekta. Digitalni prikaz može uključivati više ili manje opsežan opis fizičkog objekta. Ovakvi modeli mogu uključivati, ali nisu ograničeni na simulacijske modele planiranih tvornica, matematičke modele novih proizvoda ili bilo koje druge modele fizičkog objekta, koji ne koriste nikakav oblik automatske integracije podataka. Digitalni podaci postojećih fizičkih sustava još uvijek bi se mogli koristiti za razvoj takvih modela, ali se sva razmjena podataka obavlja ručno. Promjena stanja fizičkog objekta nema izravan učinak na digitalni objekt i obrnuto [17].



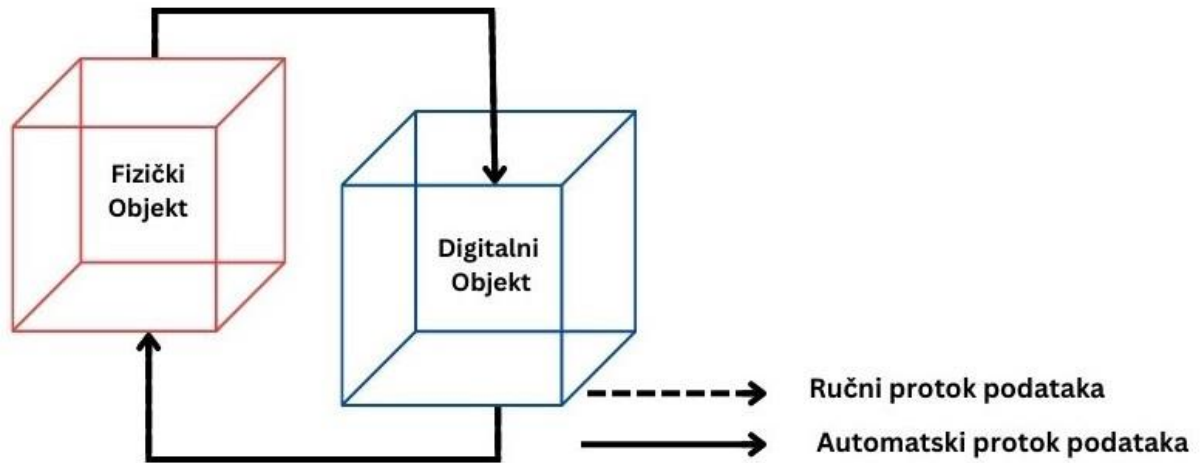
Slika 3. Digitalni model[17]

Na temelju definicije digitalnog modela, ako nadalje postoji automatizirani jednosmjerni tok podataka između stanja postojećeg fizičkog objekta i digitalnog objekta, takva kombinacija naziva se digitalnom sjenkom, prikazana slikom 4. Promjena stanja fizičkog objekta dovodi do promjene stanja digitalnog objekta, ali ne i obrnuto[17].



Slika 4. Digitalna sjenka [17]

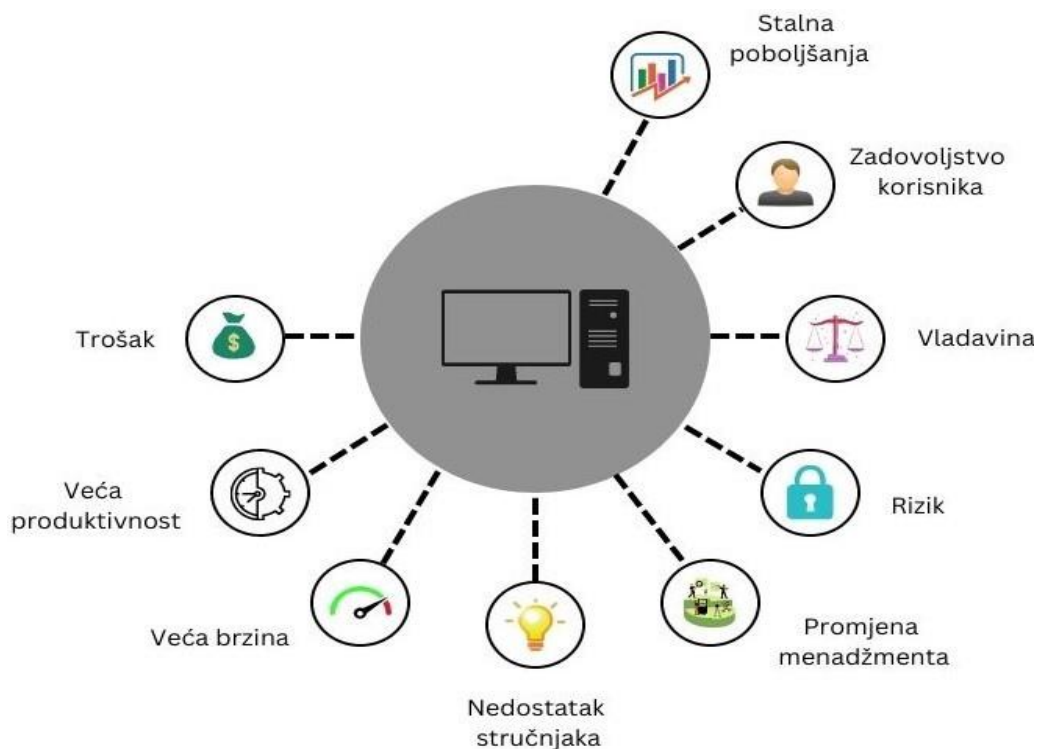
Dalje, ako su tokovi podataka između postojećeg fizičkog objekta i digitalnog objekta potpuno integrirani u oba smjera, to bi se moglo nazvati digitalnim blizancem prikazano slikom 5. U takvoj kombinaciji, digitalni objekt također može djelovati kao upravljačka instanca fizičkog objekta. Mogu postojati i drugi objekti, fizički ili digitalni, koji induciraju promjene stanja u digitalnom objektu.



Slika 5. Digitalni blizanac [17]

## 2.5 Prednosti i nedostaci digitalne transformacije

Kako bismo najbolje shvatili i približili prednosti koje nam nudi digitalna transformacija dovoljno je pogledati u bližu prošlost nekog od poduzeća npr. Kodak. Bili su vodeći, odnosno lideri svoga područja koji su zbog manjka znanja, volje, odlučnosti i spremnosti vodstva na inovacije doživjeli propast. Čovjek mora biti svjestan da je digitalna transformacija neizbježan proces koji će poduzeća koja žele napredak prisiliti pod svaku cijenu da primjenjuju istu. Slikom 6. prikazane su dobre i loše strane digitalne transformacije [18].



Slika 6. Dobre i loše strane digitalne transformacije [18]

### **3. Koncept industrije 4.0 i društva 5.0**

Posljednja stanica na putu industrijalizacije koji počinje s parnim strojevima je industrija 4.0. Pojam koji se danas često čuje i koji je prvi put predstavljen 2011. na sajmu u Hannoveru u Njemačkoj. Trend Industrije 4.0, koji se u industriji naziva i digitalizacija s pametnim tvornicama daje razna obećanja poduzećima, s druge strane trend društva 5.0 koji integrira kibernetičke i fizičke sustave za pojedinačnu ili zajedničku upotrebu puno obećava čovječanstvu.

#### **3.1 Industrija 4.0**

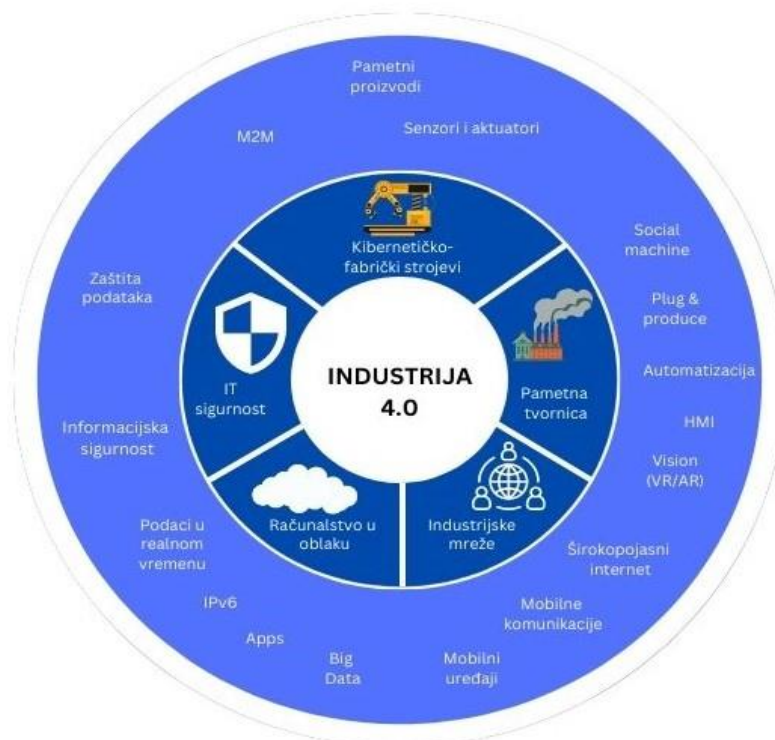
Kao glavna ideja industrije 4.0 ističe se povezivanje svih komponenti jednog sustava u zajednički hub koji ima sposobnost bežične komunikacije. Pojam industrija 4.0 postaje sve učestaliji. Koristi se u svim prilikama. Riječ je o dosta zahtjevnom pojmu, koji je na prvu dosta neshvatljiv velikom broju ljudi. Čini pojam „*cluster*“ koji obuhvaća skup kibernetičko-fizičkih sustava, pametnih strojeva s mogućnošću neovisne razmjene podataka, pametnih tvornica, industrijske mreže, računarstva u oblaku, IT sigurnosti te sveukupnu kontrolu i optimizaciju proizvodnje u realnom vremenu [19].

Kroz to se događaju temeljne promjene u načinu na koji globalna proizvodnja i opskrbna mreža funkcionira te kroz stalnu automatizaciju tradicionalnih proizvodnih i industrijskih praksi, koristeći modernu pametnu tehnologiju, komunikaciju velikih razmjera stroj-stroj (*eng. Machine to Machine*) i Internet stvari (*eng. Internet of Things*). Ova integracija rezultira povećanom automatizacijom, poboljšanjem komunikacije i samonadzora te korištenjem pametnih strojeva koji mogu analizirati i dijagnosticirati probleme bez potrebe za ljudskom intervencijom [19].

Također predstavlja društveni, politički i ekonomski pomak iz digitalnog doba kasnih 1990-ih i ranih 2000-ih u eru ugrađene povezanosti koja se razlikuje po sveupotrebi i uobičajenosti tehnološke upotrebe u cijelom društvu koja mijenja načine na koji ljudi doživljavaju i poznaju svijet oko sebe. Naglasak industrija 4.0 stavlja je na inovacije koje se koriste upotrebom najnovijih tehnologija povećavajući produktivnost, konkurentnost, tržišna prednost. Pored svega industrija 4.0 također podrazumijeva promjene u standardizaciji, novih poslovnih modela, sigurnosti informacija, dostupnosti produkata, istraživanja, dostupnosti adekvatne radne snage, radnih procesa te promjena samih organizacija [19].

Industrija 4.0“ stvara "pametne tvornice". Ugrađeni senzori i međusobno povezani strojevi proizvode značajnu količinu velikih podataka za proizvodne tvrtke. Analitika podataka može pomoći proizvođačima da istraže povijesne trendove, identificiraju obrasce i donesu bolje odluke. „Pametne tvornice“ također mogu koristiti podatke iz drugih dijelova organizacije i njihov prošireni ekosustav dobavljača i distributera za stvaranje dubljih uvida. Gledajući podatke iz ljudskih resursa, prodaje ili skladištenja, proizvođači mogu donositi proizvodne odluke na temelju prodajnih marži i osoblja. Potpuni digitalni prikaz operacija može se stvoriti kao tzv. "digitalni blizanac". Industrija 4.0 definira se kao pristup koji uključuje umrežene proizvodne sustave koji pristupaju izmjenama u proizvodnom procesu kroz alternativne strategije, prikazano slikom 7 [19].

Na osnovu svega navedenog, valja istaknuti da se pojam industrija 4.0, skovan kao četvrta industrijska revolucija, odnosi na višu razinu automatizacije za operativnu produktivnost i učinkovitost povezivanjem virtualnog i fizičkog svijeta u industriji. S obzirom na to da industrija 4.0 nije u mogućnosti odgovoriti na sve veće potrebe za personalizacijom, izraz industrija 5.0 skovan je za rješavanje personalizirane proizvodnje i osnaživanje ljudi u proizvodnim procesima te je uočeno da početak pojma industrija 5.0 ima različite poglede na to kako se definira i što čini pomirenje između ljudi i strojeva [63].



Slika 7. Karakteristike industrije 4.0 [19]

### **3.2 Vertikalna i horizontalna integracija**

Digitalnom transformacijom dolazi do vertikalne i horizontalne integracije unutar poduzeća prikazano slikom 8., što znači sljedeće: horizontalna integracija strategija je rasta koju mnoge tvrtke koriste kako bi poboljšale svoju poziciju unutar svojih industrija i dobile prednost pred konkurencijom. To čine preuzimanjem druge tvrtke koja posluje na istoj razini lanca vrijednosti. To znači da obje tvrtke nude sličnu (ako ne i istu) robu i usluge i rade sa sličnom bazom kupaca. Horizontalna integracija također omogućuje tvrtkama da smanje svoje troškove dijeljenjem tehnologije, marketinških napora, istraživanja i razvoja, proizvodnje i distribucije. Kod horizontalne integraciji dolazi do: umrežavanja lokacija proizvodnje, distribucije informacija kroz lanac vrijednosti, uključenosti kupca u proizvodni proces te inteligentne komunikacije u nabavi, proizvodnji i logistici [20].

Vertikalna integracija je strategija koja uključuje rast kroz akviziciju proizvođača, dobavljača, dobavljača, distributera ili druge povezane tvrtke s kojom stjecatelj možda već posluje. Tvrtke koje se odluče vertikalno integrirati čine to kako bi ojačale svoj lanac opskrbe, smanjile troškove proizvodnje, ostvarile profit uzvodno ili nizvodno ili pristupile novim kanalima distribucije. Postoje dvije osnovne vrste vertikalne integracije: povratna integracija događa se kada tvrtka odluči kupiti drugu tvrtku koja proizvodi ulazni proizvod za proizvod tvrtke preuzimatelja i napredna integracija događa se kada tvrtka odluči preuzeti kontrolu nad nekim aspektom procesa postprodukcije. Regulatorni okvir vertikalne integracije čini “pametna tvornica” [20].



Slika 8. Horizontalna i vertikalna integracija [21]

### 3.3 Prednosti i nedostaci Industrije 4.0

Iako je naglasak stavljen na produktivne prednosti industrije 4.0, istina je da iza inovativnog vela postoje značajni kontrasti. Nove i eksperimentalne tehnologije industrije 4.0 prouzročile su duboke promjene u društvu, stoga postoje neke od glavnih prednosti i nedostataka iste [22].

Prednosti industrije 4.0: povećana kvaliteta i količina proizvoda, zahvaljujući automatizaciji smanjenje troškova, vremena, grešaka i proizvodnih rizika, povećana sigurnost osoblja, trenutačni pristup digitalnim informacijama, razvoj nove dimenzije poslovne konkurentnosti za zadovoljenje novih zahtjevnih potreba potrošača, personalizirana korisnička služba te učinkovito upravljanje i korištenje resursa za smanjenje negativnog utjecaja koji industrija može imati na okoliš. Neki od istaknutih nedostataka industrije 4.0 su: velika početna ulaganja, konstantan napredak tehnologije zahtijeva od tvrtke stalno ažuriranje što je za većinu organizacija neodrživo što može uzrokovati značajan ekonomski jaz između tvrtki koje su se prilagodile i onih koje nisu na model industrije 4.0, zatim industrija 4.0 zahtijeva specijalizirano osoblje za analizu i praćenje automatiziranih procesa, povećanje nezaposlenosti u kratkom i srednjem roku, budući da će automatizirani strojevi istisnuti ljude s radnih mjesta u tvornicama itd [22].



### 3.4 Izazovi implementacije Industrije 4.0

Važno je identificirati glavne preduvjete i izazove s kojima se treba suočiti industrijska proizvodnja da bi bila na putu transformacije u novu industrijsku paradigmu. BITKOM, VDMA i ZVEI kao profesionalne udruge za istraživanje međunarodnih tržišta, provele su 2013. godine istraživanje s 278 tvrtki na temu industrije 4.0. Tablicom 1. prikazani su preduvjeti tj. izazovi koji se smatraju temeljnima [23].

Kao ključni preduvjet preduvjet industrije 4.0 je standardizacija u svim segmentima sustava. Organizacija posla će doprinijeti veću odgovornost i razvoj zaposlenika. Dostupnost proizvoda zauzima treće mjesto na ljestivi i također je neminovna, novi poslovni model je neizbježan, sigurnost i zaštita informacija je također tu i predstavlja izazov digitalizacije, stručno osoblje također ima bitnu ulogu što čini poveznicu sa istraživanjem i razvojem. Na kraju se sve svodi na regulatorni i zakonski okvir, koji je potreban da se definiraju odnosi unutar i van organizacije [23].

Tablica 1. Temeljni preduvjeti Industrije 4.0 [24]

<b>Standardizacija</b>	<b>52,8%</b>
<b>Organizacija procesa i rada</b>	<b>46,4%</b>
<b>Dostupnost proizvoda</b>	<b>35,3%</b>
<b>Novi poslovni modeli</b>	<b>30,6%</b>
<b>IT sigurnost</b>	<b>28,1%</b>
<b>Dostupnost kvalificiranih stručnjaka</b>	<b>25,2%</b>
<b>Istraživanje i razvoj</b>	<b>23%</b>
<b>Obrazovanje i kontinuirani razvoj</b>	<b>15,10%</b>
<b>Regulatorni i zakoniti okviri</b>	<b>10,8%</b>

### 3.5 Glavni trendovi industrije 4.0

Veliki je broj interpretacija koji su to glavni trendovi industrije 4.0. Na osnovu studije Odbora za industriju, istraživanje i energiju Europske komisije iz 2016. ističe se šest glavnih trendova, a to su [25]:

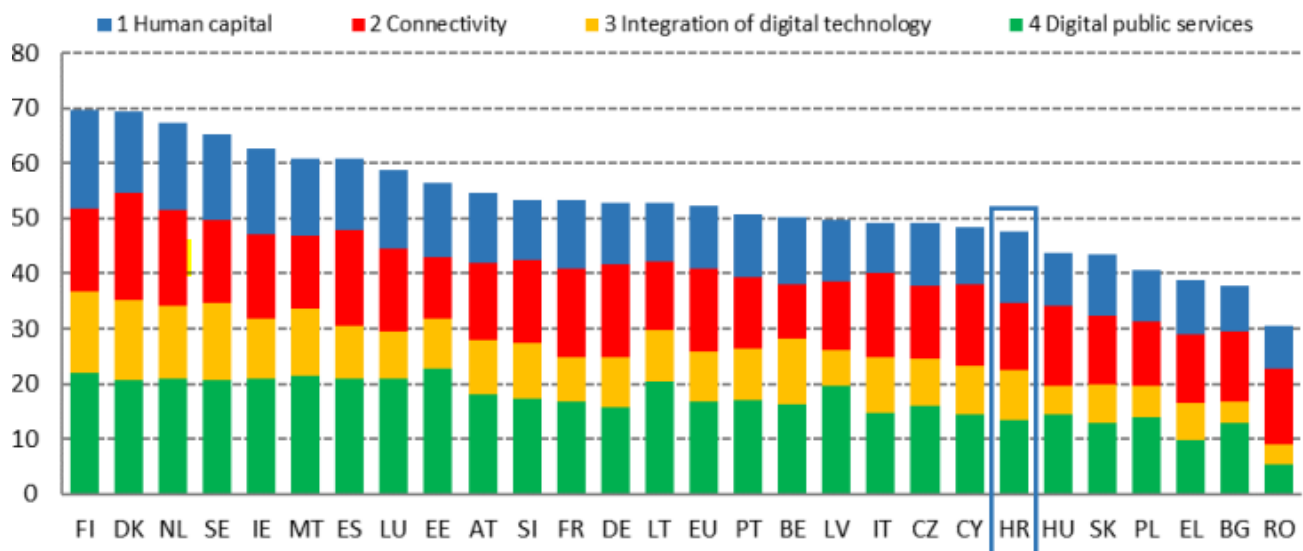
- interoperabilnost- kibernetičko-fizikalni sustavi pružaju međusobno umrežavanje

- virtualizacija- virtualna kopija „pametne tvornice“, simulacije rada
- decentralizacija- omogućavanje autonomne, lokalne proizvodnje, centar zadonošenje odluka spušten na niže nivoe
- analiza u stvarnom vremenu-praćenje i analiza događaja u stvarnom vremenu
- orijentiranost na usluge
- modularnost- fleksibilnost „pametnih tvornica“

### **3.6 Industrija 4.0 u Republici Hrvatskoj**

Hitna i ubrzana digitalizacija javne uprave, digitalna transformacija svih proizvodnih djelatnosti u realnom sektoru te transformacija obrazovnog sektora prema digitalnom društvu, trebali bi biti ključni ciljevi za ubrzani razvoj 4. industrijske revolucije u Hrvatskoj. Ako je riječ o industriji 4.0 kao novom globalnom cilju, hrvatska industrija u prosjeku trenutno se nalazi na razini industrije 2.5. Parametar za mjerenje razine digitalizacije jest DESI. Taj indeks predstavlja razinu gospodarske i društvene digitalizacije, i na taj način Europskoj komisiji pomaže pri procjeni razvoja država članica u području digitalne konkurentnosti [26].

Hrvatska je na 21. mjestu od 27 država članica Europske Unije (EU) prema Indeksu digitalne ekonomije i društva (DESI) za 2022. godinu, prikazano slikom 9. Između 2017. i 2022. DESI rezultat Hrvatske je porastao. Unatoč dobrim rezultatima u digitalnim vještinama, još uvijek postoji trajni jaz u pogledu informacijsko-komunikacijskih stručnjaka, koji u Hrvatskoj čine niži postotak radne snage od prosjeka Europske unije. Manjak stručnjaka značajno utječe na integraciju digitalne tehnologije u poduzećima, sprječavajući poduzeća, posebno MSP (mala srednja poduzeća), da iskoriste puni potencijal koji nudi digitalna transformacija. Hrvatska još uvijek ima niske ocjene u penetraciji usluga od 100 Mbps, mreža vrlo velikog kapaciteta i 5G pokrivenosti te u indeksu cijena širokopojsnog pristupa [27].



Slika 9. DESI prikaz iz 2022. godine za Republiku Hrvatsku [27]

Hrvatska ima dobru ocjenu u pogledu otvorenih podataka, ali njezinu ocjenu uravnotežuju loši rezultati u području digitalnih javnih usluga, s malim brojem korisnika, slabom upotrebom unaprijed ispunjenih obrazaca i ograničenim pružanjem javnih usluga građanima i poduzećima. Potrebno je nastaviti s tekućim naporima kako bi se postigao cilj digitalnog desetljeća za 100% online pružanje ključnih javnih usluga za građane i poduzeća [27].

### 3.7 Tehnologije industrije 4.0

Tehnologije industrije 4.0 nisu strogo definirane pa je tako Boston Consulting Group kao 9 vodećih tehnologija industrije 4.0 u svome istraživanju “Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth” definirala: *Big Data*, autonomni roboti, simulacije i umjetna inteligencija, horizontalna i vertikalna integracija, IoT, kibernetička sigurnost, računalstvo u oblaku, aditivna proizvodnja te VR i AR. U nastavku slijedi opis nekih od vodećih tehnologija industrije 4.0 [28].

U kontekstu industrije 4.0 *Big Data* podrazumijeva skupljanje, kategoriziranje i analiziranje podataka prikupljenih u cjelokupnom lancu vrijednosti tj. nabava, proizvodnja isporuka, koristit se za donošenje odluka i optimizacije u stvarnom vremenu. Ova analitika koristi se u prediktivnoj proizvodnji pa tako neki zagovaraju kako je četvrta industrijska revolucija spoj umjetne inteligencije i *Big Data* analitike. *Big Data* su podaci koji sadrže veću raznolikost, pristižu u sve većim količinama i većim brzinama. Jednostavnim rječnikom, *Big Data* su veći,

složeniji skupovi podataka, posebno iz novih izvora podataka. Ovi skupovi podataka su toliko opsežni da standardni softver za obradu podataka jednostavno ne može njima upravljati. Velike količine podataka mogu se koristiti za rješavanje poslovnih problema do čijih rješenja bi ranije bilo nemoguće doći. Glavne značajke su količina, brzina i raznolikost. Porastom *Big Data*, podaci dolaze u novim nestrukturiranim vrstama podataka. Ulaganje se isplati kada je djelovanje temeljeno obavljenim analizama podataka. Za izgradnju podatkovnih modela pomoću strojnog učenja i umjetne inteligencije potrebno je dobiti jasnu vizualnu analizu različitih skupova podataka. Primjenom ključnih radnji stječe se mogućnost praktičnog korištenja *Big data* [28].

Industrija 4.0 ima za cilj integrirati sustave i ljude u sve učinkovitiji i inteligentniji proizvodni proces. Za postizanje očekivanih rezultata koriste se automatizirane strategije poput korištenja autonomnih robota kojima je zajednička veza IoT. U tom kontekstu, upotreba robota i automatiziranih sustava raste, nakon svega uz upotrebu strojeva koji razumiju indikatore i podražaje za prepoznavanje mogućih problema, postoje mnoga poboljšanja koja su neophodna u ovom sve disruptivnijem okruženju industrije 4.0 [29].

Simulacije predstavljaju procese oponašanja stvarnog stanja. Umjetna inteligencija rabi se u svehe simulacije procesa i predikcije. Pojmovi koji kruže u tim procesim su *Big Data*, strojno učenje i umjetna inteligencija te je dosta teško definirati jasnu granicu između njih. Simulacija čini ključnu tehnologija za razvoj modela planiranja i istraživanja za optimizaciju donošenja odluka, kao i dizajna i rada složenih i pametnih proizvodnih sustava [30].

IoT predstavlja srž Industrije 4.0. Industrija IoT-a raste velikom stopom te tako sve veći broj kompanija usvaja IoT u svom poslovanju, najčešće logistici , prikazano slikom 10.



Slika 10. Pametno upravljanje logistikom [31]

Kao veza između industrije i IoT-a javlja se Industrijski IoT ( *Industrial Internet of Things*) tehnologija koja ima ključnu ulogu u digitalnoj transformaciji industrije [30].

Industrijski IoT spaja strojeve, računalstvo u oblaku, analitiku i ljude kako bi se poboljšala izvedba i produktivnost industrijskih procesa. Uz IIoT, industrijske tvrtke mogu digitalizirati procese, transformirati poslovne modele i poboljšati izvedbu i produktivnost, a istovremeno smanjiti otpad. Tvrtke s intenzivnom imovinom koje djeluju u nizu industrija kao što su proizvodnja, energetika, poljoprivreda, transport i komunalne usluge, rade na IoT projektima koji povezuju milijarde uređaja i isporučuju vrijednost u različitim slučajevima upotrebe, uključujući prediktivnu kvalitetu i analitiku održavanja, stanje imovine praćenje i optimizacija procesa [32].

Obično industrijsko postrojenje ima tisuće senzora koji generiraju podatke. Uz IIoT, proizvođači, na primjer, mogu kombinirati strojne podatke iz jedne linije, tvornice ili mreže mjesta, kao što su proizvodni pogoni, pogoni za sklapanje i rafinerije, kako bi proaktivno poboljšali izvedbu identificiranjem potencijalnih uskih grla, praznina u proizvodnji procesa i pitanja kvalitete prije nego što se dogode [32].

Kombiniranje podataka iz mreže lokacija također može rezultirati učinkovitijom kontrolom protoka materijala, ranim otkrivanjem i identifikacijom, uklanjanjem uskih grla u proizvodnji ili opskrbi te optimiziranim radom strojeva i opreme [32].

Povezivanje i spajanje na mreže sa sobom nosi određeni rizik od opasnosti, pa se na osnovu toga kao jedna od glavnih grana industrije 4.0 postavlja kibernetička sigurnost, prikazano slikom 12. Potreba za takvom vrstom zaštite svakim je danom sve veća. Tako, unutar „pametnih tvornica“ kibernetička je zaštita težak i unaprijeđivan proces na dnevnoj bazi, stoga je o takvoj vrsti IT zaštite potrebno razmišljati u ranoj fazi razvoja. Širina rizika zahtijeva siguran, oprezan otporan pristup za razumijevanje opasnosti i rješavanje prijetnji, stoga se izdvajaju 3 ideala IT protekcije [32]:

- osigurati se - procjena rizika i slabih točki
- biti na oprezu - imati pod kontrolom sve promjene stanja unutar mreže
- fleksibilnost - biti u pripravnosti na reakciju

Kako je krajnji cilj industrije 4.0 povezanost svih elemenata sustava, potreban je zajednički prostor za dijeljenje podataka. Rješenje je računalstvo u oblaku (*eng. Cloud*

*Computing*). Računalstvo u oblaku najbolji je primjer kako nove tehnologije i pristupi temeljeni na podacima oblikuju način na koji tvrtke posluju. Iako je možda novo za manje organizacije, utjecaj računalstva u oblaku već je očit u privatnim i javnim poduzećima [33].

Računalstvo u oblaku ima značajan utjecaj na industriju i postao je važan alat za organizaciju u poboljšanju operativne učinkovitosti, skalabilnosti te pristupa naprednim tehnologijama. Najpoznatiji pružatelji usluga računalstva u oblaku su: Microsoft OneDrive, Dropbox, Amazon Web Services i Google Drive [34].

Aditivna proizvodnja smatra se bitnim sastojkom u pokretu industrije 4.0. To je zapravo drugi naziv za 3D ispis koje obuhvaća veliki broj metoda i tehnologija. 3D ispis jedna je od vodećih tehnologija u nastajanju industrije 4.0. Korištenje i implementacija aditivne proizvodnje, u kombinaciji s drugim tehnologijama, proizvodi evoluciju u industriji prema inteligentnoj proizvodnji gdje strojevi (autonomni, automatski i inteligentni), sustavi i mreže mogu razmjenjivati informacije i odgovoriti na sustave proizvodnje, upravljanje. Osim toga, kao tehnologija koja može 3D dizajn pretvoriti u proizvod bez intervencije, 3D ispis ima temeljnu ulogu. Štoviše, eliminirana je potreba za skupim alatima i priborom, smanjujući naknadnu obradu, materijalni otpad i ljudsku intervenciju. To čini karakteristike koje definiraju industriju budućnosti. Glavne prednosti aditivne proizvodnje su: proizvodnja direktno na lokaciji potrebe, neograničena individualizacija te "outsourcanje" proizvodnje rezervnih dijelova [35].

VR (*eng. Virtual Reality*) tj. virtualna stvarnost tehnologija je koja je sve zastupljenija u području industrije 4.0. Definicija virtualne nastaje iz definicije za "virtualno" i definicije za "stvarno". 'Virtualno' znači blizu, a stvarno je ono što doživljavamo kao ljudi, prema tome izraz 'virtualna stvarnost' u nekoj osnovi znači 'skoro stvarnost'. Virtualna stvarnost u principu podrazumijeva podraživanje naših osjetila računalom generiranim virtualnim okruženjem. S druge strane postoji AR (*eng. augmented reality*) koji također može pružiti velike i značajne promjene. Za AR se kaže da je to uljepšana verzija stvarnosti unutar koje se izravnim ili neizravnim prikazima stvarno okruženje nadograđuje na osnovu računalno generiranih informacija o okolini. Poboljšana verzija stvarnosti u kojoj se izravnim ili neizravnim prikazima stvarno fizičko okruženje nadograđuje računalno generiranim informacija o okolini [36].

### **3.8 Društvo 5.0**

Digitalna tehnologija pomogla je ljudskom društvu neviđeno brzo napredovanje. Digitalizacija je revolucionirala ne samo metode komunikacije, nego i način na koji upravljamo

svojim poslovanjem, obavljamo trgovinu, zabavljamo se, družimo se ili dobivamo javne usluge. Čovječanstvu je donio goleme mogućnosti da život bude pun udobnosti, a istovremeno se može nositi s brojnim društveno-ekonomskim izazovima. Kako bi dodatno iskoristio potencijal digitalne tehnologije, Japan je zamislio buduće društvo pod nazivom „Društvo 5.0“ u okviru plana za znanost, tehnologiju i inovacije za ciljeve održivog razvoja 2016. godine [37].

Osnovni koncept društva 5.0 usredotočen je na dobrobit i sreću ljudskih bića i osiguravanje da nitko ne bude ostavljen, kao što je izraženo u ciljevima održivog razvoja Ujedinjenih naroda. Formalno, društvo 5.0 definirano je kao „društvo usmjereno na čovjeka koje uravnotežuje ekonomski napredak s rješavanjem društvenih problema pomoću sustava koji visoko integrira kibernetički i fizički prostor.“ Označava sadašnje informacijsko društvo kao Društvo 4.0, prethodno industrijsko društvo kao društvo 3.0, kojima su prethodili društvo 2.0 (poljoprivreda) i društvo 1.0 (lov) [37].

Današnje društvo 4.0 započelo je digitalizacijom industrijskih i društvenih aktivnosti kroz izum pratećih tehnologija računala, interneta, satelita i pametnih telefona. Podaci generirani iz fizičkog prostora (gdje živimo i radimo), pohranjuju se u kibernetičkom prostoru poznatom kao Internet ili u novije vrijeme kao „usluga u oblaku“. Ljudi pristupaju internetu kako bi dohvatili i analizirali informacije ili podatke. Međutim, u društvu 4.0 svaki sektor industrije ili društva pohranjuje podatke u kibernetičkom prostoru na izoliranoj, silos platformi, koja je dostupna samo ljudima koji pripadaju određenom sektoru. U društvu 5.0 ogromna količina podataka koju generiraju senzori povezani s ljudima, stvarima ili sustavima akumulira se u kibernetičkom prostoru (*eng. Cyberspace*) u obliku velikih podataka. *Cyberspace* tako postaje zajednička, kooperativna platforma za povezivanje ne samo ljudi, već i svih vrsta stvari i sustava koji postoje unutar fizičkog prostora. Veliki podaci sadrže toliko veliku količinu podataka da je njihova pravovremena obrada u ljudskom mozgu nemoguća i zahtijeva alate umjetne inteligencije (*eng. Artificial Intelligence*). Rezultati dobiveni obradom podataka pomoću AI-a vraćaju se u fizički prostor u različitim oblicima kao što su npr. znanje ljudima i upravljačke naredbe strojevima te sustavima. IoT, 5G mreže, *Big Data*, AI i roboti su tehnologije koje čine i omogućuju društvo 5.0. Tehnologije pomažu u ostvarivanju društva okrenutog budućnosti koje nadilazi postojeća ograničenja ljudi, društva i sustava. IoT je generički koncept proširenja internetske povezivosti na sve fizičke objekte, strojeve, ljude ili životinje opremljene uređajima koji mogu osjetiti, računati i komunicirati. Razne vrste senzora priključenih na IoT uređaje nadziru okruženje u kojem se nalaze i generiraju goleme podatke u obliku videa, slike, zvuka, vremenskih uvjeta itd. Kako bi se osigurao održivi razvoj u svim

društvenim aspektima (npr. obrazovanje, zdravstvo, demokracija i gospodarstvo), važno je da ljudi imaju pozitivan odnos s tehnologijom. S druge strane, postavlja se pitanje hoće li umjetna inteligencija imati negativan utjecaj na ljudsko društvo (npr. gubitak posla, etička i praktična pitanja u vezi s prijenosom odgovornosti s ljudi na strojeve, društvena kontrola itd. [37].

### **3.9 Stvaranje društva 5.0**

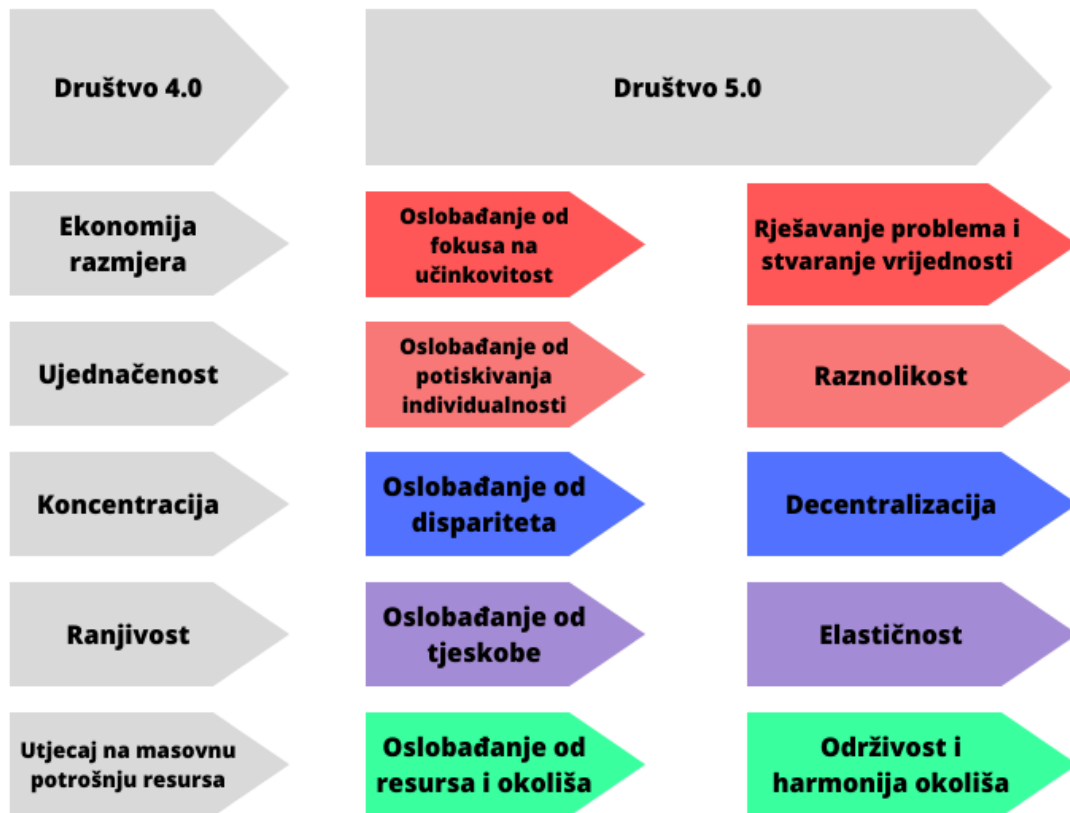
Za razliku od društva 4.0, društvo 5.0 razlikuje se po stvaranju vrijednosti i rješavanju problema, raznolikosti, decentralizaciji, otpornosti, održivosti i harmoniji okoliša, što je prikazano na slici 11. Društvo 5.0 može se promatrati kao okruženje industrije 4.0 usmjereno na čovjeka [38].

Japanski kabinet, iz kojeg je nastao koncept društva 5.0, definira ga kao "društvo usmjereno na čovjeka koje uravnotežuje ekonomski napredak s rješavanjem društvenih problema kroz sustav koji visoko integrira kibernetički i fizički prostor" [38].

Digitalne tehnologije i podatke treba koristiti za poticanje društva u kojem ljudi žive različite živote. Osim toga, ljudi u društvu 5.0 bit će oslobođeni raznih ograničenja što u društvu 4.0 nije bilo moguće. Preciznije rečeno, ljudi će biti oslobođeni fokusa na učinkovitost [38].

Zemlje svijeta bile su dosta maštovite prilikom stvaranja futurističke vizije društva 5.0., pa je tako za primjer uzeta njemačka industrija 4.0 za digitalnu transformaciju proizvodnog sektora kroz iskorištavanje povezanosti, umjetne inteligencije i podataka u stvarnom vremenu. Japansko društvo 5.0 ne bavi se samo gospodarstvom, tu je riječ i o digitalizaciji cijelog društva kako bi se ono učinili superpametnim [38].





Slika 11. Integracija društva 4.0 na društvo 5.0 [38]

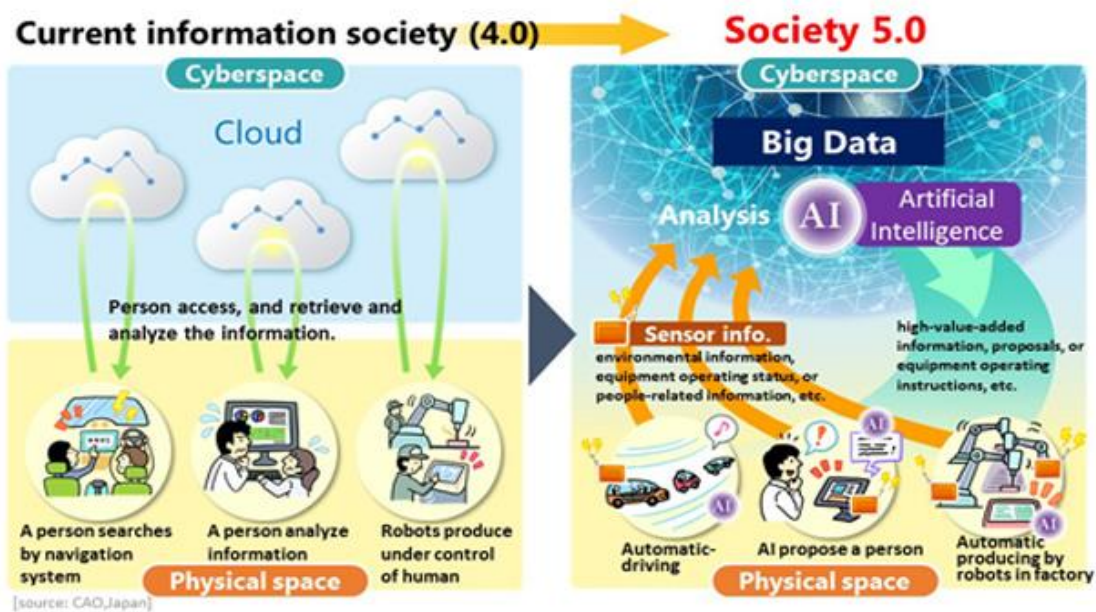
Uz gospodarski razvoj kroz stvaranje nove vrijednosti pružanjem visokotehnoloških proizvoda i usluga, društvo 5.0 jednako se fokusira na rješenja za rješavanje društvenih pitanja kao što su sve veća potražnja za energijom i hranom, sigurnosti, klimatske promjene, starenje stanovništva, regionalna nejednakost itd [38].

U društvu 4.0 ili informacijskom društvu, razmjena informacija i znanja unutar samog proizvodnog okruženja nije bila dovoljna, a suradnja radnika i strojeva postala je teška. Ljudi su morali obavljati veliku količinu posla usprkos ograničenjima u sposobnostima pojedinih radnika povezanih s godinama i različitim stupnjevima sposobnosti. Društvo 5.0 postiže visok stupanj konvergencije između kibernetičkog i fizičkog prostora. U prijašnjem informacijskom društvu podaci prikupljeni s različitih senzora u tvorničkim pogonima bili su pohranjeni u oblaku. Prilikom analize takvih podataka, zaposlenici su pristupili usluzi u oblaku ili bazama podataka pohranjenim u kibernetičkom prostoru putem interneta i pretraživali te dohvatili takve podatke [63].

U Društvu 5.0, golema količina informacija prikupljenih od senzora u tvorničkim pogonima u fizičkom prostoru i akumulira se u kibernetičkom prostoru gdje umjetna inteligencija analizira takve podatke. Rezultati analize zatim se u različitim oblicima vraćaju zaposlenicima u fizički prostor. Ovaj proces donosi novu dodanu vrijednost proizvodnom procesu u lancu vrijednosti isporuke konačnog proizvoda ili usluge [63].

### 3.10 Rad društva 5.0

Društvo 5.0 postiže visok stupanj konvergencije između virtualnog i stvarnog (fizičkog) prostora. U prošlom informacijskom društvu (društvo 4.0) ljudi bi pristupali uslugama u oblaku u virtualnom prostoru putem interneta i tražili, dohvaćali i analizirali informacije ili podatke. Međutim, u društvu 5.0 ogromna količina informacija sa senzora u stvarnom (fizičkom) prostoru akumulirana je u virtualnom prostoru, prikazano slikom 12. Unutar virtualnog prostora tu veliku količinu podataka analizira umjetna inteligencija, a rezultati analize šalju se natrag ljudima u fizičkom prostoru u različitim oblicima,. Ovaj proces donosi novu vrijednost industriji i društvu na načine koji prije nisu bili mogući [38].



Slika 12. Način rada društva 5.0 [39]

### 3.11 Gospodarski razvoj društva 5.0

Gledajući sa gospodarskog aspekta može se zaključiti da je okruženje u kojem se nalazi Japan i cijeli svijet u eri drastičnih promjena. Kako gospodarstvo raste, život postaje uspješniji i praktičniji, potražnja za energijom i hranom raste, životni vijek postaje duži, a društvo koje

stari napreduje. Osim toga, napreduje globalizacija gospodarstva, međunarodna konkurencija postaje sve oštrija, a problemi poput koncentracije bogatstva i regionalne nejednakosti rastu. Društveni problemi koji se moraju rješavati u suprotnosti s takvim gospodarskim razvojem postaju sve složeniji. Kao nužne mjere postaju: smanjenja emisija stakleničkih plinova, povećane proizvodnje i smanjenog gubitka prehrambenih proizvoda, ublažavanja troškova povezanih sa starenjem društva, podrške održivoj industrijalizaciji, preraspodjele bogatstva i korekcije regionalne nejednakosti itd. Postizanje gospodarskog razvoja i rješenja društvenih problema u isto vrijeme pokazalo se teškim u trenutnom društvenom sustavu [38].

Suočavajući se s tim, nove tehnologije poput interneta stvari, robotike, umjetne inteligencije, odnosno sve koje mogu utjecati na tijek društva, nastavljaju napredovati. Japan nastoji društvo 5.0 pretvoriti u stvarnost kao novo društvo koje uključuje nove tehnologije u sve industrije i društvene aktivnosti te paralelno postiže gospodarski razvoj i rješenja društvenih problema, pa će tako biti moguće postići društvo koje može promicati gospodarski razvoj i pronaći rješenja za socijalne probleme. Podrazumijeva se da postizanje takvog društva neće biti bez poteškoća, a Japan se s njima namjerava izravno suočiti, s ciljem da bude prva u svijetu zemlja suočena s izazovnim problemima koja je predstavila model budućeg društva [38].

### **3.12 Održivi koncept društva 5.0**

Društvo 5.0 je paradigma za održivi razvoj na svim razinama. Iako je ovaj model razvijen za Japan, on i njegove komponente mogu se primijeniti na bilo koju drugu naciju. Stoga je bitno usredotočiti se na aspekte koncepta koji su povezani s rastom industrije u kontekstu njezine prilagodbe. Strategija „Industrija 4.0“ već duže vrijeme primarno se koristi u Europi, ali ona se fokusira samo na proizvodnju. Nasuprot tome, društvo 5.0 bavi se i društvenom sferom. Skladno tomu, moguće je koristiti komponente japanskog koncepta koje su namijenjene modernizaciji drugih društvenih procesa koji nisu povezani s industrijskim sektorom [39].

U svrhu rješavanja društvenih problema i suživota s prirodom, društvo 5.0 ima za cilj iskoristiti potencijal digitalne transformacije uz promicanje gospodarskog rasta. Uz njegovu pomoć mogu se postići UN-ovi ciljevi održivog razvoja (SDGs). Specifična vizija društva, koja se naziva "Društvo 5.0 za SDGs" prikazana je slikom 13 [38].



Slika 13. Društvo 5.0 za SDGs [38]

Ovo društvo je usredotočeno na svaku osobu, a ne na budućnost koju kontroliraju i nadziru umjetna inteligencija i roboti. Postizanje društva 5.0 s ovim atributima omogućilo bi ne samo Japanu, nego i cijelom svijetu da ostvari gospodarski razvoj uz rješavanje ključnih društvenih problema. Također bi doprinijelo ispunjavanju ciljeva održivog razvoja (SDGs) koje su utvrdili Ujedinjeni narodi [40].

Kumulativni učinak usvajanja novih digitalnih tehnologija pomaže industrijama, poduzećima i vladi u susretu s nacionalnim inicijativama, tako npr. *Hitachi* ima povoljnu točku za učinkovito pružanje golemih i sveobuhvatnih IT x OT rješenja koja mogu pomoći vladi da ispuni svoju viziju boljeg ljudskog života i stvori razborita rješenja za budućnost [40].

### 3.13 Ciljevi industrije 4.0 i društva 5.0

Obje vizije naglašavaju korištenje tehnologije, uključujući tehnologiju povezanu s IoT-om, umjetnu inteligenciju i analizu *Big Data*. Slično tome, obje podrazumijevaju pristup odozgo prema dolje, koji vodi država uz suradnju između industrije, akademske zajednice i vladinog sektora. Međutim, kao i u svemu, tako i u ovom sučaju postoje neke razlike. Industrija 4.0 zagovara pametne tvornice, dok s druge strane društvo 5.0 poziva na superpametno društvo. Iako obje vizije zagovaraju implementaciju CPS-a (*eng.cyber-physical systems*) opseg

implementacije se razlikuje. Kod industrije 4.0, CPS će biti implementiran u proizvodnom okruženju, dok će u društvu 5.0 biti implementiran u cijelom društvu [41].

Također, razlikuju se dvije vizije u smislu mjerenja ishoda. Industrija 4.0 teži stvaranju nove vrijednosti i smanjenju troškova proizvodnje. Takvi prizemni rezultati omogućuju relativno jednostavne i jasne metrike učinka. Nasuprot tome, kao što je već rečeno, društvo 5.0 teži stvaranju superpametnog društva. Mjerni podaci u ovom slučaju su mnogo složeniji. Značajna je razlika i u opsegu planiranih budućih učinaka tehnoloških inovacija. Industrija 4.0 poziva na industrijsku revoluciju usredotočenu na proizvodnju, ali ne govori ništa o tome kako bi takva revolucija mogla utjecati na javnost. Nasuprot tome, kao što je ilustrirano njegovim konceptom društva usmjerenog na ljude, društvo 5.0 snažno se usredotočuje na javni utjecaj tehnologije i na potrebu za stvaranjem boljeg društva [41].

### **3.14 Zajednički problemi Industrije 4.0 i društva 5.0**

Za Japan se ponekad može čuti da je zemlja prvog svijeta po problemima. Problemi s kojima se Japan suočava složeno su isprepleteni tako da poboljšanje u jednom području često dolazi po cijenu drugog. Na primjer, ograničavanje potrošnje na socijalnu skrb moglo bi biti dobro za fiskalno zdravlje nacije, ali bi dovelo do ozbiljnih problema u medicinskom i zdravstvenom okruženju. U skladu s tim, kako bi se osiguralo da društvo 5.0 može riješiti te dileme i stvoriti društvo usmjereno na ljude, potrebno je razjasniti ciljne metrike takvog društva kao i uloge koje bi politika i tehnologija trebale imati u njihovom postizanju [42].

Industrija 4.0 sa svojom vizijom pametnih tvornica, istaknula je proizvodni sektor kao glavni fizički prostor, što se tiče kibernetičkog prostora, predviđa se kibernetička arhitektura usmjerena na CPS, u kojoj su informacije integrirane horizontalno između različitih industrija i vertikalno unutar proizvodnih sustava. S druge strane pak društvo 5.0 sa svojom vizijom superpametnog društva ističe društvo kao glavni fizički prostor, a što se tiče kibernetičkog prostora, on mora težiti kibernetičkoj arhitekturi usredotočenoj na CPS u kojoj su informacije integrirane horizontalno između različitih uslužnih sektora (npr. energija, transport) i vertikalno unutar sustava koji prate povijest i atribute svakog korisnika usluge (kao što su njihovi medicinski podaci, potrošačko ponašanje i povijest obrazovanja), a uz to mora postići čvrstu informacijsku sigurnost kako bi se omogućilo korištenje informacija [42].

I društvo 5.0 i industrija 4.0 odražavaju odgovore Japana i Njemačke na globalne inicijative i oba daju izjavu međunarodnoj zajednici. Obje vizije traže integraciju informacija između različitih industrija ili sektora i obje se suočavaju s istim izazovima u tom cilju, odnosno

potrebom da se prevladaju regulatorna i tehnička uska grla koja stoje na putu izgradnje potrebne kibernetičke arhitekture, te potrebom da se uspostave međunarodni standardi u stilu ISO-a i međunarodne institucije za informacijsku sigurnost, koji su neophodni za izgradnju takve arhitekture. Dakle, obje vizije nastoje izgraditi globalnu kibernetičku arhitekturu koja može poslužiti kao sigurno okruženje za kreativne aktivnosti. Ključni faktor koji će odrediti njihov uspjeh u postizanju ovog cilja bit će koliko dobro surađuju sa zapadnim zemljama, Kinom i međunarodnom zajednicom općenito. Ako se pogleda društvo 5.0, jedan je ključni izazov, koji se odnosi na to kako optimalno uravnotežiti potrebe društva s potrebama pojedinca, jer napredak nije moguć dok god postoji takav/sličan problem [42].

## **4. Analiza tehničkih karakteristika informacijsko-komunikacijskih tehnologija u društvu 5.0**

Uloga i utjecaj tehnologije u privatnom i poslovnom životu čovjeka sve je veća. Razumijevanje načina na koji ljudi oblikuju tehnologiju i načina na koji tehnologija oblikuje međusobnu interakciju ljudi i svijet prirode važno je ne samo za one koji istražuju, razvijaju i implementiraju nove tehnologije, već i za sve one ljude i organizacije koje te tehnologije moraju koristiti u svom privatnom i poslovnom okruženju. Prema tome, tehnologija kao takva bavi se razumijevanjem načina na koji se znanje kreativno primjenjuje na organizirane zadatke, koji uključuju ljude i strojeve koji ispunjavaju održive ciljeve.

### **4.1 Informacijsko-komunikacijske tehnologije**

Područje poput informacija i komunikacija postala su sve popularnija zahvaljujući velikom razvoju tehnologije posljednjih godina, stvarajući ono što je poznato kao informacijske i komunikacijske tehnologije. IKT (*eng. information and communication technologies*) su one tehnologije čija je baza uglavnom usmjerena na područja računarstva, mikroelektronike ili općenito telekomunikacija i koje će ustupiti mjesto formiranju novih načina komuniciranja. To zapravo predstavlja skup alata ili tehnoloških resursa koji omogućavaju izdavanje pristupa i obradu informacija, korištenjem niza različitih kodova, kao što su tekstovi, slike ili zvukovi. Za razliku od mnogo rudimentarnijih vremena, IKT danas omogućuje gotovo trenutnu komunikaciju preko zemljopisnih udaljenosti od tisuća kilometara, prevladavajući sve granice i promičući među komunikaciju diljem svijeta [43].

Informacijsko-komunikacijske tehnologije danas su sastavni dio života i više je nezamislivo svakodnevno funkcionirati bez istih. Iz toga razloga možemo reći da njihova uporaba ne posjeduje granice [43].

Sektor informacijske i komunikacijske tehnologije, proizvodnja elektroničkih sklopova i računala, na svjetskoj razini postao je jedna od glavnih gospodarskih grana. Budući da je informacijska i komunikacijska tehnologija donijela tako velike promjene u suvremenom društvu razvijenih zemalja, ono s punim pravom naziva informacijskim društvom. Pravilno uporabljivati informacijske i komunikacijske tehnologije predstavlja preduvjet za djelotvorno sudjelovanje i odlučivanje u digitalnom dobu [43].

## **4.2 Vrste informacijsko-komunikacijskih tehnologija**

Postoji više vrsta tehnologija koje se mogu svrstati u informacijsko-komunikacijske tehnologije, pa je napravljena velika, glavna podjela u dvije skupine, kako bi se lakše znale razlikovati [44]:

### 1.) prema svojoj tehnološkoj usmjerenosti

- oprema - elektronički izvori koji će se pripisati prikupljanju, održavanju i izlaganju informacija kojima se rukuje, također i koje se šire.
- Usluge - pogodnosti temeljene na području elektronike, koje olakšavaju prikupljanje, pohranu, obradu i prikaz informacija

### 2.) prema tržištu informacijskih i komunikacijskih dobara i usluga

- telekomunikacijsko tržište: uključuje mobilnu i fiksnu telefoniju
- audiovizualno tržište: televizija i radio
- tržište računalnih usluga - prijenosna računala, internet komunikacijske mreže, serveri itd.

## **4.3 Prednosti informacijsko-komunikacijskih tehnologija**

S obzirom na to da informacijske i komunikacijske tehnologije imaju vrlo širok opseg, postižući utjecaj na važne sektore današnjeg društva, kao što su gospodarski, društveni, obrazovni itd., postoje specifične prednosti s kojima njihova uporaba može olakšati u nekome od ovih područja. Tako je moguće istaknuti neke od općih prednosti koje se mogu izvući iz primjene ovakve vrste tehnologija [44].

Sve je manje prepreka koje ometaju međusobnu interakciju budući da su informacijske i komunikacijske tehnologije omogućile razmjenu poruka na daljinu i trenutno. Omogućuju pristup obilnim i raznolikim informacijama. Zahvaljujući IKT-u čovjek je svjestan što se događa u bilo kojem dijelu svijeta. Ove tehnologije također omogućuju razvoj aktivnosti ili poslovanja putem mreže, kao što je to slučaj s popularnom e-trgovinom ili elektroničkom trgovinom, koja je svojim korisnicima uvelike olakšala živote i svakim danom ih je sve više. Na taj se način značajno smanjila potreba za kretanjem i napuštanjem fizičkog prostora u određenim situacijama. Poput e-trgovine, razvili su se i drugi slični pojmovi, kao što su e-poslovanje, e-zdravlje, e-uprava, e-učenje, sve to zahvaljujući utjecaju koji generira primjena informacijsko-komunikacijskih tehnologija u različitim sektorima društva i globalnog gospodarstva. Zahvaljujući tome, došlo je do otvaranja novih radnih mjesta u području



telekomunikacija, te su omogućili pojavu novih zanimanja. Zaključno svemu, informacijske i komunikacijske tehnologije pogoduju promicanju poslovanja i poslovnih aktivnosti, kroz kombinaciju interneta i marketinga [44].

#### 4.4 Tehničke karakteristike informacijsko-komunikacijskih tehnologija

Informacijske i komunikacijske tehnologije su izvrstan alat za upravljanje poslovanjem koji pozitivno pomaže razvoju i održivosti organizacija. Te tehnologije dodaju vrijednost operativnim aktivnostima i poslovnom upravljanju općenito, te omogućuje tvrtkama da steknu konkurentsku prednost, ostanu na tržištu i fokusiraju se na svoje poslovanje. Informacijske tehnologije i komunikacije dio su novih tehnologija koje se odnose na korištenje računalnih sredstava za pohranu, obradu i širenje svih vrsta informacija u različitim jedinicama. Inovacija se često definira kao sve nove stvari ili obnova. Točnije inovacija se definira kao tehnologija, koja je dizajn koji se koristi za instrumentalno djelovanje kako bi se smanjila nepravilnost kauzalnog odnosa u postizanju određenog cilja. Stoga, ona se može promatrati kao pokušaj postizanja određene svrhe, prikazano slikom 14 [44].



Slika 14. Karakteristike informacijsko-komunikacijske tehnologije [45]

Budući da informacijsko- komunikacijske tehnologije imaju važnu ulogu u životu čovjeka, neke od temeljni karakteristika istih opisane su niže [44]:

- nematerijalnost – važna je karakteristika informacijsko-komunikacijskih tehnologija koja se odnosi na činjenicu da informacije i digitalni sadržaj koji se prenosi nemaju fizičko tijelo tj. materijalni oblik. Umjesto toga, informacije postoje u obliku elektroničkih signala, podataka, kodova, digitalnih medija itd.
- interaktivnost - tikovi omogućuju razmjenu informacija između korisnika i računala, a upravo ta interakcija omogućuje prilagodbu korištenih resursa zahtjevima i karakteristikama korisnika.
- međusobno povezivanje - stvaranje novih mogućnosti, počevši od veze između dviju tehnologija. Primjer međusobnog povezivanja je telematika koja proizlazi iz spoja informacijske tehnologije i komunikacijskih tehnologija, a iznjedrila je nove alate poput famozne elektroničke pošte ili elektroničke pošte.
- trenutačnost - ova značajka odnosi se na sposobnost informacijskih i komunikacijskih tehnologija da prenose informacije na velike udaljenosti i to na vrlo brz način.
- digitalizacija: informacije su predstavljene u jedinstvenom univerzalnom formatu, koji omogućuje prijenos zvukova, tekstova, slika itd. istim sredstvima.
- širok opseg koji pokriva, između ostalog, kulturna, gospodarska, obrazovna područja: informacijske i komunikacijske tehnologije ne samo da su stvorile značajan utjecaj u jednom području ili u određenoj skupini pojedinaca, već su se također proširile i prodrle u važna područja kao što su gospodarstvo, obrazovanje, medicina, između ostalog, sve to na globalnoj razini.
- veći utjecaj na procese nego na proizvode: informacijske i komunikacijske tehnologije ne samo da pojedincima daju mogućnost pristupa velikoj količini informacija kako bi iz njih izgradili znanje, već im to omogućuju i povezivanjem s drugim povezanim korisnicima na mrežu. Pojedinci imaju veću ulogu u kolektivnom stvaranju znanja.
- inovacija: razvoj tikova obilježen je stvaranjem potrebe za inovacijama, posebno u socijalnom području, što je dovelo do stvaranja novih sredstava za poboljšanje komunikacije.

#### 4.5 Obrazovanje uz pomoć informacijsko-komunikacijskih tehnologija

Obrazovanjem putem Interneta naziva se obrazovni proces uz pomoć informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Tehnologije podrazumijevaju široki spektar opreme te telekomunikacijskih sustava, koji rabe računalne sisteme i na taj način čine svoju funkciju tj. služe ljudima koji komuniciraju na osnovu njih. IKT predstavlja podlogu za kreativnu i djelotvornu uporabu znanja [46].

Kao ključni faktori novog gospodarskog razvoja postaju znanje i inteligentno „baratanje“ informacijama te se novonastalo društvo naziva društvo znanja na osnovu korištenja informacijsko-komunikacijskih tehnologija u obrazovanju, odnosno ITLET (eng. *Information Technology for Learning, Education and Training*). Prema UNESCO-u pojam informacijsko-komunikacijske tehnologije, koja se primjenjuje u odgoju i obrazovanju, proizašao je iz prijašnjeg pojma informacijske tehnologije i novih tehnologija, te čini područje brzih promjena i brzog rasta. U tom smislu, IKT pridonosi isticanju novih pojmova kao što je informacijsko-komunikacijska pismenost i digitalna pismenost [46].

Svijet u kojem živimo mijenja se s razvojem tehnologije. Trend razvoja toliko je intenzivan da se svakih nekoliko godina suočavamo sa stalnim porastom novih tehnologija. Nemoguće je predvidjeti koji će biti smjer razvoja u budućnosti, ali je sigurno da ćemo se morati prilagođavati i učiti nove stvari koje donose nove tehnologije. Razvoj novih tehnologija rezultira zahtjevom za poboljšanjem novih ljudskih kapaciteta. Različita društvena i tehnološka otkrića redizajniraju gotovo svaki aspekt ljudskog života, generirajući potrebu za novim pismenostima kao što su informacijska i komunikacijska pismenost, digitalna pismenost, računalna pismenost, tehnološka pismenost, medijska pismenost, informacijska pismenost i druge. Naglim razvojem informacijskih i računalnih tehnologija sve se češće susrećemo s pojmom informacijsko-komunikacijska pismenosti i širim pojmom informacijske pismenosti koji predstavljaju temelj razvoja modernog društva. Budući da današnje društvo postaje sve više ovisno o novim tehnologijama, velika se pažnja posvećuje navedenoj pismenosti, koja je danas jednaka važnosti čitanja, pisanja i računanja u 19. i 20. stoljeću [46].

Dok je tradicionalni pojam za pismenost označavao pisanje, čitanje i računanje, za novi pojam pismenosti kaže se: “pismenost 21. stoljeća” označava komunikacijske vještine, vještine korištenja suvremene informacijske i komunikacijske tehnologije, kvalitetno razumijevanje prirodnih i društvenih događaja, rješavanje problema i informirano odlučivanje, vještinu i

sposobnost timskog rada i kontinuiranog učenja“. IKT pismenost može se definirati kao sposobnost korištenja digitalne tehnologije, komunikacijskih alata i/ili mreža za pristup, upravljanje, integraciju, procjenu i stvaranje informacija kako bi se funkcioniralo u društvu znanja [46].

#### **4.5.1 Digitalno društvo**

Prema A. Hargreavesu (2003.), “živimo u trenutku definiranja povijesti obrazovanja, kada se svijet u kojem učitelji obavljaju svoj posao duboko mijenja, a demografski sastav učitelja dramatično se mijenja”, a “poučavanje sada ponovno postaje profesija mladih”. Isti naglašava da ekonomiju znanja i društvo znanja pokreću kreativnost i domišljatost [47].

Unutar digitalnog društva mobilna povezanost smatra se jednom od glavnih značajki. U 1990-ima, kada je Internet postao općedostupan, rast stolnih, a kasnije i prijenosnih računala doveo je do novih dimenzija povezanosti. To je zauzvrat iznjedrilo mobilne mreže i naprednije mobilne telefone tj. „pametne telefone“, koji mogu pristupiti sve većem broju internetskih usluga gotovo bilo gdje. Takvi uređaji nude tzv. „potpuni ured“ u džepu s e-poštom, kamerom, GPS-om, knjigama, mrežama s vijestima te bilo kojom uslugom u „oblaku“ koji se također temelji na internetu. Nove digitalne uređaje i usluge sve više prihvaćaju izdavači knjiga, glazbe, filmova i, naravno, glavne mreže vijesti. Posljedice prelaska potrošača na „digitalizaciju“ rezultirale su dramatično smanjenom prodajom tiskanih novina, CD-ova, DVD-ova i potaknule izdavače da krenu digitalizirati što god je moguće [47].

U roku od samo nekoliko godina, upotreba novih značajki kao što su npr. Facebook i YouTube postala je široko rasprostranjena ne samo među pojedincima svih dobnih skupina, već i među poduzećima i organizacijama koje se intenzivno koriste ovim alatima u svom marketingu, strategiji i načinima rada. Promatrajući digitalni svijet može se uvidjeti kako su internetske usluge imale ogroman učinak na poštanske usluge, bankarstvo, financije i, kao što postaje sve jasnije, na javnu upravu. Danas je uobičajeno da klijenti obavljaju poslove koje su prije samo nekoliko godina obično obavljali zaposlenici npr. banke, tj. poslove poput obrade bankovnih plaćanja. Dio posla i odgovornosti prebacuje se na pojedince. Stoga, ovakve i slične promjene imaju velike učinke na način na koji su institucije zapošljene i organizirane, tim više što često postoje goleme ekonomske i pravne implikacije [47].

#### 4.5.2 Učenje i poučavanje u digitalnom društvu

Ne bi trebalo predstavljati iznenađenje da se učitelji, od kojih se, kao i od drugih stručnjaka, očekuje da cjeloživotno uče, također moraju suočiti s izazovima digitalnih i mobilnih tehnologija. Nije samo pitanje ovladavanja novom tehnologijom. Budući da je cijela tradicionalna paradigma narušena, oni moraju preispitati svoju profesiju i redefinirati svoju ulogu nastavnika u procesu učenja. Razumijevanje i ovladavanje tehnologijom početna je točka procesa stvaranja nove škole. Budući da informacija odnosno znanje, nije statično, potreba za učenjem mora se smatrati normom u stalno promjenjivom svijetu nove povezanosti i mobilnosti. Izazov neće predstavljati toliko uređaji, već stvaranje prikladnih i održivih pedagoških modela koji su relevantni za zahtjeve nadolazećeg društva znanja [47].

Poučavanje, nakon što tradicionalni pristupi prijeđu na informatičke, postaje profesija mladih. Glavni izazov predstavlja regrutirati mlade ljude u tu profesiju i omogućiti im da obnove obrazovanje prema potrebama, uključujući redefiniranje učiteljske profesije. Potrebno je definirati nove profile kompetencija koji odražavaju vještine potrebne u digitaliziranom obrazovanju. Učenici moraju postati cjeloživotni učenici, biti sposobni rukovati novim uređajima i alatima kad god su dostupni i isplativi za stolom i služiti svrsi. Cjeloživotno učenje bit će imperativ za sve profesije i njime se treba pozabaviti obrazovni sustav [47].

Diljem svijeta broj novih uređaja neprestano raste. Zapravo, studenti ne samo da stalno nose uređaje sa sobom, već ih, za sve namjere i svrhe, nikada ne isključuju. Stalno su povezani u „oblaku“ bilo dobro ili loše. Učitelji mogu imati koristi od ove tehnologije ne samo kao pomoć u podučavanju novih vještina, već i kao sredstvo pomoću kojeg se učenici mogu snalaziti u obogaćujućim i opasnim okruženjima. Nije samo pitanje kada i kako koristiti različite tehnologije; važno je odlučiti kada ih treba isključiti. Biti svjestan dobrobiti i rizika dio je današnjeg građanstva. Da bi to postalo stvarnost, učitelji trebaju forume na kojima mogu razmjenjivati i razvijati ideje i dijeliti praktična iskustva. Naime, Internet ima i međunarodne i nacionalne forume [47].

Obrazovanje jest i mora biti kontekstualno u mnogim aspektima. Sve nacije imaju svoje vlastite ciljeve i odgovarajuće nastavne planove i programe u kojima digitalno društvo ne predstavlja nikakav izazov ovom osnovnom konceptu. Moglo bi se reći da je sada presudnije nego ikad. Istovremeno, Europska unija definirala je osam ključnih kompetencija među kojima je prioritet komunikacija kako na materinjem tako i na stranim jezicima. Ostale uključuju digitalnu kompetenciju, kako učiti, društvene i građanske kompetencije, inicijativu i

poduzetništvo te kulturnu svijest i izražavanje. Iz prethodnog je vidljivo da tehnologija nudi nove dimenzije razvoju kulturne svijesti i poduzetništva koristeći mogućnosti koje nudi Internet ili usluge u „oblaku“. Društvene i građanske kompetencije nisu potpune u izolaciji od interneta, pomoću kojeg se može saznati o dobrobitima i rizicima, te pravnim posljedicama njegove uporabe ili zlouporabe. Neadekvatno obrazovanje i obuka u vezi s digitalnim kompetencijama može dovesti do ozbiljnih problema za pojedince, kao i vlasti i društvo. Digitalne usluge značajno će rasti stvarajući radna mjesta i prilike u budućnosti. Tradicionalne usluge također mogu ovisiti o digitalnom razvoju [47].

#### **4.5.3 Glavni elementi obrazovnih izazova**

Glavna područja koja se smatraju korisnima za iskorištavanje informacijsko-komunikacijskih tehnologija u obrazovanju su: digitalna solidarnost, učenici i cjeloživotno učenje, strategije donošenja odluka, umrežavanje, istraživanje te nastavnici. Ova područja treba rješavati na tri glavne razine, a to su:

- društvena razina
- razina učenja i poučavanja
- razina tehnologije i infrastrukture.

Povezanost i trenutni pristup informacijama i institucijama predstavljaju gradivne blokove za našu budućnost. Velik dio stanovništva svakodnevno se „igra“ Internetom, odnosno uslugama u „oblaku“, poput Facebooka i YouTubea. Oni koriste, testiraju i ne uspijevaju, ispituju granice onoga što funkcionira u profesionalne ili svakodnevne svrhe. Mnogi korisnici nisu naučili kako koristiti ove alate, te samim time nisu uspjeli ni prenijeti edukaciju na druge korisnike ili učenike. Škole koje se ne suočavaju s izazovima digitalnog društva podbacile su još više, s obzirom na dužnost pripreme učenika za život u skladu s današnjim građanstvom [48].

Kako bi omogućili učiteljima cjeloživotno učenje i razvili škole kao organizacije koje uče, potrebna im je opisana trenutna povezanost. Jedna od strategija koja se sama po sebi preporuča jest uspostavljanje relevantnih pilot projekata, od kojih svaki ima mandat u različitim područjima, ali s otvorenim profilom, tako da svaka škola može slijediti vlastitu liniju rada. Školama i nastavnicima izvan pilot projekta treba omogućiti uvid i, u određenoj mjeri, sudjelovanje. Školske vlasti trebale bi olakšati usluge i pomno pratiti druga zbivanja kako bi bile u kontaktu s onim što se događa. Iznad svega, postoji potreba za održavanjem kritičkih

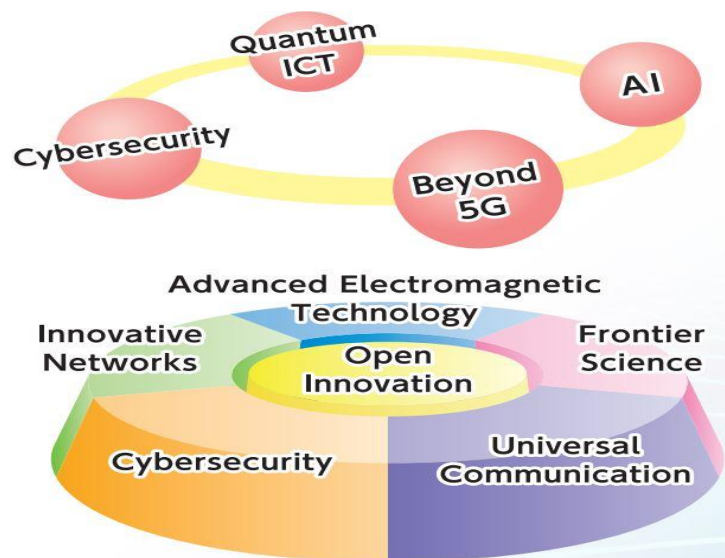
razmišljanja i prihvaćanjem da, dok bi drugi mogli biti vodeći u eksperimentiranju, upozorenja drugim dionicima mogu biti potrebna kako bi se doprinijelo konstruktivnim raspravama [48].

#### 4.6 Informacijsko-komunikacijske tehnologije u društvu 5.0 na primjeru Japana

Kao jedina javna istraživačka ustanova u Japanu koja je specijalizirana za područje informacijske i komunikacijske tehnologije, Nacionalni institut za informacijsku i komunikacijsku tehnologiju (NICT) promiče istraživanje i razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija, od temelja do implementacije, dok surađuje sa sveučilištima, industrijom, lokalnim vlastima te domaćim i inozemnim istraživačkim institucijama i ima za cilj generirati inovacije vraćajući društvu uz rezultate istraživanja i razvoja[49].

Kako bi se fleksibilno odgovorilo na globalna društvena pitanja kao što su COVID-19, prirodne katastrofe i globalno zagrijavanje, te transformirao Japan u održivo i otporno društvo, ključno je stvaranje društva 5.0 kroz fuziju fizičkog i kibernetičkog prostora, koje vodi do ostvarenja društva usmjerenog na čovjeka. [49]

Prema petom srednjoročnom i dugoročnom planu koji je pokrenut u travnju 2021., NICT unapređuje istraživanje i razvoj s fokusom na "tri akceleratora", ubrzanje istraživanja i razvoja, ubrzanje otvorenih inovacija i zajedničkih kreativnih inicijativa te ubrzanje provedbe rezultata istraživanja i razvoja, prema ranoj realizaciji društva 5.0, temeljeno na novoj strategiji informacijsko-komunikacijske tehnologije, prikazano slikom 15 [49].



Slika 15. Strategija ICT tehnologije prema društvu 5.0 [50]

Kao pet prioriternih područja za istraživanje i razvoj, NICT nastoji unapređivati istraživanje i razvoj u područjima napredne tehnologije elektromagnetskih valova, inovativnih mreža, kibernetičke sigurnosti, univerzalne komunikacije i vladine strategije. Nadalje, u skladu s vladinom strategijom, NICT nastoji također aktivno promicati istraživanje i razvoj u četiri strateška istraživačka polja: „iznad“ 5G, umjetnu inteligenciju, kvantnu IKT i kibernetičku sigurnost), koje predstavljaju vrhunske tehnologije IKT infrastrukture sljedeće generacije za ranu realizaciju društva 5.0. Da bi se ostvarilo društvo 5.0, NICT je spremno strateški odgovoriti na mnoge izazove kako bi obogatio naciju i društvo otvorenog uma [50].

#### **4.6.1 Obrazovanje društva 5.0 na primjeru Japana**

Plan obrazovanja japanskoga društva odnosi se na nužnost reformi obrazovanja te na uključivanje aktivnih metoda učenja od osnovne do diplomske razine obrazovanja, kroz koje će učenici samostalno i aktivno učiti, biti kreativni, produbljivati interese za predmete kao što su prirodoslovlje i matematika te izrastati u ljudske resurse neophodne za buduće inovacije. Ostali pristupi školskom obrazovanju uključuju obrazovanje talenata, potporu školama s futurističkim nastavnim planovima i programima prirodnih znanosti i matematike te poticanje njegovanja poduzetničkog mentaliteta od osnovnog obrazovanja nadalje [51].

„Integrirana strategija inovacije” iz 2018. godine postavlja cilj koji se odnosi na školsko obrazovanje gdje svi maturanti stječu informatičku pismenost do 2032. godine. „Strategija umjetne inteligencije“ iz 2019. godine također objašnjava da bi obrazovanje o informatičkoj pismenosti u školi trebalo biti olakšano poboljšanom IKT školskom infrastrukturom, uvođenjem međupredmetnih studija kao što su obrazovanje iz znanosti, tehnologije, inženjerstva, umjetnosti i matematike u suradnji s lokalnim zajednicama [51].



## **5. Mogućnosti primjene asistivne tehnologije u području društva 5.0**

Asistivna tehnologija odnosi se na pomoćne proizvode i povezane sustave i usluge razvijene za ljude kako bi održali ili poboljšali funkcioniranje i time promovirali dobrobit. Omogućuje osobama s invaliditetom, starijim osobama i drugima koji imaju ograničenja u sudjelovanju u društvu da žive neovisnim, zdravim i produktivnim životom sudjelovanjem u obrazovanju, radu i društvenim aktivnostima. Asistivna tehnologija smanjuje opterećenje njegovatelja i potrebu za formalnim zdravstvenim uslugama i uslugama podrške. Bez asistivne tehnologije osobe s invaliditetom često su uhvaćene u krug isključenosti, izolacije i siromaštva, što dodatno povećava invaliditet i morbiditet [52].

Oko jedna milijarda ljudi diljem svijeta treba asistivnu tehnologiju kako bi vodili zdrav, produktivan i dostojanstven život. Pretpostavke kažu da će do 2050. godine biti dvije milijarde ljudi kojima asistivna tehnologija biti potrebna. Iako se može koristiti tijekom cijelog života, najveća je potreba za starijim osobama, osobama koje žive s kroničnim bolestima i osobama s invaliditetom. Od osoba koje žive s invaliditetom, 1 od 10 njih su djeca [52].

Kako svjetska populacija stari i prevalencija nezaraznih bolesti raste, potreba za asistivnom tehnologijom će nastaviti rasti. Oni kojima je potrebna, moraju imati omogućen pristup navedenoj tehnologiji kako bi sudjelovali u obrazovanju, poslu te obiteljskom i društvenom životu. Pristup asistivnoj tehnologiji u zemljama s malim resursima može biti težak zbog problema s priuštivošću, dostupnošću i prihvatljivošću. Osim toga, pandemija COVID-19 pokazala je da nedostatak dostupnosti pružatelja usluga i smanjene usluge jedan-na-jedan ima veliki utjecaj na pristup i isporuku asistivno-tehnoloških usluga [53].

Asistivna tehnologija podrazumijeva svaki proizvod, dio opreme ili sustav, bez obzira je li on upotrebljiv u izvornom obliku, prilagođen ili modificiran, koji se koristi da bi se povećale, održale ili poboljšale funkcionalne mogućnosti osoba s invaliditetom. Asistivne tehnologije pružaju korisnicima viši stupanj neovisnosti i samostalnosti te bogatiji i aktivniji život [53].

Uporaba asistivnih tehnologija opisana je: kao sredstva za pomoć korisnicima u svladavanju infrastrukturnih prepreka, za omogućavanje potpune društvene inkluzije uz lako i sigurno izvršavanje aktivnosti [53].

## 5.1 Vrste asistivne tehnologije

Pomoćna tehnologija je generički pojam koji opisuje alate koje koriste osobe s invaliditetom za obavljanje zadataka. Neki od njih nabrojani su niže [54]:

- pomagala za kretanje, kao što su invalidska kolica, hodalice, štapovi
- slušna pomagala koja pomažu ljudima da čuju ili čuju jasnije.<sup>3</sup>
- kognitivna pomagala: uključujući računalne ili električne pomoćne uređaje, za pomoć ljudima s pamćenjem, pažnjom ili drugim izazovima u njihovim vještinama razmišljanja.<sup>3</sup>
- računalni softver i hardver, kao što su programi za prepoznavanje glasa, čitači zaslona i aplikacije za povećanje zaslona, za pomoć osobama s poteškoćama u kretanju i osjetilima da koriste računala i mobilne uređaje
- alati kao što su automatsko okretanje stranica, držači knjiga i prilagođeni držači za olovke koji pomažu učenicima s invaliditetom da sudjeluju u obrazovnim aktivnostima
- otvoreni titlovi koji omogućuju osobama s problemima sluha gledanje filmova, televizijskih programa i drugih digitalnih medija.<sup>4</sup>
- fizičke izmjene u izgrađenom okruženju, uključujući rampe, rukohvate i šira vrata kako bi se omogućio pristup zgradama, tvrtkama i radnim mjestima itd.

## 5.2 Poboljšano životno okruženje

Poboljšana životna okruženja (*eng. Enhanced Living Environments*) svojevrsna su paradigma za život, dobrobit i društvenu uključenost. Poboljšanje okoliša podrazumijeva razvoj procesa koji, na temelju potreba i uvjeta ljudi, vrše odgovarajuće prilagodbe, tako da se u interakciji javlja osjećaj ugone i sigurnosti. Konotacija poboljšanog okruženja podrazumijeva kriterije inteligentnog prostora temeljene na novim informacijskim i komunikacijskim tehnologijama, IoT-u te sigurnosti i privatnosti koje sveprisutni sustavi mogu dati pomoću skladne integracije, od njihove konceptualne osnove do interoperabilnosti sustava [55].

ELE čini paradigmu predloženu kao učinkovit resurs za formuliranje sustava pametnih prostora, to su osnove pametnih gradova kod kojih je pozornost usmjerena na korisnika, građanina ili pacijenta u medicinskim slučajevima. Stoga se provodi pregled glavnih koncepata koji opravdavaju korištenje i implementaciju ELE-a u zdravstvenom kontekstu, gdje je

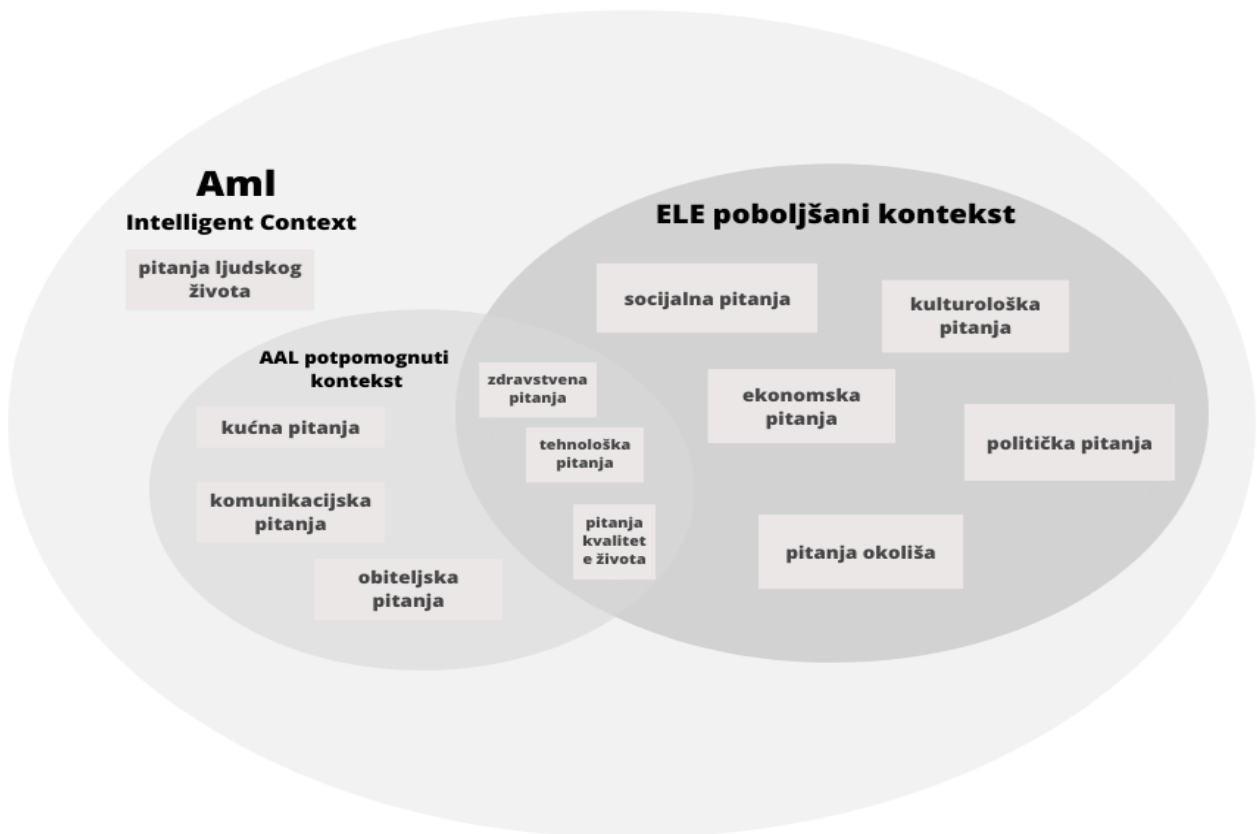
personalizacija sustava i usluga pacijentima u skladu s primarnim ciljem poboljšanja životnih uvjeta od socijalne integracije, autonomije i neovisnosti osoba ograničenih u svakodnevnim funkcijama zbog invaliditeta ili stanja starije osobe [55].

Integracija paradigmi industrije 4.0 i društva 5.0 o kojoj se riječ u ovom diplomskom radu omogućuje stvaranje ELE ekosustava usmjerenog na pacijente i starije osobe u izvanbolničkim okruženjima, što znači da će promicati akcije tehnološkog povećanja u korist prilagodbe individualnih životnih uvjeta [55].

Među najistaknutijim karakteristikama tehnološkog razvoja je potencijal za generiranje novih rješenja za probleme u stvarnom svijetu, koji su opisani na temelju potreba za koje i ljudska bića a i samo društvo pokazuju da su svojstvene izvršavanju svakodnevnih aktivnosti u bilo kojem kontekstu. Ako govorimo o kontekstima, ljudi su ovisni o njima iz perspektive u kojoj svi konteksti definiraju način ili navike društva temeljene na osobnoj prilagodbi, međutim moderno ljudsko biće želi biti entitet koji se prilagođava okolini, to znači da društvo transformira okolinu, tako da se prilagođava svojim potrebama, čime se postiže poboljšanje i evolucija. Trenutno su okruženja modificirana kako bi se poboljšali prostori u kojima se odvijaju dnevne aktivnosti, tražeći blagostanje, poboljšavajući kvalitetu života i udobnost, što omogućuje optimalno obavljanje vlastitih zadataka. Gledajući sa ovoga aspekta, definira se perspektiva djelovanja usmjerena na osobu gdje su fizičko i mentalno zdravlje prioritet, tj perspektiva u kojoj ljudska bića moraju biti graditelji svoje okoline na temelju svog iskustva, kognitivnih i transformativnih sposobnosti [55].

Ambijentalna inteligencija definirana je kao paradigma u nastajanju koja se fokusira na ljude, koji primjenjuju pametne alate kroz integraciju različitih elemenata ili objekata u kontekstu svjesnosti s okolinom s kojom su u interakciji, kroz njihovu prilagodbu, dostupnost i transparentnost, čija je korist služba ljudima. Navedena perspektiva stvara interaktivno funkcionalno okruženje posredovano fizičkim elementima i softverom koji omogućuju poboljšanje iskustva različitih aktera u okviru definiranom kao inteligentno okruženje. Stoga je primarni cilj ambijentalne inteligencije pružiti sustave i usluge koji su prilagođeni kolektivnim i individualnim potrebama unaprjeđujući životni stil. Kocept ambijentalne inteligencija prisutan je u različitim kontekstima, uključujući i asistivne tehnologije. U tom slučaju, asistivna tehnologija je način primjene ambijentalne inteligencije kod osoba s nekoliko zdravstvenih problema, prvenstveno kod starijih osoba, gdje se traže strategije i metode za ispravljanje tih problema, povećavajući dobrobit, neovisnost i autonomiju pacijenta kroz multidisciplinarnu interakciju inovativnih tehnologija, sustava, proizvoda i usluga. Slikom 16. prikazana je

paradigma ELE-a, kao integrirajući element koncepta ambijentalne inteligencije i asistivne tehnologije s novim tehnologijama temeljenim na obradi i komunikacijskim arhitekturama, hardveru, softveru i posrednom softveru posvećenom sigurnosti i uslugama asistenata [55].



Slika 16. Veza između Aml, ELE i AAL [55]

Moguća je implementacija ELE-a i za druge ljude, u bilo kojem stanju, budući da je njegov cilj poboljšanje kvalitete života prilagodbom inteligentnih okruženja. Međutim, njegova primjena na asistivnu tehnologiju podrazumijeva redefiniranje koncepta pomoći u životu, šireći se izvan starijih osoba na osobe s invaliditetom, gdje medicinski problemi ometaju njihovu normalnu izvedbu u različitim aspektima kao što su obiteljski i društveni odnosi. ELE čini korak naprijed prema konceptima inteligentnih društava posredovanih IoT sustavima za bilo koga i IoMT odnosno, internet medicinskih stvariza pacijente [56].

### **5.3 Asistivna tehnologija i poboljšano životno okruženje**

Utjecaj tehnologije na zdravstveni i društveni kontekst bio je relevantan sa stajališta usluga koje se mogu pružiti na razini pacijenata. E-zdravstvo omogućilo je da se osobe s disfunkcijom ili ograničenjem svojih fizičkih, psiholoških, kognitivnih ili društvenih sposobnosti integriraju u različite procese u kojima su prethodno bile isključene, tako da je okolina sada pod utjecajem prilagođavanja zahtjeva potrebama novih korisnika, gdje su uključeni pacijenti, medicinsko osoblje i obitelji [56].

Asistivne tehnologije odnosno nova saznanja sačinjavaju kontekste primjene novih tehnika i metodologija kategoriziranih prema usmjerenosti na osnovu potreba korisnika, među kojima se ističu mentalna funkcionalnost, podrška mobilnosti, senzorne funkcije, ortotika i protetika, komunikacijske vještine, rekreacija i sport, poboljšanje kućnog i radnog okruženja te dnevnih aktivnosti. Iako tehnološki razvoj omogućuje integraciju sustava na različite načine koji ovise o definiranoj metodologiji, još uvijek postoje ograničavajući čimbenici za usklađenost sustava potpore zdravstvu, kao što su karakteristike tvrtke koja provodi integraciju, usmjerenost vrste problema na liječenje, poslovni i komercijalni monopoli, podrška vanjskih agenata, nepoznavanje stvarnih potreba korisnika i segmentacija tržišta. Važan čimbenik u implementaciji pomoćnih tehnologija je korisničko iskustvo, koje promiče korištenje metodologije dizajna usmjerene na korisnika gdje su ergonomija, funkcionalnost, emocionalnost i kvaliteta odlučujući čimbenici u dizajnu u kojem se pružaju pozitivna iskustva i ona omogućuju kasnije prihvaćanje ELE-a, što rezultira bolje prihvaćenim sustavom koji čini inteligentno okruženje [56].

### **5.4 Društvo 5.0 i poboljšano životno okruženje**

Inteligentni prostori uvijek su poboljšana okruženja s tehnološke i konceptualne osnove. Među najvažnijim konceptima za provedbu organiziranih, uključivih, optimiziranih i sveobuhvatnih životnih konteksta koje predlaže ELE, naglasak je stavljen na ljude iz perspektive društva 5.0 i njegovog bliskog odnosa s evolucijom industrije 4.0, što je proizvelo pozitivan učinak iz iskustva različitih društvenih jezgri, gdje se razlikuju četiri stanja trenutnog znanja: društvo podataka, informacijsko društvo, društvo znanja i novi prijedlog, društvo mudrosti [55,56].

Japan je predvodio provedbu ove paradigme od njezine koncepcije poput digitalne transformacije unutar globalizacijskog okvira, tehnološke evolucije i poboljšanih životnih okruženja vrijednosti danih ljudima i okolišu. Flozofija društva 5.0 uokviruje ekonomski,

politički i društveni razvoj koji se usredotočuje na odgovorne ljude kao transformirajuću osovinu njihovog okruženja. Društvo 5.0 namjerava generirati ravnotežu između svih linija zajednica, ali ne gubeći iz vida činjenicu da je središnja os građanin, i u tom smislu, zahtjevi u različitim razvojem moraju proizlaziti iz te glavne činjenice i prema njoj mora stići funkcionalnost i uživanje poboljšanja u različitim sustavima koji su tehnološki implementirani. Na taj je način tehnološko osiguranje industrije 4.0. niz mogućnosti i utjecaja koji se mogu stvoriti tako da se zdravlje, dobrobit i prilagodba kombiniraju kako bi se postigla visoka razina sreće kod ljudi, njihovih obitelji i zajednica [55,56].

### **5.5 Primjena asistivne tehnologije**

Asistivna tehnologija može se definirati kao bilo koji predmet, dio opreme ili proizvod koji se primjenjuje za osiguranje, povećanje, održavanje ili poboljšanje funkcionalnih sposobnosti. To su tehnologije koje se koriste za poboljšanje i proširenje ljudskih performansi, radnji i interakcija, te se stoga često doživljavaju kao produžetak tijela. Međutim, korištenje pomoćnih tehnologija uključuje više od prevladavanja prepreka okoline, također uključuje simboličke, povijesne i kulturne kontekste. Ti uređaji, bilo veliki ili mali ljudima olakšavaju svakodnevni život. Takve tehnologije mnogima su preduvjet za samostalan život, a povezane su i s univerzalnim dizajnom. Ovakve tehnologije integriraju ljude u zajednicu i otvaraju je za sudjelovanje, omogućuju kreativno oblikovanje vlastitog i društvenog identiteta. Asistivno-tehnološki uređaji ili proizvodi bave se funkcionalnim (ne)sposobnostima koje proizlaze iz ozljeda, bolesti. Tehnologija kao takva bi trebala podržati korisnike u obavljanju raznih praktičnih zadataka u svakodnevnom životu. Na primjer, alarmni uređaji služe za mnoge različite svrhe i dolaze u mnogo različitih oblika. Oni signaliziraju, detektiraju ili upozoravaju da je vrijeme za ustajanje, da je požar ili provalnik u prostoriji i slično [56].

Korištenje asistivne tehnologije je simbolično, kulturno i povijesno kontekstualizirano. U tom smislu, ista promiče, ali i sprječava sudjelovanje u društvu. To čak može biti i prepreka za ljude. Korištenje asistivne tehnologije uzima u obzir da su takve tehnologije markeri identiteta s dvostrukom prirodom ili s izvedivom prirodom, odnosno alat za neovisnost s jedne strane, ali i simbol invaliditeta ili ovisnosti s druge strane. Napuštanje uređaja također može biti posljedica mnogih drugih razloga. Popis je dugačak i može uključivati nedostatak pristupa asistivnoj tehnologiji, nedostatak informacija o uređajima, popravcima i održavanju, profesionalnim ovlastima, promjenama u funkcionalnim sposobnostima ili aktivnostima korisnika,

nefleksibilnosti ili neučinkovitoj izvedbi uređaja, nedostatku podrške, nedostatku motivacije, minimalnom ili „nema potrebe za uređajem“, negativni obiteljski stavovi itd. [56].

### **5.5.1 Asistivna tehnologija i informacijsko-komunikacijska tehnologija**

Korištenje asistivne tehnologije uključuje više od prevladavanja barijera okoline, ono je također sredstvo komunikacije koje predstavlja identitet i strategiju razlikovanja. Korištenjem tehnologije ljudi izražavaju svoje osobne i društvene karakteristike, te stvaraju pretpostavke o identitetu i pripadnosti drugih. Stoga se usvajanje ili odbacivanje pomoćne tehnologije najbolje razumije u svjetlu njezina utjecaja na identitet. Utjecaj asistivne tehnologije na razinu aktivnosti i društvenog sudjelovanja osobe presudno je povezan s njezinom upotrebljivošću. Kako bi se postigla visoka razina upotrebljivosti, asistivne tehnologije moraju smanjiti fizički, kognitivni i jezični napor, promicati praktičnost, učinkovitost i produktivnost i, što je još važnije, podržavati pozitivan dojam o korisniku u očima drugih. Prepoznavanje da upotrebljivost nije samo atribut same asistivne tehnologije je od vitalnog značaja, ali jednako važno je i prepoznavanje interakcije čovjek-uređaj-okoliš. Iako se i IKT i asistivne tehnologije doživljavaju kao oznake identiteta, njihove su simboličke vrijednosti proturječne. Dok korištenje IKT-a označava kompetenciju, pripadnost i neovisnost, korištenje asistivne tehnologije još uvijek se medicinski definira kao ograničenje, različitost i ovisnost. Stoga, takav oblik protivljenja predstavlja kombiniranu upotrebu IKT-a i IKT pomoćnih tehnologija od posebnog interesa za studije invaliditeta [56].

### **5.5.2 Asistivna informacijsko-komunikacijska tehnologija za osobe oštećenog vida**

Glavni cilj vizualne pomoćne tehnologije za računala i mobilne telefone je pružiti najbolje moguće poboljšanje vida ili mehanizam za zamjenu vida. Za slabovidne osobe takvi ciljevi znače povećanje zaslona kako bi se olakšalo obavljanje vizualnih zadataka kao što su čitanje teksta, odabir izbornika, odgovaranje na upite sustava i navigacija između različitih dijelova web stranica. Obično ovo povećanje uključuje korištenje softverske aplikacije za povećanje zaslona koja radi kao pozadinski zadatak. Takva povećala omogućuju korisnicima da povećaju tekst i grafiku u širokom rasponu razina [57].

Pružanje pristupa IKT-u slijepim osobama uključuje nevizualne alternative za zadatke koji se tradicionalno shvaćaju kao vizualni, korištenjem asistivnih tehnologija koje prevode vizualno sučelje u taktilni ili slušni izlaz ili kombinaciju ta dva. Najčešća pomoćna IKT

tehnologija za slijepo osobe je elektronički Brailleov zaslon koji proizvodi osvježavajući, red po red taktilni ispis na posebnoj tipkovnici. Budući da je takav taktilni izlaz isključivo temeljen na tekstu, manje je od pomoći u prevođenju grafičkih sučelja. Za pristup grafičkim sučeljima slijepa osoba treba čitač zaslona, odnosno softversku aplikaciju koja tumači i prevodi tekst i grafičke prikaze u slušni izlaz. Mobilni telefoni i softverske aplikacije, kao što je *Talks*, omogućuju prevedeni pristup tekstovima i slikama. Sveobuhvatna rješenja problema vizualnog pristupa IKT-u, koliko god bila uspješna, zahtijevaju ne samo da pomoćna IKT tehnologija bude dobro dizajnirana, već i da sadržaj i izgled web stranice budu fleksibilni i organizirani za promicanje pristupačnosti [57].

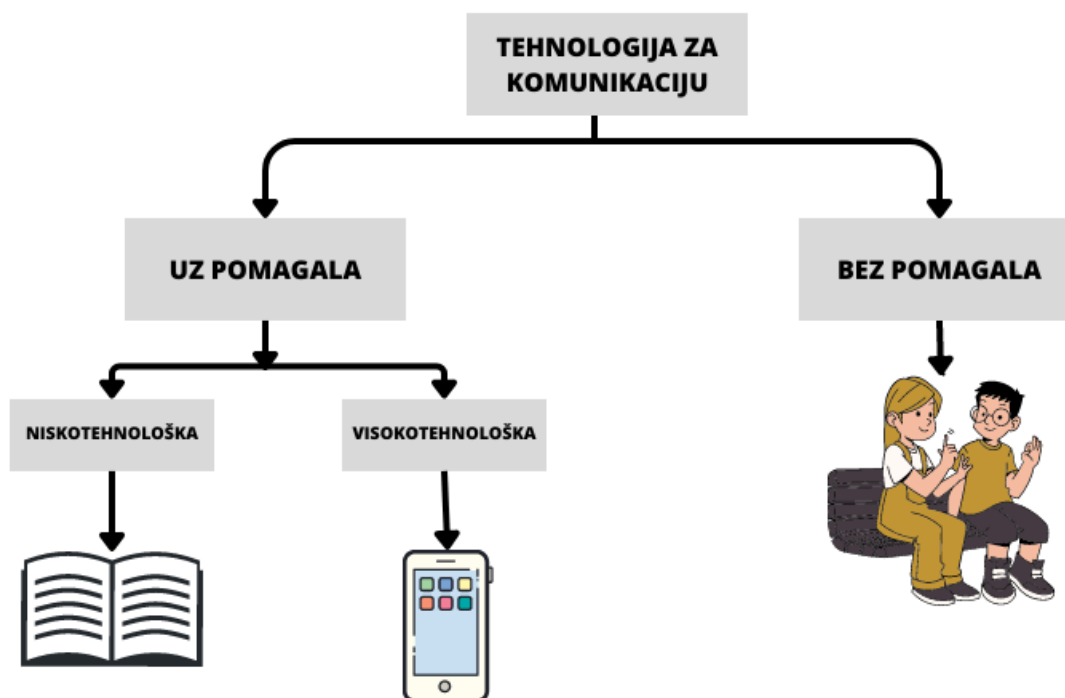
### **5.5.3 Asistivna informacijsko-komunikacijska tehnologija kao potpomognuta komunikacija**

Dijeljenje misli, osjećaja i ideja bitan je dio onoga što čovjek danas jeste. Mnoge osobe s invaliditetom i kroničnim bolestima to ne mogu učiniti svojim prirodnim govorom, pa tako uz pomoć asistivne tehnologije i odgovarajućih komunikacijskih strategija, djeca i odrasli imaju alate za komunikaciju s obitelji i prijateljima te aktivnije sudjelovanje u školi i zajednici [58].

Augmentativna i alternativna komunikacija, način je na koji ljudi komuniciraju kada nemaju fizičku sposobnost korištenja verbalnog govora ili pisma. Takvi sustavi dizajnirani su kako bi pomogli ljudima da izraze svoje misli, potrebe i ideje. Njih koriste osobe sa širokim rasponom govornih i jezičnih oštećenja zbog stanja kao što su cerebralna paraliza, autizam, spinalna mišićna atrofija i slično. Takvi sustavi mogu varirati od jednostavnog skupa slikovnih simbola na komunikacijskoj ploči do računalnog sustava koji je programiran da govori riječima ili porukama [58].

Postoji nekoliko različitih podjela tehnologije za pomoć pri komuniciranju. Najvažnija je podjela na potpomognutu komunikaciju bez pomagala i s pomagalima, prikazano slikom 17 [58].





Slika 17. Podjela potpomognute komunikacije [58]

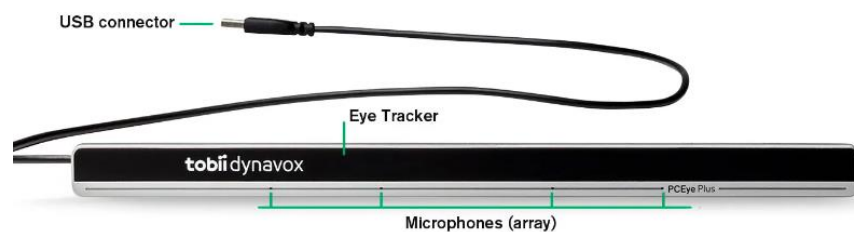
Pomoć za komunikaciju bez pomagala predstavlja vrstu pomoći koja ne zahtijeva upotrebu drugih uređaja ili predmeta, nego korištenje samoga tijela. Primjer su znakovi rukama, geste i izrazi lica. Vrlo važno je da znakove nauče osobe iz okoline osobe s intelektualnim teškoćama kako bi se mogla ostvariti pravilna komunikacija [59].

Komunikaciju sa pomagalima čini komunikacija s prisustvom pomagala koje osoba koristi. Pomagala se dijele na visokotehnoška i niskotehnoška. „Niskotehnoška komunikacijska sredstva uključuju korištenje predmeta kao što su stvarni objekti, fotografije, slike, komunikacijske knjige ili ploče, ploče sa slovima, riječima ili frazama, ali ne i tehnologije. S druge strane, visokotehnoška sredstva koja su okosnica ovog priručnika se odnose na široki raspon pomagala kao što su sklopke, različite vrste specijaliziranih komunikatora, (prijenosna) računala i pametni telefoni [59].“

Informacijska i komunikacijska tehnologija je sve više prisutna u čovjekovoj svakodnevnicu, moguća je uporaba u raznim situacijama i s različitim partnerima za komunikaciju. Kako bi osoba sa poteškoćama u komunikaciji uz manji napor i u različitim situacijama mogla iskazati svoje potrebe i izraziti svoje želje, ili dati odgovor na pitanja iz okoline u odgojno-obrazovnom sustavu važan je pristup niskotehnoškom obliku komunikacije [59].

Komunikatori kao takav oblik asistivne tehnologije za potpomognutu komunikaciju su računala koja osobama s intelektualnim teškoćama omogućavaju komuniciranje pritiskom na sliku ili tipkanjem poruka, što računalo zatim „izgovara“ naglas [60].

Primjer komunikatora kao asistivne tehnologije je navigacija za praćenje oka, *Tobii PCEye Plus*, asistivna tehnologija koja skenira, procjenjuje i bilježi pogled korisnika usmjeren na monitor, prikazano slikom 18 [61].



Slika 18. Izgled Tobii PCEye Plus komunikatora [61]

U potpunosti zamjenjuje tipkovnicu i miš jer brzo i vrlo precizno bilježi pokrete očiju. Pomaže u poboljšanju društvenih interakcija i može kontrolirati sve funkcije računala i kućanskih aparata te tako povećava maksimalnu samodostatnost. Postoje posebni programi dizajnirani za Tobii. Najkorišteniji program za korisnike s pervazivnim razvojnim poremećajem je „*Look to learn*“ zahvaljujući kojem klijenti mogu jednostavno uvježbati korištenje uređaja. Intervencija u takvim slučajevima usmjerena je na poboljšanje komunikacije, društvenih interakcija i igara. Opisani uređaj dolazi iz Švedske, gdje ga koriste radni terapeuti, defektolozi i logopedi [61].

#### 5.5.4 Izazovi primjene asistivne tehnologije

Područje industrije 4.0 veliki je korak naprijed u procesu automatizacije svega, a sve kako bi se poboljšao uspjeh novih poslovnih modela. Stvaranjem novog okruženja i novog društva tzv. „društva 5.0“ mijenjaju se radni procesi u industriji i proizvodnji. Radnik (čovjek) postaje središnje mjesto u radnim procesima i okruženju industrije. Osobama s invaliditetom, prema Direktivi Vijeća 2000/78 / EU i Smjernicama za zapošljavanje, trebaju biti zajamčene prilike za zapošljavanje i jednake mogućnosti u uključivanju šire zajednice. Asistivne tehnologije i njihov razvoj mogu omogućiti veću uključenost osoba s invaliditetom u radne procese okruženja industrije 4.0 i društva 5.0, a da bi bilo moguće uključiti osobe sa invaliditetom u

radne procese potrebno je raditi na najvećim barijerama koje se ističu u okvirima asistivne tehnologije i njezine primjene, a to su [62]:

- financijska sredstva
- dostupnost
- odustajanje od korištenja asistivne tehnologije
- manjak vremena
- nedostatak znanja i vještina stručnjaka
- tehnička podrška
- suradnja s obitelji.

## 6. Zaključak

Industrija 4.0 obećava revoluciju industrijske proizvodnje s povećanom operativnom učinkovitosti, razvojem novih poslovnih modela, usluga i proizvoda. Omogućuje planiranje proizvodnje u stvarnom vremenu i dinamičku optimizaciju za razliku od konvencionalnog predviđanja. Alati i tehnološki napredak koje je razvila industrija 4.0 imati će značajnu ulogu u poboljšanju kvalitete života u društvu kako bi se omogućilo sretnije, motiviranije i zadovoljnije društvo te više vremena za slobodno vrijeme.

Kao posljedica industrije 4.0 nastaje društvo 5.0, počevši od Japana, zbog starenja stanovništva. Društvo 5.0 fokusira se na korištenje alata i tehnologija koje je razvila industrija 4.0 za dobrobit čovječanstva. Inteligentne sustave, koje je razvila industrija 4.0, društvo vidi kao korist i ima poseban fokus na pozicioniranje ljudskog bića u središte inovacija, tehnološke transformacije i industrijske automatizacije, potaknute industrijom 4.0. Nova paradigma društva 5.0 imati će dominantnu ulogu u stvaranju sretnijeg, zadovoljnijeg, ispunjenijeg i posljedično produktivnijeg društva.

Industrija 4.0 pruža autonomni sustav koristeći veliku tehnologiju kao što je umjetna inteligencija koja prenosi sposobnost donošenja odluka koja pripada čovjeku na elektroničke sustave i strojeve.

S druge strane, kada se govori o IKT tehnologiji gledanoj sa aspekta osoba sa invaliditetom, primjena informacijsko-komunikacijskih tehnologija značajno je doprinjela integraciji tih istih osoba sa oštećenjima u društvo svakodnevnice razvojem asistivnih tehnologija.

Asistivna tehnologija svojim mogućnostima i inovativnim uslugama može povećati kvalitetu života osoba s invaliditetom ili starijih osoba. Radno okruženje je temelj za potpuno funkcioniranje osobe s invaliditetom u svakodnevnom životu. Prema trenutno dostupnim istraživanjima, vrlo je mala primjena asistivne tehnologije u polju industrije 4.0, no očekuje se da će razvojem društva 5.0 i industrije 5.0 povećati zastupljenost asistivne tehnologije u procesima rada, a time i veću uključenost osoba s invaliditetom u procese rada.

## Literatura

- [1] Rouse, M., Technopedia. Digital Revolution. Preuzeto sa: <https://www.techopedia.com/definition/23371/digital-revolution> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [2] Wim van Drongelen. Epitech. Digital Revolution: What is it and what are its pillars? Preuzeto sa: <https://www.epitech-it.es/what-is-the-digital-revolution/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [3] Briggs, J. Iconology. Digital Transformation Strategy. Preuzeto sa: <https://www.ionology.com/what-is-a-digital-transformation-strategy/#section-1> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [4] SAS. Digital Transformation. What it is and why it matters? Preuzeto sa: [https://www.sas.com/en\\_us/insights/data-management/digital-transformation.html](https://www.sas.com/en_us/insights/data-management/digital-transformation.html) [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [5] Schumacher, A., Sihm, W., Erol S. 2016. Automation, digitization and digitalization and their implications for manufacturing processes. Preuzeto sa: [https://www.researchgate.net/publication/318877006\\_Automation\\_digitization\\_and\\_digitalization\\_and\\_their\\_implications\\_for\\_manufacturing\\_processes](https://www.researchgate.net/publication/318877006_Automation_digitization_and_digitalization_and_their_implications_for_manufacturing_processes) [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [6] Parida, V., Sjödin, D., Reim, W. 2019. Reviewing Literature on Digitalization, Business Model Innovation, and Sustainable Industry: Past Achievements and Future Promises. Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/2/391#metrics> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [7] Appelbaum, B., Roach, L., Planview. Digital Transformation Strategy. Preuzeto sa: <https://www.planview.com/resources/guide/definitive-digital-transformation-guide/digital-transformation-strategy/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [8] Nitro. What Is Digital Transformation? Preuzeto sa: <https://www.gonitro.com/blog/what-is-digital-transformation#anchor-1>
- [9] Evans, N.D. 2017. Assessing your organization's digital transformation maturity. Preuzeto sa: <https://www.cio.com/article/3213194/assessing-your-organization-s-digital-transformation-maturity> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [10] Barać, I. 2019. Dobra digitalna transformacija ne prelama se preko leđa zaposlenika. Preuzeto sa: <https://privredni.hr/digitalna-transformacija> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]

- [11] Knezić, M. Digitalizacija gospodarstva Republike Hrvatske. Diplomski rad. Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu; 2022. Preuzeto sa: [https://www.google.com/search?q=digitalizacija+u+industriji+dosada%C5%A1nja+istra%C5%BEivanja&rlz=1C1GCEA\\_enBA920BA920&oq=digitalizacija+u+industriji&aqs=chrome.0.69i59j69i57.6528j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=digitalizacija+u+industriji+dosada%C5%A1nja+istra%C5%BEivanja&rlz=1C1GCEA_enBA920BA920&oq=digitalizacija+u+industriji&aqs=chrome.0.69i59j69i57.6528j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8) [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [12] Markforged. Industry 4.0 in the Context of Professional 3D Printers. Preuzeto sa: <https://markforged.com/resources/blog/industry-4-0-and-professional-3d-printers> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [13] Printer3D. Preuzeto sa: <https://printer3d.hr/novosti/creality-3d-printeri-na-printer3d-web-shopu/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [14] Almeida, F., Santos, J., Monteiro, J. 2020. The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post COVID-19 World. IEEE Engineering Management Preuzeto sa: [https://www.researchgate.net/publication/343338422\\_The\\_Challenges\\_and\\_Opportunities\\_in\\_the\\_Digitalization\\_of\\_Companies\\_in\\_a\\_Post\\_COVID-19\\_World](https://www.researchgate.net/publication/343338422_The_Challenges_and_Opportunities_in_the_Digitalization_of_Companies_in_a_Post_COVID-19_World) [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [15] Andrea, C., Simone, P., Massimiliano, M.P., Dabić, M. 2021. Digitalization and business models: Where are we going? Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296320306330#preview-section-cited-by> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [16] Matterport. Industry 4.0: How Digital Twins in Manufacturing are Changing Industrial Production. Preuzeto sa: <https://matterport.com/de/learn/digital-twin/manufacturing> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [17] Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., Sihn, W. 2018. Digital Twin in manufacturing: Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318316021> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [18] Lovrinović, I. Digitalna transformacija nije digitalizacija. Završni rad, Sveučilište u Rijeci, Odjel za informatiku; 2018. Preuzeto sa: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/infri%3A255> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [19] i-SCOOP. Industry 4.0 and the fourth industrial revolution explained. Preuzeto sa: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]

- [20] Investopedia. Horizontal Integration vs. Vertical Integration: Key Differences. Preuzeto sa: <https://www.investopedia.com/ask/answers/051315/what-difference-between-horizontal-integration-and-vertical-integration.asp> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [21] Gregurić, P. Vitka i digitalna transformacija proizvodnih procesa. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2018. Preuzeto sa: <http://repositorij.fsb.hr/8669/1/DiplomskiRadGreguric2018.pdf> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [22] BecoSan. Advantages and disadvantages of Industry 4.0. Preuzeto sa: <https://www.becosan.com/industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [23] Duvančić, M., Virtualna stvarnost. Evo kako će izgledati četvrta industrijska revolucija. Preuzeto sa: <https://virtualnastvarnost.net/industrija-4-0-cetvrta-industrijska-revolucija/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [24] 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.
- [25] European Parliament. Preuzeto sa: <https://www.europarl.europa.eu/portal/en> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [26] European Commission. Sharpening Europe's digital future. Preuzeto sa: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/search?search=croatia> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [27] European Commission. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. Preuzeto sa: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [28] OCI. What is Big Data? Preuzeto sa: <https://www.oracle.com/big-data/what-is-big-data/#how> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [29] Autonomous Robots in Industry 4.0. Preuzeto sa: <https://industriall.ai/blog/autonomous-robots-in-industry-4-0> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [30] William de Paula Ferreira, Fabiano Armellini, Luis Antonio De Santa-Eulalia, Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review, Computers & Industrial Engineering. Preuzeto sa: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106868> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]

- [31] S. Gillis, A., i-SCOOP. The Internet of Things in manufacturing: benefits, use cases and trends. Preuzeto sa: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-iiot/internet-of-things-in-manufacturing/> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [32] TechTarget. IoT Agneda. Preuzeto sa: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Industrial-Internet-of-Things-IIoT> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [33] Deloitte Insights. Industry 4.0 and cybersecurity. Preuzeto sa: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/cybersecurity-managing-risk-iiage-of-connected-production.html> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [34] Marinescu, D. C., TechTarget. CloudComputing. Preuzeto sa: <https://www.techtarget.com/searchcloudcomputing/definition/cloud-computing> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [35] 3D NATIVES. The Importance of 3D Printing in Industry 4.0. Preuzeto sa: <https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-in-industry-4-0-150220215/#!> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [36] Virtual Reality Society. What is virtual reality. Preuzeto sa: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [37] Deguchi, A. *et al.* (2020). What Is Society 5.0?. In: Society 5.0. Springer, Singapore. Preuzeto sa: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-2989-4\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-2989-4_1) [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [38] MDPI and ACS Style. Mourtzis, D.; Angelopoulos, J.; Panopoulos, N. A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies* 2022, 15, 6276. Preuzeto sa: <https://doi.org/10.3390/en15176276> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [39] Researchgate. How Society 5.0 Works. Preuzeto sa: [https://www.researchgate.net/figure/How-Society-50-Works-Source-Government-of-Japan-Cabinet-Office\\_fig25\\_333377159](https://www.researchgate.net/figure/How-Society-50-Works-Source-Government-of-Japan-Cabinet-Office_fig25_333377159) [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [40] MDPI and ACS Style. Tavares, M.C.; Azevedo, G.; Marques, R.P. The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More Humanistic and Sustainable Society. Literature Review. *Societies* 2022, 12, 149. Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/2075-4698/12/6/149> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]



- [41] M. M. Nair, A. K. Tyagi and N. Sreenath, "The Future with Industry 4.0 at the Core of Society 5.0: Open Issues, Future Opportunities and Challenges," *2021 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, Coimbatore, India, 2021, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICCCI50826.2021.9402498. Preuzeto sa: <https://issuu.com/st-1-2015-online/docs/suvremena-trgovina-4-2022/s/16809622> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [42] MDPI and ACS Style Tyagi, A.K.; Dananjayan, S.; Agarwal, D.; Thariq Ahmed, H.F. Blockchain—Internet of Things Applications: Opportunities and Challenges for Industry 4.0 and Society 5.0. *Sensors* 2023, 23, 947. Preuzeto sa: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/2/947> [Pristupljeno: srpanj, 2023.]
- [43] Lane, A., Open Learn. What is technology? Preuzeto sa: <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/engineering-technology/what-technology> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [44] Cyzotech. What are ICTs? Characteristics, Advantages and Disadvantages. Preuzeto sa: [https://cyzotech.com/what-are-icts-characteristics-advantages-and-disadvantages/?utm\\_content=cmp-tru](https://cyzotech.com/what-are-icts-characteristics-advantages-and-disadvantages/?utm_content=cmp-tru) [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [45] Perera, A., Uses IT in society. Preuzeto sa: <https://www.slideshare.net/ICTWithAnne/uses-of-ict-in-society> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [46] IIEP Learning Portal. Information and communication technology (ICT) in education. Preuzeto sa: <https://learnin.gportal.iiep.unesco.org/en/issue-briefs/improve-learning/information-and-communication-technology-ict-in-education> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [47] Danielyan, Hmayak, D., Vitaliy, A., UNESCO. Learning and teaching in a digital society with digital tools. Preuzeto sa: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000210850> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [48] Gerald Matua Amandu, Joshua Kanaabi Muliira, Dennis Cayaban Fronda, Using Moodle E-learning Platform to Foster Student Self-directed Learning: Experiences with Utilization of the Software in Undergraduate Nursing Courses in a Middle Eastern University, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 93, 2013, Pages 677-683, ISSN 1877-0428. Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813033636> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]

- [49] National Institute of Information and communications technology (NICT). Preuzeto sa: <https://www.nict.go.jp/en/about/greetings-english.html> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [50] NICT REPORT 2022. New ICT technology strategy toward Society 5.0. Preuzeto sa: <https://www.nict.go.jp/en/data/report/NICTREPORT2022.pdf> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [51] Jones, R. (2007), "Income Inequality, Poverty and Social Spending in Japan", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 556, OECD Publishing, Paris, <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264302402-4-en/index.html?itemId=/content/component/9789264302402-4-en> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [52] AtiA. Assistive Technology Industry Association. What is AT? Preuzeto sa: <https://www.atia.org/home/at-resources/what-is-at/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [53] World Health Organization. Assistive technology. Preuzeto sa: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [54] Assistive Technology for Education. Preuzeto sa: <https://atfored.com/examples-of-at/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [55] Edward Wilder Caro Anzola & Miguel Ángel Mendoza Moreno, Enhanced Living Environments (ELE): A Paradigm Based on Integration of Industry 4.0 and Society 5.0 Contexts with Ambient Assisted Living (AAL). Preuzeto sa: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72567-9\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72567-9_12) [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [56] Diane J. Cook, Juan C. Augusto, Vikramaditya R. Jakkula, Ambient intelligence: Technologies, applications, and opportunities, *Pervasive and Mobile Computing*, Volume 5, Issue 4, 2009, Pages 277-298,. Preuzeto sa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S157411920900025X> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [57] Bodil Ravneberg, Sylvia Söderström: Disability, Society and Assistive Technology. Preuzeto sa: [https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=siolDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+assistive+technology+in+digital+society&ots=pJMk6xDZih&sig=gquRKQ6w-a3Kw51o3luodxENoj8&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=siolDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+assistive+technology+in+digital+society&ots=pJMk6xDZih&sig=gquRKQ6w-a3Kw51o3luodxENoj8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]

- [58] American Speech-Language-Hearing Association. Augmentative and Alternative Communication (AAC). Preuzeto sa: <https://www.asha.org/public/speech/disorders/aac/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [59] Izv.prof.dr.sc. Željka Car, doc.dr.sc. Jasmina Ivšac Pavliša, Ivana Rašan, Priručnik - "Digitalna tehnologija za potporu posebnim odgojnoobrazovnim potrebama", Zagreb, 2018.
- [60] e-Glas. Tobii PCEye Plus. Nova generacija uređaja za pristup računalu. Preuzeto sa: <https://www.eglas.hr/komunikacija-pogledom/pc-eye-plus/> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [61] Ascom. Tobii PCEye Plus. Preuzeto sa: <https://www.ascom.ba/contents/55> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [62] Pongrac, A.: Znanja i iskustva edukacijskih rehabilitatora u primjeni asistivne tehnologije. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet Zagreb, 2021. Preuzeto sa: <https://repositorij.erf.unizg.hr/islandora/object/erf:965> [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]
- [63] Peraković, D., Periša, M., Cvitić, I., Zorić, P. 2020. *Information and communication technologies for the Society 5.0 environment*. Preuzeto sa: [https://www.researchgate.net/publication/346571218\\_INFORMATION\\_AND\\_COMMUNICATION\\_TECHNOLOGIES\\_FOR\\_THE\\_SOCIETY\\_50\\_ENVIRONMENT](https://www.researchgate.net/publication/346571218_INFORMATION_AND_COMMUNICATION_TECHNOLOGIES_FOR_THE_SOCIETY_50_ENVIRONMENT) [Pristupljeno: kolovoz, 2023.]

## Popis slika

Slika 1. Četiri dimenzije strategije digitalne transformacije .....	5
Slika 2. 3D printer .....	7
Slika 3. Digitalni model .....	12
Slika 4. Digitalna sjenka .....	12
Slika 5. Digitalni blizanac .....	13
Slika 6. Dobre i loše strane digitalne transformacije .....	13
Slika 7. Karakteristike industrije 4.0 .....	15
Slika 8. Horizontalna i vertikalna integracija .....	17
Slika 9. DESI prikaz iz 2022. godine za Republiku Hrvatsku .....	20
Slika 10. Pametno upravljanje logistikom .....	21
Slika 11. Integracija društva 4.0 na društvo 5.0 .....	26
Slika 12. Način rada društva 5.0 .....	27
Slika 13. Društvo 5.0 za SDGs .....	27
Slika 14. Karakteristike informacijsko-komunikacijske tehnologije .....	32
Slika 15. Strategija ICT tehnologije prema društvu 5.0 .....	38
Slika 16. Veza između AmI, ELE i AAL .....	43
Slika 17. Podjela potpomognute komunikacije .....	48
Slika 18. Izgled Tobii PCEye Plus komunikatora .....	49

## **Popis tablica**

Tablica 1. Temeljni preduvjeti Industrije 4.0 .....	18
---	----

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad  
(vrsta rada)  
isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Implementacija industrije 4.0 i društva 5.0 u kontekstu asistivne tehnologije, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 14.8.2023.

Student/ica:

Lea Bošković  
(ime i prezime, potpis)