

Digitalizacija distribucije informacija unutar proizvodnog poduzeća implementacijom sustava umjetne inteligencije

Kober, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:978252>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Hrvoje Kober

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Izv. Prof. dr. sc. Tihomir Opetuk
Dr. sc. Maja Trstenjak

Student:

Hrvoje Kober

Zagreb, 2023.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Želim izraziti svoju iskrenu zahvalnost svima koji su pripomogli u uspješnoj realizaciji ovog diplomskog rada. Posebne zahvale upućujem svojoj mentorici dr. sc. Maji Trstenjak na stručnom vođenju, svoj danoj pomoći kao i savjetima tijekom cijelog istraživačkog procesa. Bez njezine simpatičnosti, predanosti i ažurnosti rad ne bi bio na razini na kojoj je.

Također, želio bih zahvaliti i tvrtkama Gorica staklo d.o.o. i CROZ AI d.o.o., čiji su konstruktivni komentari i podrška bili od velike važnosti. Posebno želim zahvaliti i gospodinu Robertu Kosu što mi je ukazao povjerenje i što je podijelio svoje vrijeme, znanje i iskustvo kako bi mi pomogao uspješno prevladati izazove koji su se pojavili tijekom istraživanja.

Naravno, ne smijem zaboraviti ni prijatelje koji su bili uz mene tijekom cijelog studijskog razdoblja i bili spremni pomoći kada god je trebalo. Iako ih je teško sve navesti i ne želim zaboraviti niti jednog, riskirat ću i navesti nekoliko u nadi da ostali neće zamjeriti: Hus, Volvo, Bajić, Gazda, Čaran, Starčević-Išek, doktori... Vaša podrška i ohrabrenje bili su neizmjerne vrijednosti.

Najbitnije na kraju, želio bih se zahvaliti i svojoj obitelji, majci Mirjani, ocu Goranu, sestri Petri, bratu Jakovu i djevojci Klaudiji na neizmjernoj podršci tijekom cijelog mog obrazovnog puta i što su zajedno samnom izdržali sva teška razdoblja tokom čitavog studiranja. Hvala vam što ste bili moj oslonac i motivacija u svim trenucima koji su me oblikovali da postanem ono što trenutno i jesam – bez vas to ne bi bilo izvedivo!

Hrvoje Kober



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
Proizvodno inženjerstvo, inženjerstvo materijala, industrijsko inženjerstvo i menadžment,
mehatronika i robotika, autonomni sustavi i računalna inteligencija

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 23 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 23 -	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Hrvoje Kober** JMBAG: 0035218592

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Digitalizacija distribucije informacija unutar proizvodnog poduzeća implementacijom sustava umjetne inteligencije**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Digitalization of information distribution within a manufacturing company by implementing an artificial intelligence system**

Opis zadatka:

Umjetna inteligencija (UI; eng. *artificial intelligence* – AI) opisuje područje računalne znanosti koje se bavi razvojem inteligentnih alata (strojeva, aparata, aplikacija) koje reagiraju i uče kao ljudi. U ovo područje ulaze i pojmovi poput strojnog učenja (eng. *machine learning*) i interneta stvari (eng. *Internet of Things* - IoT). Tehnološki dizajn UI sustava, između ostalog, uključuje razumijevanje i analizu jezika, govora, slike, prema čemu sustav uči kako reagirati, planirati ili rješavati određene zadatke. Programi koji koriste principe dubokog učenja kako bi odgovorili na tekstualne upite korisnika u posljednjih nekoliko godina postaju sve napredniji te time dobivaju sve veći potencijal za korištenje u industriji. Korisnici mogu postavljati pitanja ili tražiti savjete o bilo kojoj temi, a program daje odgovor koji je jezičnom strukturom statistički najbliži onomu što bi ljudsko biće odgovorilo. Industrija 4.0, promatrana kao logičan nastavak prethodne tri industrijske revolucije, odnosi se na brzu digitalnu transformaciju procesa unutar prerađivačko-proizvodnih (ali i ostalih povezanih) industrija. Transformacija se temelji na inteligentnom umrežavanju strojeva (i drugih uređaja) pomoću naprednih informacijsko – komunikacijskih tehnologija, s ciljem da se omogući autonomno komuniciranje među uređajima, analiziranje i prikupljanje velike količine podataka, autonomno donošenje odluka, praćenje imovine i procesa u stvarnom vremenu, stvaranje dodane vrijednosti te vertikalna i horizontalna integracija. Osnova je integracija informacijskih tehnologija s operativnim aktivnostima, što dovodi do jače proizvodne organizacije.

U radu je potrebno:

- Na temelju relevantnih izvora definirati koncept umjetne inteligencije i Industrije 4.0.
- Napraviti pregled radova koji se bave primjenom umjetne inteligencije u proizvodnim i komunikacijskim procesima proizvodnih poduzeća prema principima Industrije 4.0.
- Opisati odabrano poduzeće (djelatnost, lokacija, struktura, organizacijska i kadrovska struktura i proizvodni program).
- Opisati i analizirati trenutne komunikacijske procese i distribuciju informacija unutar poduzeća.
- Na temelju analize predložiti prijedlog unapređenja i digitalizacije komunikacijskih procesa i distribucije informacija korištenjem sustava umjetne inteligencije.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:	Datum predaje rada:	Predviđeni datumi obrane:
28. rujna 2023.	30. studenoga 2023.	4. – 8. prosinca 2023.

Zadatak zadao: Predsjednik Povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Tihomir Opetuk

Prof. dr. sc. Ivica Garašić

Dr. sc. Maja Trstenjak

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Pozadina i kontekst industrije 4.0	1
1.2. Razlozi za uvođenje umjetne inteligencije u proizvodno poslovanje	2
1.3. Utjecaj industrija 4.0 i 5.0 na poslovanje proizvodnih tvrtki.....	4
1.4. Predviđanja za razvoj umjetne inteligencije u proizvodnji.....	6
2. TEHNIČKI ASPEKT FUNKCIONIRANJA SUSTAVA UMJETNE INTELIGENCIJE (AI)	8
2.1. Simbolička umjetna inteligencija	8
2.1.1. Ekspertni sustavi	9
2.1.2. Fuzzy logika	10
2.2. Strojno učenje i podaci vođeni umjetnom inteligencijom	11
2.2.1. Umjetne neuronske mreže (UNM).....	12
2.2.2. Gradijentni spust i krajolik pogreške	14
2.2.3. Evolucijske metode	16
2.2.4. Inženjer umjetne inteligencije	17
2.2.5 Primjeri primjene umjetne inteligencije u inženjerstvu	19
2.3. Umjetna super inteligencija	21
2.4. Tehnički aspekt AI	23
3. VIZUALNI PRIKAZ AI-A	24
3.1. Primjene AI-a	24
3.2. Ulaganje u AI	25
3.3. Proizvodnja hardvera za AI.....	26
4. GORICA STAKLO D.O.O.....	27
4.1. Informacije o poduzeću.....	27
4.2. Registracija poduzeća	29
4.3. Organizacijski ustroj	37
4.4. Lokacija poduzeća.....	38
4.5. Opis tehnološkoga procesa.....	39
5. „TRŽIŠNA INOVACIJA - UVOĐENJE UMJETNE INTELIGENCIJE U CJELOKUPNO POSLOVANJE“	42
5.1. I. Faza – Uvod (Vrtić)	42
5.2. II. Faza – Proizvod (Srednjoškolac).....	42
5.3. III. Faza – Gotovo genijalac.....	43
5.4. IV. Faza – Potpuni genijalac	43
6. UVOĐENJE AI-A	44
6.1. Snimka trenutnog stanja.....	44
6.2. Virtualni Asistent	45
6.2.1. I faza.....	45
6.2.2. II faza	47
6.2.2.1. Agenti	47
6.3. Virtualni vođitelj	51
6.3.1. III. Faza	51
6.3.2. IV. Faza.....	53

7. ZAKLJUČAK.....	54
-------------------	----

POPIS SLIKA

Slika 1.	Pregled konkurencije na tržištu za strojnu inteligenciju u 2016. godini [12].....	1
Slika 2.	Korištenje alata generativne umjetne inteligencije po industrijama [13].....	3
Slika 3.	Najčešće upotrebe umjetne inteligencije [13]	5
Slika 4.	Ekonomski aspekt uvođenja AI-a u poslovanje [13].....	5
Slika 5.	Rezultati i predviđanja globalnog tržišta umjetne inteligencije [18]	6
Slika 6.	Veličina globalnog tržišta umjetne inteligencije (AI) u proizvodnji [18]	7
Slika 7.	Primjer psudokoda [20]	9
Slika 8.	Skup tehnika koje obuhvaća strojno učenje [34].....	11
Slika 9.	Struktura UNM-a [25]	12
Slika 10.	Osnovna struktura UNM-a [20]	13
Slika 11.	Krajolik pogreške [32].....	15
Slika 12.	Izgled pametne tvornice kreiran pomoću DeepAI text-to-image generatora [29]	20
Slika 13.	Prikaz uloge AI-a u unaprjeđenju inženjerstva kreiran pomoću DeepAI text-to-image generatora [29].....	20
Slika 14.	Ljudske sposobnosti umjetne superinteligencije [31]	22
Slika 15.	Najpopularnije primjene umjetne inteligencije [35]	24
Slika 16.	Godišnje globalno korporativno ulaganje u umjetnu inteligenciju, prema vrsti, 2021. godina [14]	25
Slika 17.	Tržišni udio u proizvodnji logičkih čipova, prema fazi proizvodnje, 2021. godina [15]	26
Slika 18.	Poduzeće Gorica staklo d.o.o. [10].....	29
Slika 19.	Certifikat Europskog laboratorija IFT Rosenheim	33
Slika 20.	Certifikat za sigurnosno staklo	34
Slika 21.	Certifikat za IZO laminirano staklo.....	35
Slika 22.	Certifikat za IZO staklo	36
Slika 23.	Organizacijski ustroj poduzeća Gorica staklo d.o.o.	37
Slika 24.	Lokacija poduzeća Gorica staklo d.o.o.	38
Slika 25.	Shema funkcioniranja Agenta Block.....	48
Slika 26.	Shema funkcioniranja Agenta Distribution.....	49
Slika 27.	Shema funkcioniranja Agenta E-mail	49
Slika 28.	Shema funkcioniranja Agenta Information	50
Slika 29.	Shema funkcioniranja Agenta Help	51
Slika 30.	Napredak jezičnih i sposobnosti prepoznavanja slika AI sustava [17]	53

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
AI	-	Umjetna inteligencija (eng. Artificial Intelligence)
IoT	-	Internet stvari (eng. Internet of Things)
ML	-	Strojno učenje (eng. Machine Learning)
ERP	-	Enterprise resource planning
UNM	-	Umjetne neuronske mreže
OU	-	Ojačano učenje
VA	-	Virtualni asistenti (eng. Virtual Assistant)
AGI	-	Opća umjetna inteligencija (eng. Artificial general intelligence)
ASI	-	Umjetna superinteligencija (eng. Artificial Superintelligence)
API	-	Aplikacijsko programsko sučelje (eng. Application programming interface)

SAŽETAK

U poslovnom svijetu proizvodnih tvrtki, kreativnost i inovacija postali su ključni čimbenici koji određuju konkurentske prednosti i osiguravaju održivost. S obzirom na brze promjene u tehnologiji i sve veće zahtjeve tržišta, brojne proizvodne tvrtke suočavaju se s izazovom optimizacije svojih procesa kako bi ostale konkurentne u tržišnoj utakmici s tvrtkama EU i globalnog tržišta. U tom kontekstu, umjetna inteligencija (AI) postala je jedna od potencijalnih solucija u transformaciji i unaprjeđenju proizvodnih operacija.

Industrija 4.0 označava prekretnicu u proizvodnji, gdje se tehnologija usmjerava prema integraciji i automatizaciji. Uvođenje AI-a u poslovanje proizvodne tvrtke ključno je za postizanje dosljednosti proizvoda, smanjenje ukupnih troškova i povećanje efikasnosti čitavog poslovanja. Kroz uspješnu suradnju između ljudi i strojeva (robota), visoko povezani strojevi mogu prikupljati, analizirati i obraditi različite podatke kako bi zajedno dodatno optimizirali proizvodne procese unutar tvrtke. Razvojem spomenute suradnje, napravio bi se značajan iskorak prema prihvaćanju Industrije 5.0, koju odlikuje humanocentričnost, otpornost i održivost u kojoj kombinacija ljudske inteligencije i kognitivnog računarstva, što rezultira razvojem proizvodnje s naglaskom na brzini i efikasnosti.

Kroz ovaj diplomski rad istražiti će se uloga umjetne inteligencije u uvođenju Industrije 5.0 u poslovanje tvrtke Gorica staklo d.o.o. Također, pregledom relevantne literature i razmatranjem izazova s kojima se tvrtka suočava pri implementaciji umjetne inteligencije, rad se bavi analizom pristupa i strategija koje omogućuju tvrtkama da postanu tržišni lideri u svojim industrijama putem primjene AI-a.

Projekt implementacije umjetne inteligencije u poslovanje odvija se u četiri faze te će u ovom radu fokus biti stavljen na prve dvije, tj. naglasak će biti stavljen na uvođenje AI-a u proces digitalizacije distribucije informacije unutar tvrtke, kako bi se upravi maksimalno olakšalo vođenje tvrtke.

Također, pružit će se uvid u mogućnosti i potencijal umjetne inteligencije u proizvodnoj industriji te će biti prikazano kako tvrtke mogu uspješno implementirati AI kako bi ostvarile konkurentske prednosti u dinamičnom svijetu poslovanja.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, Industrija 4.0, Industrija 5.0, transformacija i unaprjeđenje proizvodnje, distribucija informacija, proizvodnja, proizvodni proces

SUMMARY

In the business world of manufacturing companies, creativity and innovation have become key factors determining competitive advantages and ensuring sustainability. Given the rapid changes in technology and the increasing market demands, numerous manufacturing companies are facing the challenge of optimizing their processes to remain competitive in the market competition with EU and global companies. In this context, artificial intelligence (AI) has become one of the potential solutions in transforming and enhancing manufacturing operations. Industry 4.0 marks a milestone in manufacturing, where technology is directed towards integration and automation. The introduction of AI into the operations of manufacturing companies is crucial for achieving product consistency, reducing overall costs, and increasing the efficiency of the entire business. Through successful collaboration between humans and machines (robots), highly connected machines can collect, analyze, and process various data to further optimize production processes within the company. By developing this collaboration, a significant step would be taken towards embracing Industry 5.0, characterized human-centricity, resilience and sustainability where by the combination of human intelligence and cognitive computing results in the development of production with an emphasis on speed and efficiency.

This thesis will explore the role of artificial intelligence in introducing Industry 5.0 into the business of Gorica staklo d.o.o. Additionally, through a review of relevant literature and consideration of the challenges the company faces in implementing artificial intelligence, the thesis analyzes approaches and strategies that enable companies to become market leaders in their industries through the application of AI.

The implementation project of artificial intelligence in business unfolds in four phases, and this paper will focus on the first two. Specifically, the emphasis will be on introducing AI into the process of digitizing information distribution within the company, aiming to facilitate the management of the company for the leadership.

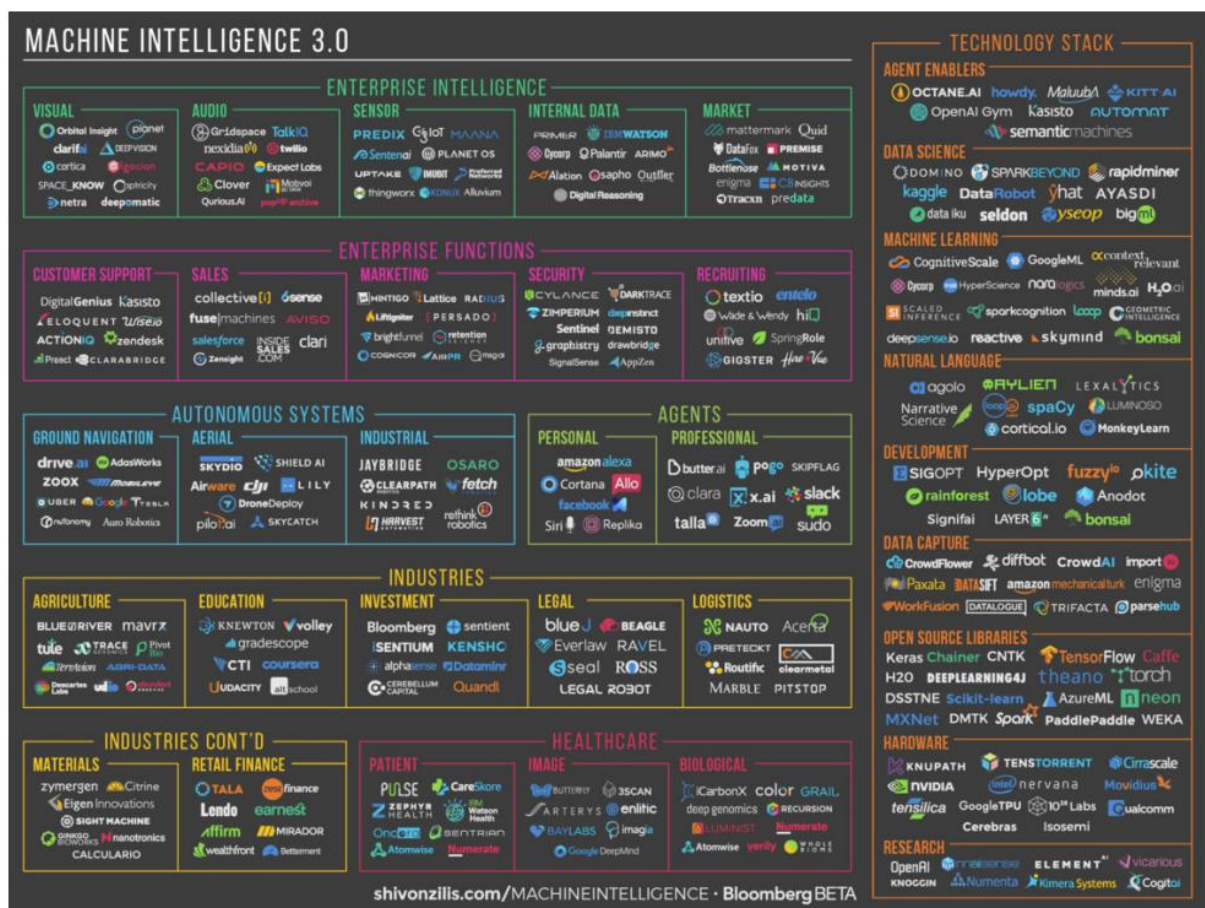
Furthermore, insights into the possibilities and potential of artificial intelligence in the manufacturing industry will be provided, demonstrating how companies can successfully implement AI to gain competitive advantages in the dynamic business world.

Keywords: artificial intelligence, Industry 4.0, Industry 5.0, transformation and improvement of production, information distribution, manufacturing, production process

1. UVOD

1.1. Pozadina i kontekst industrije 4.0

U kontekstu ubrzanog tehnološkog razvoja, proizvodne tvrtke se suočavaju s imperativom integracije umjetne inteligencije (AI) u svoje poslovanje kako bi ostale konkurentne u okviru Industrije 4.0. U posljednje tri godine, AI sustavi su dokazali da mogu zadovoljiti, i nadmašiti, ljudsku izvedbu u prepoznavanju slika, transkripciji govora i izravnom prijevodu, naučili su voziti, identificirati relevantne informacije u tekstu kako bi odgovorili na pitanje, prepoznati lica ljudi (čak i ako su slike mutne) i ljudske emocije, stvarati vlastite sheme i otkrivati zlonamjerne programe, detektirati bolesti na usjevima, pisati recepte za kuhanje, sportske vijesti, scenarije filmova, glazbu i poeziju [1]. Kao primjer rasprostranjenosti strojne inteligencije, na slici 1 prikazan je popis kompanije koje su još 2016. godine u svojem poslovanju koristile strojnu inteligenciju.



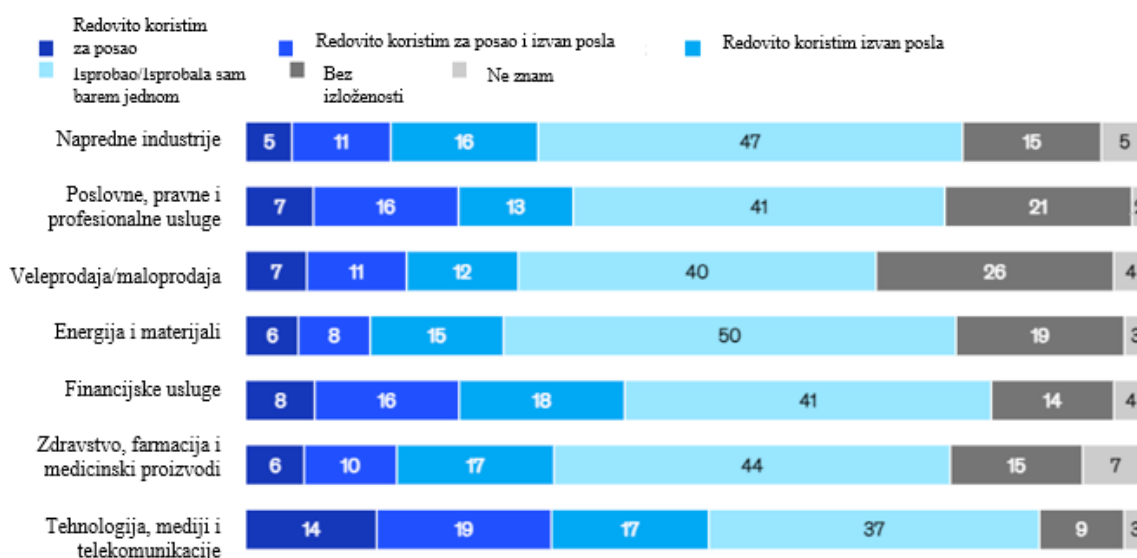
Slika 1. Pregled konkurencije na tržištu za strojnu inteligenciju u 2016. godini [12]

Industrija se sve više usredotočuje na poboljšanje dosljednosti proizvoda i smanjenje ukupnih troškova. To se može postići samo kroz uspješnu suradnju između ljudi i robota. Pomoću sustava umjetne inteligencije, strojevi mogu prikupljati i obraditi različite podatke kako bi dodatno poboljšali proizvodni proces. Industrija može koristiti umjetnu inteligenciju za obradu informacija iz povezanih strojeva i IoT uređaja koji omogućuju tvrtkama praćenje svih aktivnosti i procesa od početka do kraja [2]. Iako je umjetna inteligencija u posljednjih nekoliko godina privukla neviđenu pažnju, kako u javnom tako i u akademskom području, njezino povezivanje s drugim transformacijskim tehnologijama poput računalstva u oblaku, robotike i proširene/virtualne stvarnosti predviđa se da će pogoršati njezin utjecaj na društvo. Prihvatanje i integracija ovih tehnologija u industrijskim i proizvodnim prostorima temeljna su komponenta onoga što se naziva industrija 4.0, ili četvrta industrijska revolucija [3]. Četvrta industrijska revolucija, industrija 4.0, uvela je koncepte interneta, umjetne inteligencije (AI) i strojnog učenja (ML) u proizvodnju. Stoga postoji potreba za razumijevanjem mogućnosti AI i ML te kako ih uspješno implementirati u područjima proizvodnje kako bi se postigli najbolji mogući rezultati [4]. Detaljnim proučavanjem dane korelacije te njezinim unaprjeđenjem do razine kooperacije stroj - umjetna inteligencija - čovjek, napravio bi se značajan iskorak prema Industrij 5.0, koju odlikuje kombinacija ljudske inteligencije i kognitivnog računarstva, što rezultira razvojem proizvodnje s naglaskom na brzinu i efikasnost.

1.2. Razlozi za uvođenje umjetne inteligencije u proizvodno poslovanje

Razumijevanje motiva i benefita uvođenja umjetne inteligencije (AI) u proizvodno poslovanje ključno je za ostvarivanje konkurentске prednosti u okviru Industrije 5.0. Analiza tehnoloških inovacija u proizvodnom sektoru naglašava kako uvođenje AI-a omogućava povećanje efikasnosti i dosljednosti proizvodnih procesa. Pomoću AI sustava, tvrtke mogu optimizirati resurse, smanjiti vrijeme proizvodnje te postići visoku razinu dosljednosti u kvaliteti proizvoda [4]. Također, bitno je naglasiti kako se uvođenjem AI-a omogućava napredna analitika podataka i donošenje informiranih odluka. AI sustavi analiziraju velike količine podataka u stvarnom vremenu, pružajući dublji uvid u proizvodne performanse, potrebe tržišta i trendove industrije [1]. Analizirajući evoluciju AI-a u industriji, naglašavaju se prednosti prilagodljivosti i reaktivnosti koje AI sustavi donose proizvodnim tvrtkama. Sposobnost prilagodbe promjenama u stvarnom vremenu omogućuje brže reagiranje na dinamične uvjete tržišta i proizvodne izazove [5, 6]. Također, detaljno se istražuju konkretni primjeri unaprjeđenja radnih procesa uvođenjem AI-a, uključujući autonomnu vožnju vozila, prepoznavanje lica, generiranje

sadržaja i personalizaciju proizvoda. Ovi elementi direktno doprinose inovacijama i modernizaciji proizvodnih operacija kojima na trenutnom tržištu teže svi lideri u svojim kategorijama [1]. Rezultati istraživanja provedenog od strane tvrtke McKinsey & Company, koje je provedeno sredinom travnja 2023., pokazuju da, unatoč tek nastaloj javnoj dostupnosti AI-a, eksperimentiranje s alatima postaje uobičajena praksa, a ispitanici očekuju da će nove mogućnosti transformirati njihove tvrtke, odnosno čitave industrije, čiji je popis dan grafički na slici 2. AI privlači interes širom poslovne populacije: pojedinci diljem regija, industrija i razina stručnosti koriste AI u poslu i izvan posla. Sedamdeset i devet posto svih ispitanika tvrde kao su , bilo na poslu ili izvan njega, bili u kontaktu s novom tehnologijom, a 22 posto kaže da ga redovito koriste u vlastitom radu. Iako je prijavljena upotreba prilično slična među razinama stručnosti, najviša je među ispitanicima koji rade u tehnološkom sektoru i onima u Sjevernoj Americi [13]. Jasno je vidljivo kako je u većini industrija, kod zaposlenih, korištenje umjetne inteligencije postalo svakodnevica te je najsvjetlijom plavom bojom prikazan postotak onih koji su minimalno jednom koristilo AI-em. Nadalje, tamnija nijansa plave pokazuje ukazuje na količinu zaposlenika koji se svakodnevno služe nekim od alata AI-a, ali van poslovnim okruženja, dok još tamnija nijansa plave prikazuje podatak o onima koji se koriste AI-em i u poslovnom i u privatnom okruženju. Najtamnija nijansa plave daje podatak o količini onih koji na dnevnoj bazi koriste AI u svojem poslovnom okruženju. Tamno siva i siva boja na grafu prikazuju podatke o ljudima koji se ili nisu izjasnili ili nisu nikada koristili AI. Jasno je vidljivo kako se podaci ovisno o industrijama minimalno razlikuju te postotak onih koji nisu koristili, u većini slučajeva. Ne premašuje niti 20ak posto.



Slika 2. Korištenje alata generativne umjetne inteligencije po industrijama [13]

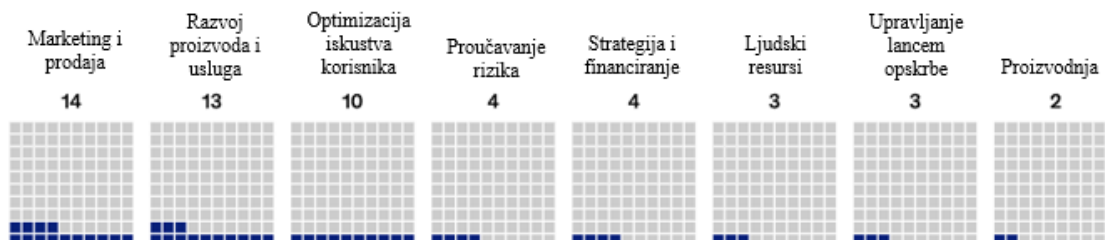
1.3. Utjecaj industrija 4.0 i 5.0 na poslovanje proizvodnih tvrtki

Industrija 4.0 označava uvođenje novih tehnologija i paradigmi koje imaju dubok i transformacijski utjecaj na način rada. Analizira se povećana povezanost između različitih dijelova proizvodnog lanca uz korištenje interneta stvari (IoT), umjetne inteligencije (AI) i strojnog učenja (ML). Povezivanje tih tehnologija omogućava potpunu integraciju proizvodnje, od sirovina do krajnjeg proizvoda [4]. Pojava termina Industrija 5.0 odnosi se na koncept suradnje između ljudi i robota te pametnih strojeva u industrijskom kontekstu. Središnji element ovog pristupa leži u sposobnosti robota da potpomognu ljudski rad kroz optimalno iskorištavanje naprednih tehnologija. U osnovi, Industrija 5.0 nadograđuje stupove automatizacije i efikasnosti koje čini Industrija 4.0, dodajući ljudski element. U proizvodnom sektoru, povijesno gledano, roboti su obavljali zadatke koji su bili opasni, monotoni ili fizički zahtjevni, kao što su zavarivanje i bojanje u automobilskim tvornicama te manipulacija teškim materijalima u skladištima. S obzirom na sve povezanije i inteligentnije strojeve, Industrija 5.0 ima za cilj integrirati kognitivne sposobnosti računalnih sustava s ljudskom inteligencijom u okviru međusobne suradnje. Također, ključno je istražiti kako industrije 4.0 i 5.0 potiču razvoj etičkih okvira i održivih praksi. Tvrtke postavljaju nove standarde u odgovornom korištenju tehnologija, uzimajući u obzir etičke implikacije uvođenja AI-a u proizvodno poslovanje [6]. Proučava se dinamika suradnje između ljudi i AI- a u okviru Industrije 5.0. Također, razmatra se kako sustavi umjetne inteligencije postaju integralni dio radnih timova, usklađujući se s ljudskim sposobnostima i optimizirajući zajednički učinak [7].

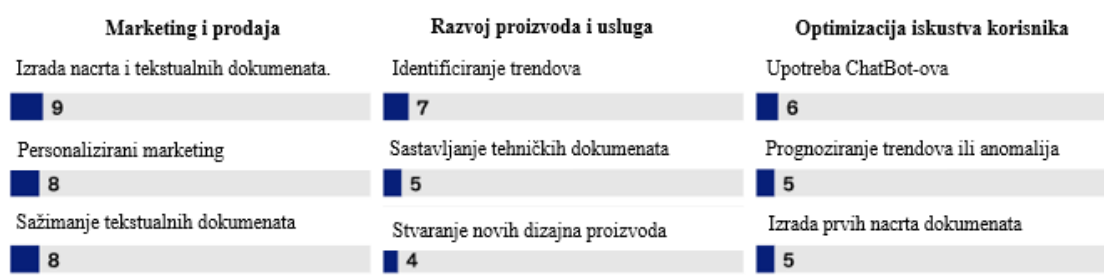
Po već spomenutom istraživanju provedenom od strane tvrtke McKinsey & Company [13], organizacije su sve više uključene u upotrebu AI-a. Jedna trećina svih ispitanika kaže da njihove organizacije već redovito koriste umjetnu inteligenciju u barem jednoj funkciji. Osim toga, 40% posto onih koji su prihvatili AI-a u svojim organizacijama kažu da njihove tvrtke očekuju povećanje ulaganja u AI, a 28% kaže da je upotreba AI-a već na dnevnom redu njihovog upravnog odbora. Najčešće prijavljene poslovne funkcije koje koriste ove nove alate su iste kao i one u kojima je upotreba AI-a općenito najčešća i što je grafički prikazano na slici 3, a to su: marketing i prodaja, razvoj proizvoda i usluga i slično. Također, ključno je naglasiti i ekonomski aspekt uvođenja AI-a u poslovanje koji je prikazan na slici 4, u kojem tvrtke oduvijek teže ostvarivanju maksimalnih prihoda i minimiziranju rashoda. Istraživanja provedena 2022. godine [13] jasno ukazuju na značajan pad troškova, koji se, naravno, razlikuje ovisno o vrsti posla gdje u nekim grana industrije taj broj iznosi i do 20%. Potrebno je

spomenuti i rast prihoda, koji također varira ovisno o vrsti, no u nekim granama industrije on iznosi i do 10%.

Količina ispitanika koji izvještavaju da njihova organizacija redovito koristi generativnu umjetnu inteligenciju u određenoj funkciji, %

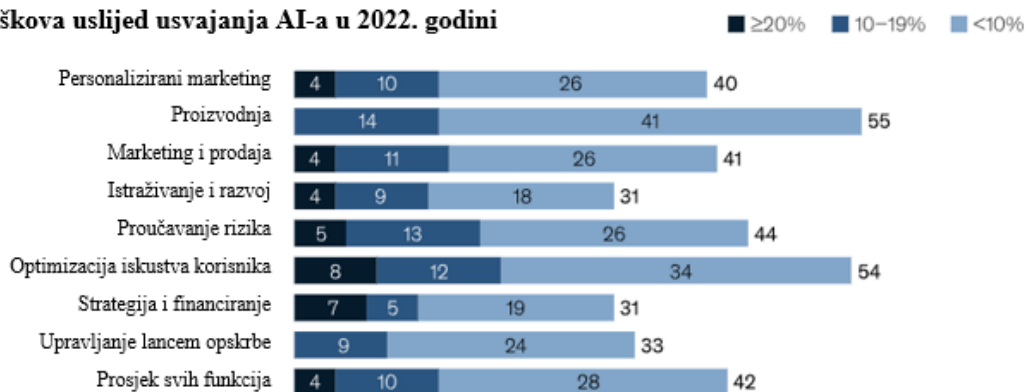


Najčešće prijavljene primjene generativne umjetne inteligencije unutar funkcije, % ispitanika

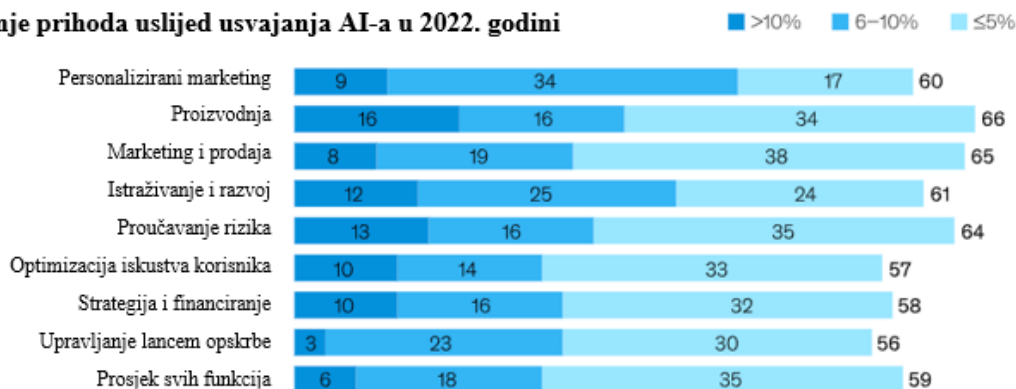


Slika 3. Najčešće upotrebe umjetne inteligencije [13]

Pad troškova uslijed usvajanja AI-a u 2022. godini



Povećanje prihoda uslijed usvajanja AI-a u 2022. godini



Slika 4. Ekonomski aspekt uvođenja AI-a u poslovanje [13]

1.4. Predviđanja za razvoj umjetne inteligencije u proizvodnji

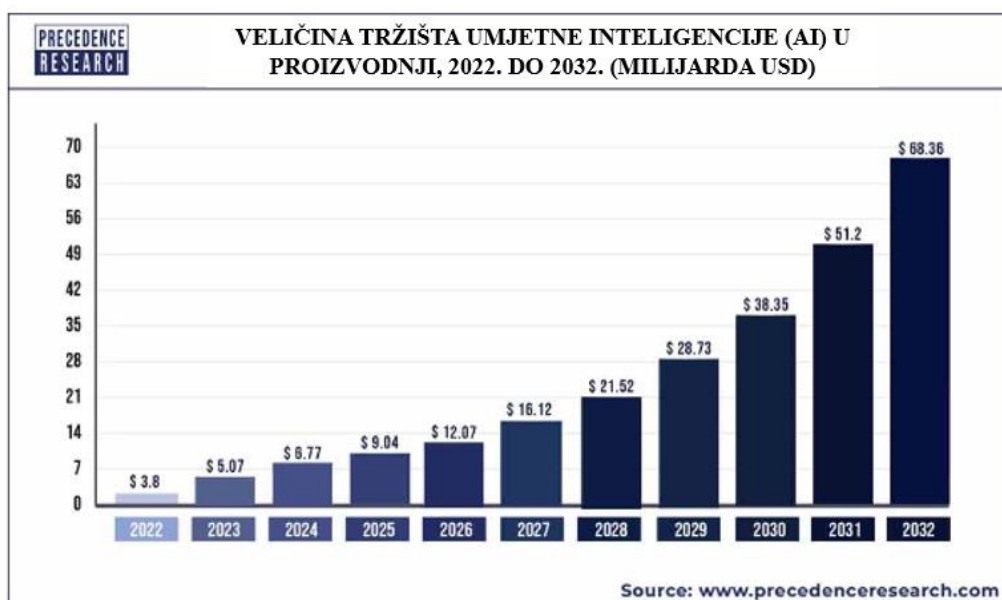
Iako je i vrhunskim stručnjacima u ovom području vrlo teško pretpostavljati kako će se dalje razvijati budući trend sveprisutne integracije umjetne inteligencije u proizvodne procese, očekuje se da će AI postati neizostavan dio svakog aspekta proizvodnje, od optimizacije logistike do prilagodljive proizvodnje prema potrebama tržišta [3]. Istražuje se kako će se povećati autonomija i samostalnost sustava potpomognutih umjetnom inteligencijom. Proizvodni sustavi će imati sposobnost samostalnog donošenja odluka, optimizacije procesa te prepoznavanja i rješavanja problema bez potrebe za stalnim ljudskim nadzorom [5]. Također, sve detaljnije se analizira buduća dinamika suradnje između ljudi i umjetne inteligencije u proizvodnji. Naglašava se potreba za harmoničnim suživotom ljudi i AI sustava te kako će se razvijati alati i sučelja koja olakšavaju tu suradnju [7].

Izraz "Tržište umjetne inteligencije (AI) u proizvodnji" odnosi se na primjenu AI tehnologija i tehnika u proizvodnoj industriji. AI revolucionira proizvodni sektor omogućavajući strojevima i sustavima obavljanje zadataka koji su tradicionalno zahtijevali ljudsku inteligenciju. Umjetna inteligencija (AI) u proizvodnji koristi metode rješenja poput dubokog učenja i strojnog učenja kako bi optimizirala proizvodne procese pružajući poboljšane sposobnosti analize i kontrole krajnjim korisnicima. Tržište umjetne inteligencije (AI) u proizvodnji pruža višestruke prilike industriji za transformaciju, inovacije i redizajn postojećih modela proizvodnje. Integracija AI-a u proizvodne procese nudi upravljanje rizicima, virtualnu pomoć i analizu u stvarnom vremenu. Glavni rezultati kao i predviđanja razvoja globalnog tržišta umjetne inteligencije prikazani su na slici 5.

Rezultati i predviđanja globalnog tržišta umjetne inteligencije	
Veličina tržišta u 2023. godini:	5,07 milijardi američkih dolara
Veličina tržišta do 2032. godine:	68,36 milijardi američkih dolara
Stopa rasta od 2023. do 2032.:	33,5%
Najveće tržište:	Sjeverna Amerika
Najbrže rastuće tržište:	Azija i Pacifik
Početna godina:	2022.
Obuhvaćeni segmenti tržišta:	Ponude, tehnologija, primjena
Područja obuhvaćena:	Sjeverna Amerika, Europa, Azija i Pacifik, Latinska Amerika te Bliski istok i Afrika"

Slika 5. Rezultati i predviđanja globalnog tržišta umjetne inteligencije [18]

Prema nedavnom istraživanju PwC-a [18], 54% tvrtki u Indiji pokazuje uzlazni trend prema usvajanju umjetne inteligencije i analitike. Deloitte je izjavio u svom izvješću o istraživanju usvajanja AI u proizvodnji da 93% tvrtki smatra kako će umjetna inteligencija biti ključna tehnologija za inovacije. Izvješće IBM Global AI Adoption Index iz 2022. godine navodi da 1 od 4 tvrtke usvaja rješenja umjetne inteligencije zbog nedostatka radne snage i vještina. Prema izvješću objavljenom od strane Rockwella u 2023. godini, 59% tvrtki u Indiji trenutno planira prelazak na pametnu proizvodnju, dok proizvođači u Indiji ulažu 35% svojih operativnih proračuna u tehnološka unapređenja. Plan rasta globalnog tržišta u periodu od 2022. godine do 2032. godine prikazan je grafičkim prikazom na slici 6.



Slika 6. Veličina globalnog tržišta umjetne inteligencije (AI) u proizvodnji [18]

2. TEHNIČKI ASPEKT FUNKCIONIRANJA SUSTAVA UMJETNE INTELIGENCIJE (AI)

Razumijevanje tehničkih aspekata funkcioniranja sustava umjetne inteligencije (AI) ključno je za inženjersku perspektivu koja prati implementaciju i operativnost ovih složenih sustava. Ovo poglavlje posvećeno je detaljnoj analizi razvoja, kao i tehničkih elemenata koji čine temelj AI sustava, s posebnim naglaskom na inženjerske principe i algoritme koje omogućuju njihovo efikasno djelovanje. Bit će dan pregled ključnih tehničkih komponenti i njihov razvoj koji se odvijao simultano s razvojem AI-a, poput neuronskih mreža, algoritama dubokog učenja te obrade prirodnog jezika, pružajući dublji uvid u strukturu i mehanizme koji stoje iza AI sustava. Analiza hardverskih i softverskih zahtjeva, uz istraživanje metoda optimizacije i skalabilnosti, dodatno će osvijetliti inženjerske izazove i rješenja povezana s implementacijom AI sustava. Također, bit će istražene moguće buduće mogućnosti implementacije AI-a kroz pojam umjetne super inteligencije.

2.1. Simbolička umjetna inteligencija

Simbolička umjetna inteligencija predstavlja početak razvoja umjetne inteligencije koja se temelji na korištenju simbola i pravila kako bi računala interpretirala i manipulirala informacijama. Ova metoda obično uključuje konstrukciju sustava temeljenih na pravilima koji koriste eksplicitno definirane simbole i logiku kako bi donosili odluke ili rješavali probleme. Simbolička umjetna inteligencija pokazala je značajan napredak u ranim fazama razvoja umjetne inteligencije, posebno u kontekstu programiranja baziranog na pravilima, gdje je logika programa lako vizualizirana, komunicirana i otklanjana. Međutim, problemi s izazovima stvarnog svijeta postaju očiti kada se primjenjuje na zadatke koji uključuju neuredne ili teško definirane podatke. Iako su postojali pokušaji stvaranja kompleksnih simboličkih sustava, poznatih kao ekspertni sustavi, koji integriraju opsežno unaprijed definirano znanje i pravila za rješavanje specifičnih zadataka, ovi sustavi zahtijevaju značajnu ekspertizu i napor u programiranju. [9]. Dakle, iako pruža učinkovite alate za situacije gdje su pravila jasno definirana, njena ograničenja postaju izazovna kada se suočava s kompleksnim i promjenjivim stvarnim svijetom, gdje se nepravilnosti i nejasnoće često pojavljuju. Ova ograničenja potiču razvoj drugih pristupa umjetnoj inteligenciji, koje se temelje na sposobnosti sustava da nauče iz iskustva i automatski ekstrahiraju značajke iz podataka, bez potrebe za eksplicitnim definiranjem pravila. U nastavku će detaljnije biti opisana dva popularna pristupa unutar simboličke AI: ekspertni sustavi i fuzzy logika.

2.1.1. Ekspertni sustavi

U ekspertnim sustavima, stručnjak u određenoj domeni stvara precizna pravila koja računalo slijedi korak po korak kako bi inteligentno odgovorilo na određenu situaciju. Ta pravila, poznata kao algoritmi, često se izražavaju u obliku koda u formatu 'ako-onda-inače'. Primjerice, za stvaranje simboličkog AI liječnika, stručnjak bi mogao početi pisanjem sljedećeg pseudokoda prikazanog slikom 7:

Ako pacijent ima temperaturu	
Prepiši lijek X	
Ako pacijent kašlje	
Prepiši lijek Y	
Inače	
Pošalji pacijenta doma	

*Ovo je primjer pseudokoda. Nije spreman za čitanje od strane računala, ali ilustrira kako algoritam može funkcionirati.

Slika 7. Primjer pseudokoda [20]

Simbolička AI održava čovjekovu ulogu jer je proces donošenja odluka usko povezan s načinom na koji ljudski stručnjaci donose odluke. Sva inteligencija u sustavu izravno proizlazi iz stručnosti koja je zabilježena u strojno čitljivom formatu s kojim računalo može raditi. Nadalje, ljudi lako razumiju kako ovi sustavi donose specifične odluke, identificiraju pogreške te pronalaze prilike za poboljšanje programa i ažuriraju kod kao odgovor. Razvoj korisnog i pouzdanog sustava, prilagođenog složenim i dinamičnim problemima stvarnog svijeta, kao što je posao liječnika, zahtijevao bi toliko pravila i iznimki da bi sustav vrlo brzo postao vrlo velik i kompliciran. Neki od najpoznatijih primjera implementacije ekspertnih sustava u AI su [23]:

- MYCIN: Mogao je prepoznati različite bakterije koje bi mogle uzrokovati akutne infekcije i temeljio se na obrnutom zaključivanju. Osim toga, mogao je predložiti lijekove temeljem težine pacijenta. Jedan je od najboljih primjera ekspertnog sustava.
- DENDRAL: Alat za predviđanje molekularne strukture u kemijskoj analizi.
- CaDet: Jedan od najboljih primjera ekspertnog sustava koji može otkriti rak u njegovim najranijim stadijima.
- PXDES: Vrsta i stadij raka pluća identificiraju se korištenjem ekspertnog sustava PXDES. Slika gornjeg dijela tijela, koja podsjeća na sjenu, koristi se za identifikaciju stanja. Ta sjena određuje vrstu i ozbiljnost.

2.1.2. Fuzzy logika

James Bezdek, glavni urednik IEEE Transactions on Fuzzy Systems, definira fuzzy logiku kao dio "računske inteligencije" [21] zajedno s područjima istraživanja poput neuronskih mreža, evolucijskog računanja i genetskih algoritama. Iako granica između računske inteligencije i umjetne inteligencije nije precizna, moguće je identificirati razlike između ova dva područja. Unatoč značajnoj znanstvenoj napetosti između fuzzy logike i umjetne inteligencije, obje se grane trude na neki način imitirati život u sposobnosti rješavanja problema. Iako postoji mnogo kritika i skepticizma s obje strane, važno je prepoznati da i fuzzy logika i umjetna inteligencija imaju značajan potencijal za praktičnu primjenu, posebice u upravljanju nesigurnošću koja proizlazi iz različitih izvora. Fuzzy logika predstavlja alternativni pristup ekspertnim sustavima koji omogućuje varijablama da imaju 'vrijednost istinitosti' bilo gdje između 0 i 1, hvatajući stupanj u kojem odgovara određenoj kategoriji. U svakom slučaju, fuzzy sustav neprestano procjenjuje desetke varijabli, slijedi pravila koja su dizajnirali ljudski stručnjaci za prilagodbu vrijednosti istinitosti i koristi ih za automatsko donošenje odluka. Fuzzy logika koristi se u različitim područjima poput sustava u automobilskoj industriji, kućanskih uređaja, upravljanja okolišem, itd., a neki od uobičajenih primjena uključuju [24]:

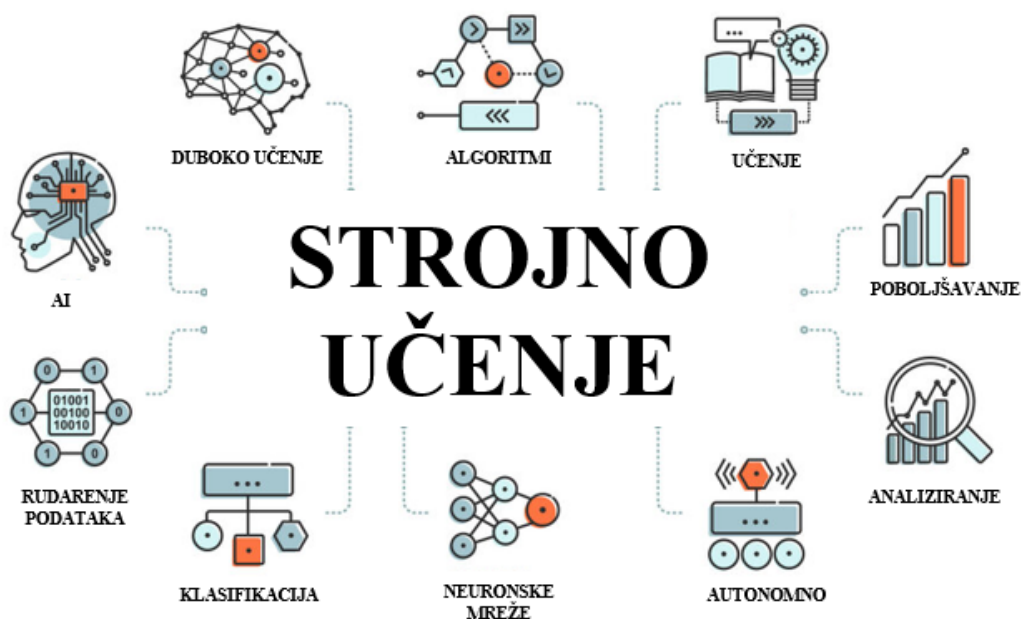
- Zrakoplovstvo: za nadzor nadmorske visine svemirskih letjelica i satelita
- Kontrola brzine i prometa u sustavima automobila
- Podrška sustavima donošenja odluka i osobnoj evaluaciji u poslovanju velikih tvrtki
- Obrada prirodnog jezika

Fuzzy logika imitira način na koji bi osoba donosila odluke, samo puno brže. Stoga je moguće koristiti je zajedno s neuronskim mrežama.

Sustavi simboličke umjetne inteligencije zahtijevaju od stručnjaka da prenesu svoje znanje na način koji računalo može razumjeti. Iako mogu automatizirano obavljati zadatke, to mogu činiti isključivo na načine propisane uputama i mogu se unapređivati samo putem izravne intervencije ljudi. Ovo čini simboličku umjetnu inteligenciju manje djelotvornom za rješavanje složenih problema gdje se ne mijenjaju samo varijable u stvarnom vremenu, već i pravila. Unatoč tim ograničenjima, simbolička umjetna inteligencija daleko je od zastarjele. Posebno je korisna u podršci ljudima koji rade na repetitivnim problemima u jasno definiranim područjima, uključujući kontrolu strojeva i sustave potpore odlučivanju.

2.2. Strojno učenje i podaci vođeni umjetnom inteligencijom

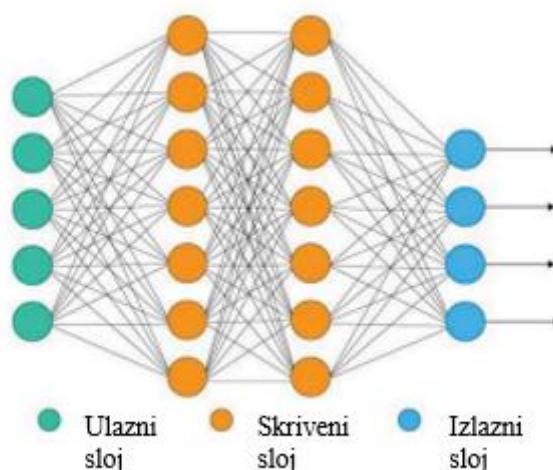
Umjetna inteligencija, kombinirana s tehnikama strojnog učenja (ML) dobro poznatim iz računalnih znanosti, široko utječe na mnoge aspekte različitih područja, uključujući znanost i tehnologiju, industriju, pa čak i svakodnevni život. Tehnike strojnog učenja razvijene su za analizu podataka visokog protoka s ciljem dobivanja korisnih uvida, kategorizacije, predviđanja te donošenja odluka na temelju dokaza na novi način, što potiče rast novih aplikacija i održiv rast AI-a. Strojno učenje obuhvaća raznolik skup tehnika koje automatiziraju proces učenja algoritama koje su grafički prikazane na slici 8. Iako koncepti iza ovih pristupa sežu u prošlost do simboličke umjetne inteligencije, njihova opsežna primjena dogodila se tek nakon početka novog stoljeća. Postoji širok spektar algoritama strojnog učenja, koji se nazivaju modelima. Odabir određenog modela za određeni problem određen je karakteristikama podataka kao i vrstom željenog rezultata. Treba paziti da se pristup prilagodi karakteristikama podataka, bilo da se radi o zbirci slika, vremenskom nizu signala ili općim opisnim podacima. U strojnom učenju, algoritam se obično poboljšava putem samostalnog treniranja na raspoloživim podacima. Iz tog razloga često se ističe koncept podacima vođene umjetne inteligencije. Iako metode samostalno nisu inovativne, ključni pokretač nedavnog napretka u području strojnog učenja leži u značajnom porastu dostupnih podataka. Različiti pristupi strojnom učenju prilagođeni su različitim zadacima i kontekstima, što rezultira različitim implikacijama. U nastavku će detaljnije biti opisane ključne tehnike strojnog učenja kao i uloga inženjera u oblikovanju i prilagodbi sustava strojnog učenja.



Slika 8. Skup tehnika koje obuhvaća strojno učenje [34]

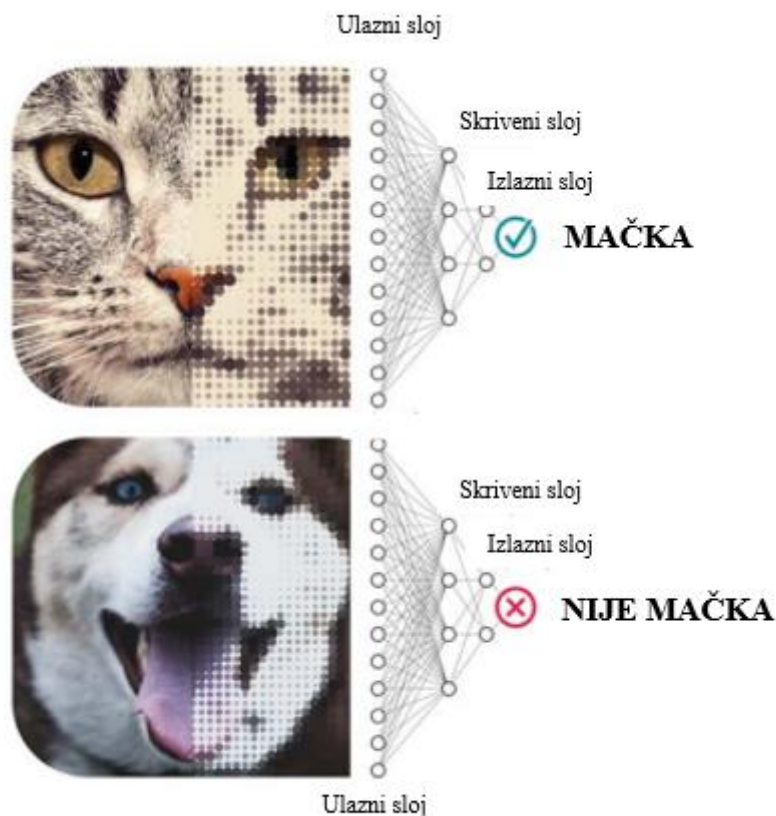
2.2.1. Umjetne neuronske mreže (UNM)

Umjetne neuronske mreže (UNM) crpe inspiraciju iz funkcioniranja elektrokemijskih neuronskih mreža prisutnih u ljudskim (i ostalim životinjskim) mozgovima. Umjetna neuronska mreža je računalna metoda koja gradi nekoliko procesorskih jedinica temeljenih na međusobno povezanim vezama. Mreža, prikazana slikom 9, sastoji se od proizvoljnog broja stanica, čvorova ili neurona koji povezuju ulazni skup s izlazom. To je dio računalnog sustava koji imitira kako ljudski mozak analizira i obrađuje podatke. Proces učenja odnosi se na transformaciju mreže kako bi ti izlazi bili korisni, odnosno, inteligentni odgovori na ulaze. UNM-ovi procesuiraju podatke koji su poslani u "ulazni sloj" te generiraju odgovor na "izlaznom sloju". Između njih nalaze se jedan ili više "skrivenih slojeva" koji manipuliraju signalima dok prolaze kroz njih.



Slika 9. Struktura UNM-a [25]

Osnovna struktura UNM-a, primjerom, prikazana je na slici 10. Iako primjer prikazuje samo jedan skriveni sloj, UNM-ovi obično sadrže nekoliko uzastopnih skrivenih slojeva kao što je vidljivo na slici 9. Signal generiran na izlaznom sloju predstavlja konačni izlaz. Samo-upravljajuća vozila, prepoznavanje znakova, kompresija slika, predviđanje burzovnih kretanja, sustavi analize rizika, upravljanje dronovima, analiza kvalitete zavarivanja, analiza kvalitete računala, testiranje hitnih slučajeva, istraživanje nafte i plina te različite druge primjene koriste umjetne neuronske mreže. Predviđanje ponašanja potrošača, stvaranje i razumijevanje sofisticiranijih segmentacija kupaca, automatizacija marketinga, stvaranje sadržaja i prognoza prodaje neki su od primjena sustava umjetnih neuronskih mreža u marketingu.



Slika 10. Osnovna struktura UNM-a [20]

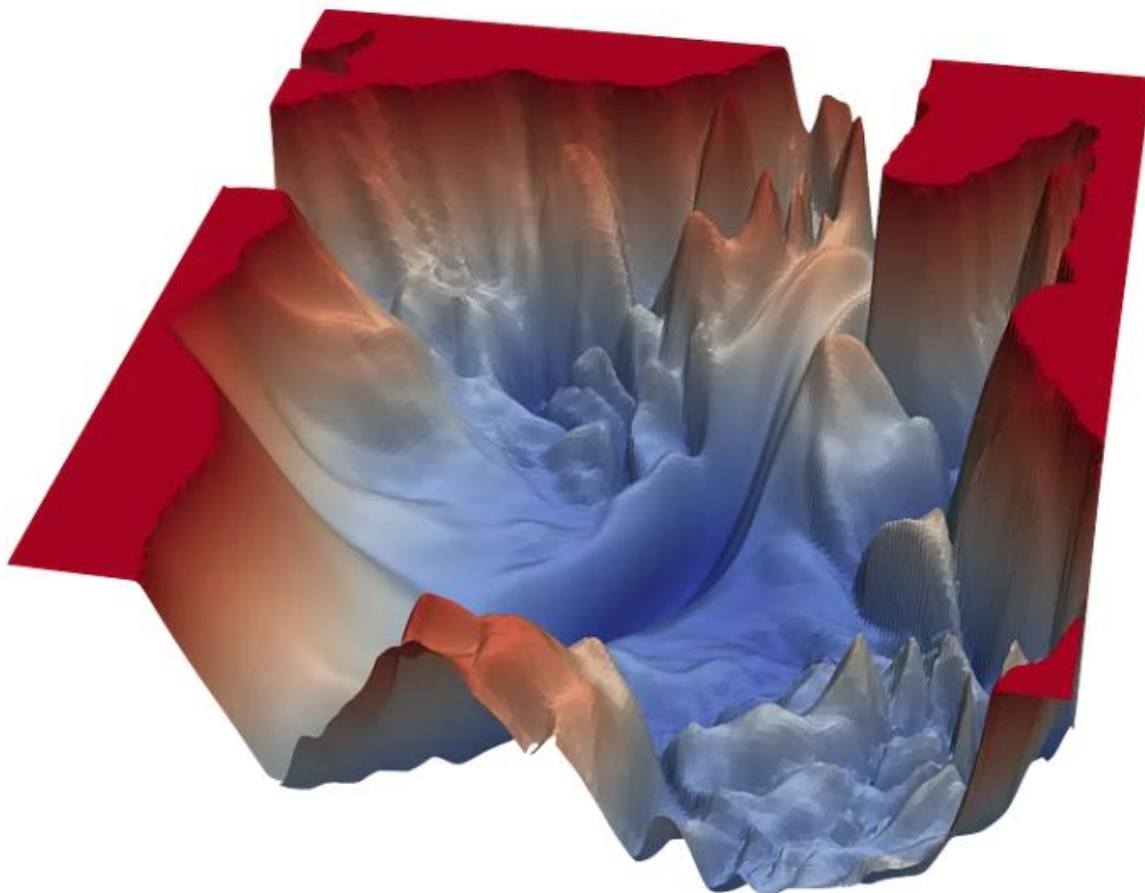
Za jednostavne zadatke, UNM-ovi mogu uspješno raditi s tek desetak neurona u jednom skrivenom sloju. Dodavanje više neurona i slojeva omogućuje UNM-ovima suočavanje s kompleksnijim problemima.

Pojam dubokog učenja odnosi se na UNM-ove s najmanje dva skrivena sloja, pri čemu svaki sadrži mnogo neurona. Više slojeva omogućuje razvoj apstraktnijih shvaćanja problema, razbijanje problema na manje podprobleme i pružanje efikasnijih odgovora. Iako su u teoriji tri skrivena sloja možda dovoljna za rješavanje bilo kojeg problema, u praksi UNM-ovi obično sadrže mnogo više. Na primjer [20], Google-ovi klasifikatori slika koriste do 30 skrivenih slojeva. Prvi slojevi traže linije koje mogu identificirati kao rubove ili kutove, srednji slojevi pokušavaju identificirati oblike u tim linijama, a konačni slojevi sastavljaju te oblike kako bi interpretirali sliku.

2.2.2. *Gradijentni spust i krajolik pogreške*

Kada je prava struktura UNM-a na mjestu, treba ga trenirati. Iako je u teoriji moguće to učiniti ručno, to bi zahtijevalo ljudsku stručnost koja bi pažljivo prilagodila neurone prema vlastitom stručnom znanju o prepoznavanju mačaka. Umjesto toga, primjenjuje se algoritam strojnog učenja kako bi se automatizirao proces. Kada uspoređujemo stvarni izlaz umjetne neuronske mreže (UNM) s željenim izlazom iz označenih podataka, razlika između njih definira se kao pogreška. Algoritmi strojnog učenja teže postupno poboljšati performanse UNM-a minimiziranjem navedene pogreške. Ovo postižu prilagodbom UNM-a i provjerom smanjenja pogreške prije ponovne prilagodbe.

Unatrag razmnožavanje bavi se prilagodbom neurona u UNM-u. Proces započinje rutinom, gdje se ulazni signal šalje u UNM, prolazi kroz skrivene slojeve do izlaznog sloja te generira izlazni signal. Pogreška se zatim izračunava usporedbom izlaza s onim što bi trebao biti prema označenim podacima. Neuroni se zatim prilagođavaju kako bi se smanjila pogreška, što rezultira preciznijim izlazom UNM-a. Proces korekcije započinje s izlaznim slojem, koji ima snažniji utjecaj na rezultate, a zatim se prilagodbe vrše unatrag kroz skrivene slojeve. Naziv "unatrag razmnožavanje" odražava činjenicu da se korekcija pogreške širi unatrag kroz UNM. Inženjer umjetne inteligencije mora pronaći selektivniji pristup putem inteligentnijeg pretraživanja za najmanjom pogreškom. U tu svrhu koristi se gradijentni spust. Dijagram svakog mogućeg UNM-a, čija svaka točka predstavlja jedan UNM, a visina predstavlja njegovu pogrešku. To stvara "krajolik pogreške", kako je ilustrirano na slici 11. Gradijentni spust predstavlja metodologiju traženja najniže točke na ovom krajoliku, tj. UNM-a s najmanjom pogreškom.



Slika 11. Krajolik pogreške [32]

Gradijentni spust je iterativni optimizacijski algoritam prvog reda, korišten za pronalaženje lokalnog minimuma/maksimuma dane funkcije. Ovaj se postupak često koristi kako bi se minimizirala funkcija troška/gubitka (npr. u linearnoj regresiji). Zbog svoje važnosti i jednostavnosti implementacije, ovaj se algoritam ključno je razumjeti za daljnje uspješno shvaćanje funkcioniranja sustava. Međutim, njegova upotreba nije ograničena, već se široko koristi i u područjima poput [26]:

- upravljanje inženjeringom (robotika, kemijsko inženjerstvo, itd.)
- računalne igre
- strojarstvo

Ovaj je postupak predložen dugi niz godina prije doba modernih računala od strane Augustin-Louis Cauchy 1847. [27]. Od tada je došlo do značajnog razvoja u računarstvu i numeričkim metodama što je rezultiralo brojnim poboljšanim verzijama gradijentnog spusta. UNM može

biti generiran na nasumičnoj točki na krajoliku pogreške. Njegova pogreška izračunava se, kao i pogreška nekoliko različitih vrsta prilagodbi koje odgovaraju obližnjim pozicijama na krajoliku pogreške. Prilagodba koja nudi najbolje poboljšanje pretpostavlja se kao najbolji smjer, pa se promjene implementiraju, a zatim se postupak ponavlja s novim setom testova. UNM postupno poboljšava svoje performanse sve dok ne dođe do najboljeg mogućeg rješenja koje može pronaći. Iako algoritam može pronaći najbolje moguće rješenje, "globalni optimum", pristup nije savršen, tj. algoritam se može zadovoljiti "lokalnim optimumom" koji nije najbolje dostupno rješenje, ali manje promjene mogle bi situaciju učiniti gorom prije nego što bi se moglo poboljšati. Zbog toga se, u praksi, cijeli postupak ponavlja mnogo puta, počevši od različitih točaka i koristeći različite podatke za učenje [20].

2.2.3. Evolucijske metode

Evolucijske metode predstavljaju skup pristupa koji se razlikuju od tradicionalnih matematičkih metoda poput gradijentnog spusta i unatrag razmnožavanja. Inspirirane su evolucijskim principima, poput preživljavanja najprilagođenijih, reprodukcije i mutacija. Unatoč raznolikosti pristupa, osnovni principi ostaju nepromijenjeni. U ovom kontekstu, prije pokaznog primjera dan je osnovni pristup evolucijskoj metodi. Naime, prvi korak je stvaranje populacije umjetnih neuronskih mreža (UNM). Ove mreže međusobno konkuriraju, podvrgavajući se umjetnom odabiru sličnom prirodnoj selekciji u području umjetne inteligencije. Loše izvedeni modeli se eliminiraju, dok oni koji pokazuju visoku prilagodljivost preživljavaju i prenose svoje karakteristike u sljedeću generaciju. Za obnovu populacije, novi UNM-ovi generiraju se putem procesa reprodukcije. Ovaj proces uključuje kombinaciju različitih aspekata jednog, dva ili više roditeljskih UNM-ova, uz dodatak slučajnih mutacija. Ovaj evolucijski pristup omogućuje adaptaciju i optimizaciju umjetnih neuronskih mreža, čime se stvara robusna generacija modela spremnih za rješavanje složenih zadataka. Dakako, jasno je zaključiti da AI vođena sama sobom trenutno nije na dovoljno visokoj razini da bi uspjela dugoročno zadovoljiti.

Primijenimo evolucijski pristup na primjeru obuke UNM-ova za igranje šaha [20]. Početno stvaramo populaciju od 100 nasumičnih UNM "igrača" i potičemo ih na međusobne partije. Tijekom igre, UNM-ovi primaju ulazne podatke koji opisuju položaj figura te generiraju izlazne podatke tumačene kao potezi. Prva generacija ovih neobučanih "igrača" vjerojatno neće biti vrlo vješta u igri, ali neki će se ipak pokazati "manje lošima" i pobijediti neke partije. Nakon toga, UNM-ovi se rangiraju prema principu preživljavanja najprilagođenijih, pri čemu najlošiji igrači bivaju eliminirani, a bolji preživljavaju. Genetski materijal tih boljih igrača, izražen u slojevima UNM-ova, kombinira se i mutira kako bi se stvorila nova generacija UNM-ova,

sprema za slijedeće partije. Ovi novi UNM-ovi mogu reagirati na signale na različite načine, neki možda igraju bolje od svojih "roditelja", a drugi lošije. Budući da samo bolji igrači preživljavaju i oblikuju karakteristike budućih UNM-ova, okolina potiče na postupno ukupno poboljšanje tijekom prolazaka generacija. Ovaj pristup može čak rezultirati prvacima koji pobjeđuju većinu ljudi. Ono što čini evolucijske metode zanimljivima jest činjenica da postižu rezultate bez bilo kakvog ljudskog stručnog znanja o problemu, bez označenih podataka iz prethodnih igara, pa čak i bez pristupa pravilima igre. Međutim, oni koji obično dobro igraju, obično preživljavaju. To znači da UNM-ovi mogu razviti zanimljive načine odlučivanja o igri, uključujući strategije koje ljudi nikada nisu razmotrili i koje bi im mogle predstavljati izazov u razumijevanju. Ova teza vrlo je dobro ilustrirana u filmu *AlphaGo*, Moxie Pictures, iz 2017. godine. Ako inženjer zatraži objašnjenje zašto je određeni UNM odigrao određeni potez, mogli bi pokazati kako je njegov odgovor matematički određen njegovom strukturom, ali ne mogu uvijek objasniti zašto ta struktura generira dobre poteze. Ovo postavlja problem transparentnosti algoritama.

2.2.4. Inženjer umjetne inteligencije

Iako bi bilo odlično smatrati da strojno učenje obavlja sve teške radnje, treba napomenuti da strojni algoritam učenja može pratiti samo precizne upute svojeg kreatora. Ovaj segment ističe specifičnost posla inženjera umjetne inteligencije. Inženjeri umjetne inteligencije su pojedinci koji koriste tehnike umjetne inteligencije i strojnog učenja kako bi razvili aplikacije i sustave koji mogu pomoći organizacijama povećati učinkovitost, smanjiti troškove, povećati dobit i donositi bolje poslovne odluke. Inženjering umjetne inteligencije usredotočen je na razvoj alata, sustava i procesa koji omogućuju primjenu umjetne inteligencije u stvarnom svijetu. Svaka aplikacija u kojoj strojevi imitiraju ljudske funkcije, poput rješavanja problema i učenja, može se smatrati umjetnom inteligencijom. Algoritmi se "obučavaju" podacima, što im pomaže u učenju i poboljšavanju performansi. Inženjeri umjetne inteligencije igraju važnu ulogu u organizacijama koje koriste AI. Oni oblikuju strategiju AI i definiraju probleme koji će se rješavati pomoću AI. Odgovorni su za izgradnju infrastrukture za razvoj i proizvodnju AI-a te njihovu implementaciju. Kada se koriste "divlji podaci", nužno je osigurati da je to pravno i etički prihvatljivo. Čak i nenamjerno pohranjivanje i obrada određenog sadržaja, može biti ilegalno. Drugi podaci mogu podlijegati autorskim pravima ili zahtijevati informirani pristanak vlasnika prije korištenja u istraživačke ili druge svrhe. Ako podaci ispune ove kriterije, inženjer mora procijeniti jesu li dovoljno reprezentativni za rješavanje konkretnog problema. Konačno, inženjer mora odabrati koliko podataka koristiti za obuku i koliko ih sačuvati za testiranje. Ako

je skup podataka za obuku premalen, umjetna neuronska mreža može ga zapamtiti bez stvaranja općih pravila, pa će i rezultati prilikom testiranja s novim podacima biti loši. Ako je skup podataka za testiranje mali, manje je prostora za procjenu kvalitete algoritma. Iako je vrlo teško definirati zadatke i odgovornosti inženjera umjetne inteligencije u nastavku se nalazi općeniti popis [33]:

- Stvaranje i upravljanje infrastrukturom za razvoj i proizvodnju AI-a
- Provoditi statističke analize i tumačiti rezultate kako bi vodili i optimizirali procese donošenja odluka u organizaciji
- Automatizirati AI infrastrukture
- Izrađivati AI modele od nule te pomoć menadžerima i drugim sudionicima u analizi i implementaciji
- Pretvarati modele strojnog učenja u API-je koji se mogu integrirati s drugim aplikacijama
- Suradnja s drugim timovima kako bi pomogli u usvajanju AI-a i primjeni najboljih praksi

Posao inženjera umjetne inteligencije zahtijevaj više od tehničkih vještina. Potrebno je biti pedantan i usmjeren na detalje jer male neusklađenosti u podacima mogu uzrokovati značajne nesuglasnosti u modelima strojnog učenja. Također, moraju imati izvrsne komunikacijske vještine jer mnogi ljudi s kojima surađuju neće razumjeti mnogo toga što rade. Morat će objasniti rezultate svojih zadataka na način koji svatko može razumjeti. Ključno je i razmišljanje o cjelini kako bi mogli razumjeti poslovne potrebe i izgraditi AI sustave koji koriste tvrtke. Mnoge od ovih odluka zahtijevaju od inženjera umjetne inteligencije da balansiraju ograničenja konkretnog problema, njegovog konteksta i dostupnih podataka i resursa. Nema objektivno ispravnih formula, pa su ove odluke dio procesa umjetne inteligencije. Inženjeri se oslanjaju na iskustvo, intuiciju, eksperimentiranje i zajedničku mudrost kako bi donijeli učinkovite odluke. Ipak, inženjer mora donositi teške odluke i davati precizne upute o tome kada i koliko strojno učenje može prilagoditi svaku varijablu. Ti trendovi odvođe inženjere umjetne inteligencije još dalje od stručnosti koja je ugrađena u njihove algoritme. Ipak, inženjer zadržava nezamjenjivu ulogu u dizajniranju i optimizaciji okoline u kojoj strojevi uče.

2.2.5 Primjeri primjene umjetne inteligencije u inženjerstvu

Primjena umjetne inteligencije (AI) u inženjeringu ima značajan utjecaj na različite industrije i sektore. Umjetna inteligencija svojom primjenom u raznim fazama dizajna značajno doprinosi područjima obnovljive energije, elektroinženjeringa, inženjeringa komunikacija i ostalim [28].

U području obnovljive energije, AI se koristi za povećanje učinkovitosti i pouzdanosti sustava kao što su solarni sustavi, vjetroelektrane i hidroelektrane. Kontrolni sustavi bazirani na AI optimiziraju rad ovih sustava, povećavajući proizvodnju energije i smanjujući operativne troškove. Dodatno, primjena AI za prognozu vremenskih uzoraka doprinosi optimizaciji rada sustava obnovljive energije.

U elektroinženjeringu, AI se koristi za optimizaciju performansi energetske sustava, uključujući proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije. Napredne tehnike prediktivnog održavanja temeljene na UI omogućuju identifikaciju potencijalnih kvarova u električnoj opremi, smanjujući rizik neočekivanih prekida i povećavajući pouzdanost energetske sustava.

U inženjeringu komunikacija, AI pridonosi poboljšanju performansi sustava poput bežičnih mreža i optičkih komunikacija. Algoritmi temeljeni na AI-u optimiziraju dodjelu radio frekvencijskih kanala u bežičnim mrežama, čime se poboljšava propusnost i smanjuje interferencija. Tehnike obrade optičkih signala uz korištenje UI doprinose povećanju brzina prijenosa podataka i smanjenju grešaka u optičkim komunikacijskim sustavima.

Sve navedene primjene ukazuju na sveprisutnu ulogu AI-a u unapređenju inženjerskih sustava, pridonoseći učinkovitijem, pouzdanijem i održivijem inženjerskom okruženju. Kako bi se primjerom opisala trenutna snaga umjetne inteligencije, pomoću *DeepAI text-to-image generatora* na slikama 12 i 13 dan je prikaz razmišljanja utjecaja AI na inženjerstvo. Na slici 12 nalazi se pretpostavka izgleda pametne tvornice koja funkcionira po principima Industrije 5.0, dok je slikom 13 prikazano razmišljanje umjetne inteligencije o njezinoj ulozi u unaprjeđenju inženjerskih stavova i pothvata.



Slika 12. Izgled pametne tvornice kreiran pomoću DeepAI text-to-image generatora [29]



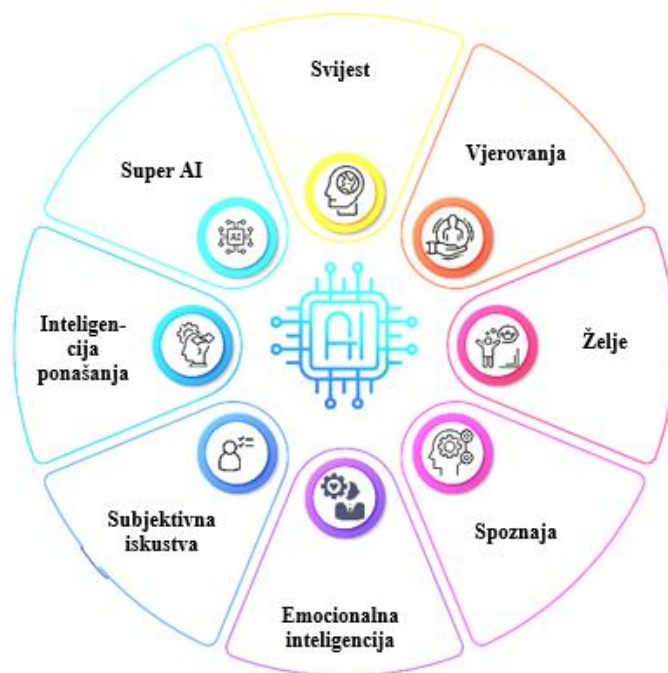
Slika 13. Prikaz uloge AI-a u unaprjedenju inženjerstva kreiran pomoću DeepAI text-to-image generatora [29]

AI algoritmi omogućuju automatizaciju monotonih i ponavljajućih procesa dizajna, analize i preoblikovanja, čime se ne samo štedi vrijeme, već i smanjuje rizik od pogrešaka, rezultirajući poboljšanom ukupnom kvalitetom. Osim toga, AI značajno pojednostavljuje stvaranje i vrednovanje 2D i 3D koncepata, tradicionalno zahtjevnih i skupih zadataka. Zahvaljujući razvoju tehnologije, postižu se precizniji rezultati u kraćem vremenskom razdoblju, čineći proces dizajna ne samo efikasnijim, već i ekonomičnijim u usporedbi s konvencionalnim metodama dizajna.

Napredak AI-a posebno je uočljiv u eliminaciji pristranosti i prekomjernog vezivanja za određene ideje prilikom generiranja i vrednovanja. Ovaj aspekt omogućava dostizanje globalnog optimuma u različitim područjima rješenja, potičući inovacije s većom učinkovitošću. Važno je napomenuti da, iako AI postaje neizostavan alat, ljudi zadržavaju ključnu ulogu u donošenju odluka. Njihovo znanje, iskustvo i intuitivne sposobnosti ostaju nezamjenjivi, posebno jer AI još uvijek nije potpuno samostalan za svaki kreativni zadatak, a postoji i određena razina greške u rezultatima koje proizvodi AI.

2.3. Umjetna super inteligencija

Strah od umjetne super inteligencije (ASI) vrlo je poznat faktor u današnjem svijetu u kojem se ovaj aspekt razvija velikom brzinom. Proizlazi iz duboko ukorijenjenih pretpostavki i briga koje se odnose na potencijalne posljedice stvaranja sustava koji nadmašuju ljudsku inteligenciju. Nedostatak precizne kontrole nad ponašanjem super inteligencije može dovesti do nepredvidivih i potencijalno opasnih situacija. Razvoj ASI postavlja važna etička pitanja, uključujući pitanja odgovornosti, pravednosti i transparentnosti u odlukama koje donosi super inteligencija. Strah od moralnih sukoba i nepravednih odluka koje bi mogle proizaći iz sustava bez ljudske etičke osjetljivosti dodatno pojačava strah. Unatoč tim opravdanim zabrinutostima, važno je napomenuti da su mnoge od njih temeljene na spekulacijama o budućnosti, a trenutna tehnološka stvarnost još uvijek nije dosegla razinu umjetne super inteligencije. Algoritmi strojnog učenja i dubokog učenja dalje unapređuju takve programe koristeći neuronske mreže, jer se algoritmi uče iz rezultata kako bi iterativno poboljšali sami sebe. Ipak, unatoč napretku u neuronskim mrežama, ti modeli mogu rješavati samo konkretne probleme, za razliku od ljudske inteligencije. Inženjeri, istraživači umjetne inteligencije i praktičari razvijaju tehnologiju i strojeve s umjetnom općom inteligencijom (AGI), koja bi, po očekivanjima, trebala otvoriti put razvoju ASI. Iako su zabilježeni značajni pomaci u tom području, poput IBM-ovog super komputera Watson i Apple-ovog Siri, današnja računala ne mogu u potpunosti simulirati i postići kognitivne sposobnosti prosječnog čovjeka prikazane grafički, slikom 14.



Slika 14. Ljudske sposobnosti umjetne superinteligencije [31]

Prema istraživanju [30] objavljenom u časopisu *Journal of Artificial Intelligence Research* u siječnju 2021., istraživači iz vodećih instituta poput Max Planck Instituta zaključili su da bi bilo gotovo nemoguće za ljude kontrolirati super inteligenciju. Tim istraživača istraživao je nedavne razvoje u strojnom učenju, računalnim sposobnostima i algoritmima svjesnim samih sebe kako bi razjasnili stvarni potencijal umjetne super inteligencije. Zatim su proveli eksperimente kako bi testirali sustav na nekim poznatim teoremima i procijenili je li kontrola izvediva, ako uopće. Ipak, ako se ostvari, super inteligencija će otvoriti novo razdoblje u tehnologiji s potencijalom pokretanja nove industrijske revolucije nevjerojatnom brzinom. Neke od karakteristika ASI koje će je razlikovati od drugih tehnologija i oblika inteligencije proizašle iz ovog istraživanja bile su:

- ASI će biti jedan od najfinijih i možda posljednjih izuma koje će ljudi ikada morati stvarati jer će se neprestano razvijati kako bi postala sve inteligentnija
- ASI će ubrzati tehnološki napredak u različitim područjima poput programiranja umjetne inteligencije, istraživanja svemira, otkrića i razvoja lijekova i mnogih drugih
- ASI može dodatno dozrijevati i razvijati napredne oblike super inteligencije koji čak mogu omogućiti kopiranje uma.

2.4. Tehnički aspekt AI

Tehnički aspekt AI, kako bi poboljšao svoje performanse s vremenom dan je u nastavku kroz pojednostavljen pregled ključnih elemenata [19]:

- Prikupljanje podataka: Prikupljanje visokokvalitetnih podataka ključno je za uspješan AI sustav. Podaci mogu biti strukturirani (npr., tablice baza podataka) ili nestrukturirani (npr., slike, tekstovi).
- Baze podataka: Podaci se često pohranjuju u baze podataka kako bi se olakšalo upravljanje i brza dostupnost. Različite vrste baza podataka mogu se koristiti ovisno o potrebama projekta.
- Obrada podataka: Obrada podataka uključuje čišćenje, transformaciju i normalizaciju podataka kako bi bili prikladni za analizu i učenje. Ovo je važan korak jer kvaliteta podataka izravno utječe na kvalitetu modela.
- Algoritmi strojnog učenja: Odabir odgovarajućeg algoritma ovisi o vrsti zadatka. Za nadzirano učenje, gdje su dostupni označeni podaci, često se koriste algoritmi poput linearnih regresija ili dubokih neuronskih mreža.
- Treniranje modela: Treniranje modela uključuje hranjenje algoritma s podacima kako bi naučio veze i uzorke. Model se prilagođava kako bi minimizirao grešku između svojih predviđanja i stvarnih rezultata. Treniranje može potrajati od nekoliko minuta do nekoliko dana ovisno o složenosti modela i količini podataka.
- Validacija i testiranje: Nakon treniranja, model se mora validirati i testirati na odvojenom skupu podataka kako bi se procijenila njegova točnost i sposobnost generalizacije na novim podacima.
- Implementacija i integracija: Kada je model uspješno treniran i testiran, integrira se u sustav kako bi obavljao zadatke za koje je osmišljen. Integracija može uključivati stvaranje sučelja, API-ja ili drugih metoda komunikacije s drugim dijelovima sustava.
- Održavanje i praćenje: AI sustav zahtijeva kontinuirano praćenje i održavanje. Ažuriranje modela s novim podacima, optimizacija performansi te rješavanje problema koji se mogu pojaviti tijekom vremena su ključni elementi dugotrajnog uspjeha AI sustava.

Potrebno je naglasiti da se detalji mogu razlikovati ovisno o konkretnom zadatku i vrsti AI sustava koji se razvija.

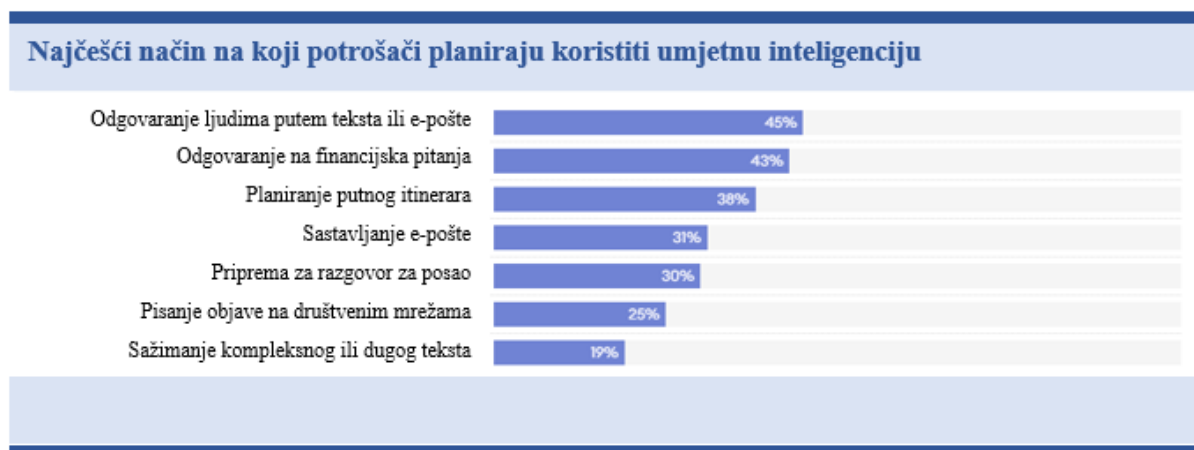
3. VIZUALNI PRIKAZ AI-A

U godinama iza nas, AI je postigla značajne inovacije s ograničenim resursima, pokazavši izvanrednu sposobnost prilagodbe i učenja. No, ključni preokret dogodio se u posljednjem desetljeću, gdje su investicije u UI eksponencijalno porasle. Samo u 2021. godini, ulaganja su bila otprilike 30 puta veća u usporedbi s deset godina ranije, otvarajući vrata novim mogućnostima i potičući još snažniji razvoj ove tehnologije.

Proučavanje globalnih korporativnih ulaganja u umjetnu inteligenciju otkriva raznolikost pristupa prema vrstama investicija. Osim toga, tržišni udio u proizvodnji logičkih čipova, kako se prikazuje kroz različite faze proizvodnje u 2021. godini, dodaje dimenziju razumijevanja kako se osnovna tehnologija koja pokreće AI distribuira i proizvodi na globalnoj razini.

3.1. Primjene AI-a

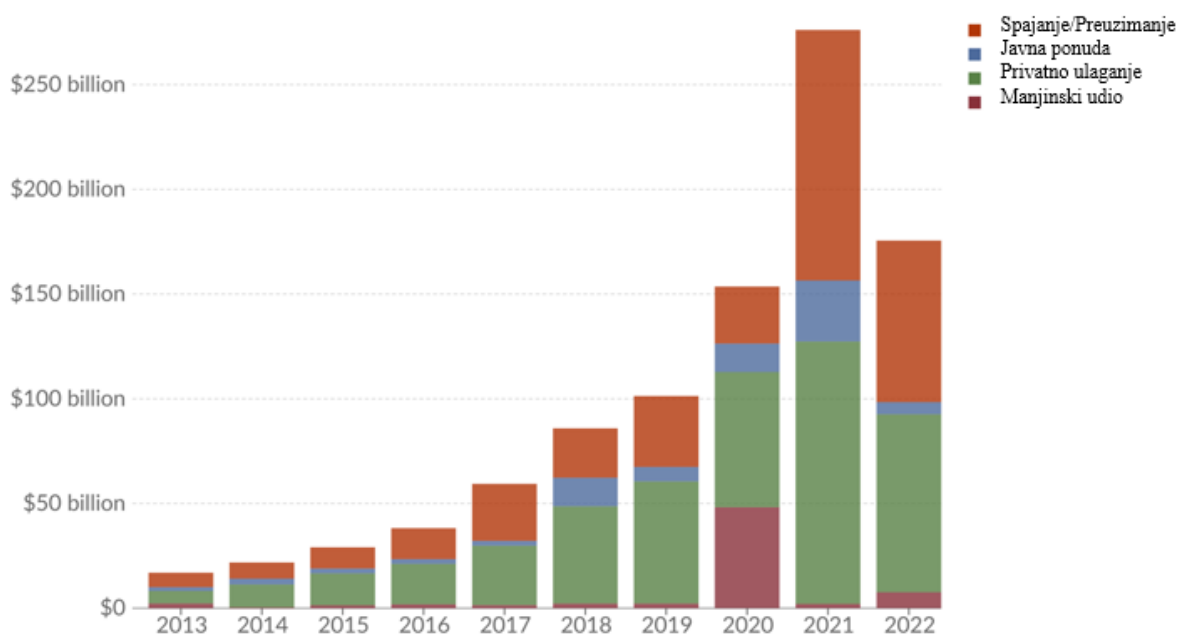
Najpopularnije primjene umjetne inteligencije vidljive su u različitim poljima što je najbolje vidljivo iz grafičkog prikaza na slici 15, a prvenstveno uključuju distribuciju informacija putem e-poruka, odgovaranje na financijska pitanja, planiranje putovanja i izradu objava na društvenim medijima. U nastavku, dodatno će se analizirati dva ključna aspekta - godišnje globalno korporativno ulaganje u AI i tržišni udio u proizvodnji logičkih čipova. Grafovi koji slijede pružit će detaljan uvid u dinamiku rasta i strukturu industrije umjetne inteligencije, istražujući ključne čimbenike koji oblikuju njezinu sadašnjost i budućnost.



Slika 15. Najpopularnije primjene umjetne inteligencije [35]

3.2. Ulaganje u AI

Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća, AI tehnologija postala je znatno moćnija i pronašla je primjene u mnogim različitim područjima. Veći dio ovog napretka postignut je s relativno malim investicijama, no u posljednjim godinama te su investicije dramatično porasle. Na grafu na slici 16 prikazano je godišnje globalno korporativno ulaganje u umjetnu inteligenciju u 2021. godini.

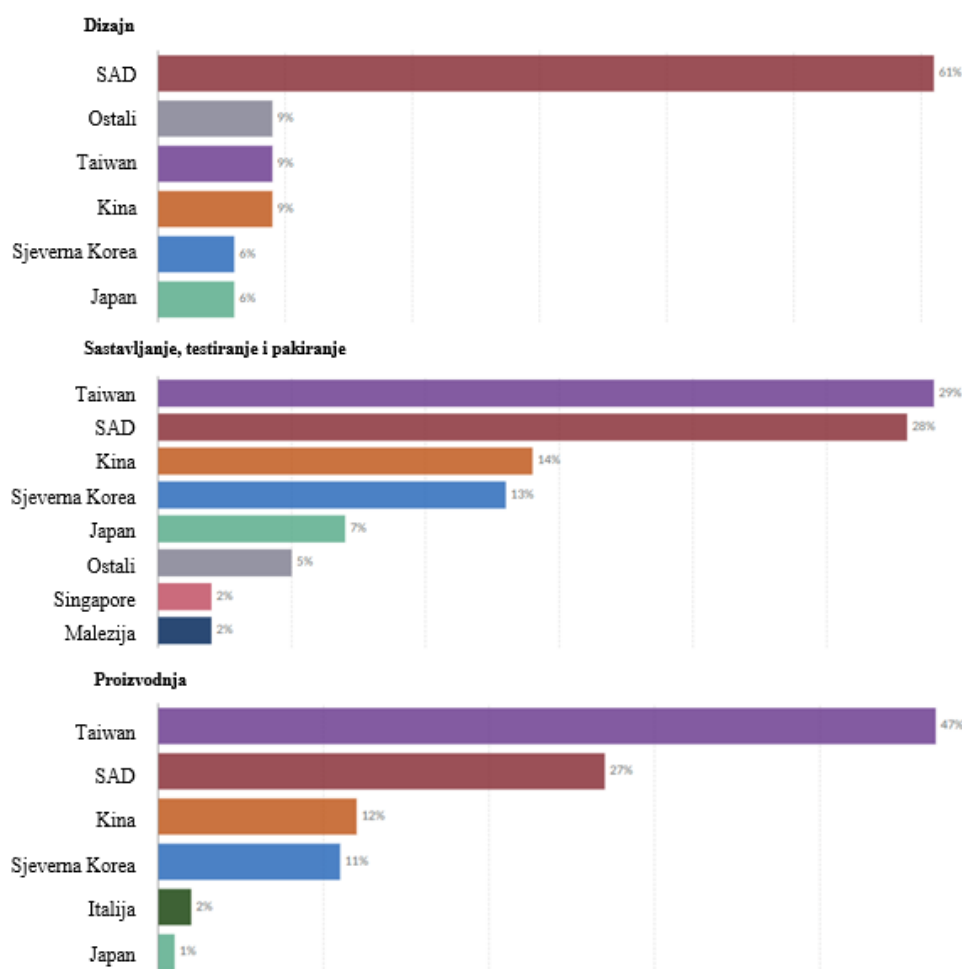


Slika 16. Godišnje globalno korporativno ulaganje u umjetnu inteligenciju, prema vrsti, 2021. godina [14]

Investicije u 2021. bile su otprilike 30 puta veće nego prije deset godina. S obzirom na to kako se AI razvijala u prošlosti, unatoč ograničenim resursima, može se očekivati da će AI tehnologija postati znatno moćnija u narednim desetljećima, s obzirom na značajan porast resursa koji su joj posvećeni.

3.3. Proizvodnja hardvera za AI

Proizvodnja hardvera za umjetnu inteligenciju (AI), posebno procesora (CPUs) i grafičkih procesora (GPUs), koncentrirana je u nekoliko ključnih zemalja. Računalni sustavi koji pokreću AI snažno ovise o određenom hardveru, uključujući centralne procesorske jedinice (CPUs) i grafičke procesorske jedinice (GPUs), omogućujući im analizu i obradu ogromnih količina informacija. Grafički prikaz najrelevantnijih proizvođača u svakom od dijelova proizvodnog procesa dan je na slici 17.



Slika 17. Tržišni udio u proizvodnji logičkih čipova, prema fazi proizvodnje, 2021. godina [15]

Više od 90% čipova dizajnirano je i sastavljeno u samo nekoliko zemalja: Sjedinjenim Američkim Državama, Tajvanu, Kini, Južnoj Koreji i Japanu. I dok se izvještavanje o AI obično usredotočuje na poboljšanja softvera i algoritama, nekoliko zemalja stoga može diktirati smjer i evoluciju AI tehnologija putem njihovog utjecaja na hardver.

4. GORICA STAKLO D.O.O.

Nastavno na sve navedeno, Uprava tvrtke Gorica staklo d.o.o. odlučila se upustiti u investicijski ciklus čiji je krajnji cilj implementacija uspješnog, jednostavnog, automatiziranog AI sustava koji će moći pravovremeno pripomoći u budućem uspješnom poslovanju tvrtke. U daljnjem tekstu bit će dan osvrt na tvrtku u koju se, ovim projektom, uvodi sustav AI-a.

4.1. Informacije o poduzeću

Gorica staklo je poduzeće etablirano kao značajan proizvođač i prerađivač stakla na domaćem tržištu. Osnovano 1991. godine na temeljima obrta osnovanog prije više od 45 godina, danas je stabilno i ugledno poduzeće s perspektivnim i visoko obrazovanim stručnim kadrom, suvremenom tehnologijom te repromaterijalom visoke kvalitete. Poduzeće u 2022. godini prosječno zapošljava 82 djelatnika i u stopostotnom je hrvatskom vlasništvu te ima jasnu strategiju poslovanja i viziju daljnjeg razvoja. Gorica staklo je društvo s ograničenom odgovornošću registrirano s osnovnom djelatnošću obrade i oblikovanja ravnog stakla C 23.12 po NKD 2007. što obuhvaća i glavnu proizvodnu aktivnost - proizvodnju izo stakla.

Djelovanje poduzeća Gorica staklo d.o.o. nalazi se u Velikoj Gorici, najvećem gradu u Zagrebačkoj županiji u industrijsko poslovnoj zoni Rakitovec, na adresi Rakitovec 441-445 nedaleko od Velike Gorice. Poslovni objekti u Rakitovcu su novi i ukupno ih je sedam sa zajedničkom površinom od preko 6.000 kvadratnih metara u obliku industrijskih hala. Svi objekti u pogonu Rakitovec su u vlasništvu poduzeća, a od toga se dio koristi kao skladište dok su u drugom djelu instalirane moderne proizvodne linije pogona za izradu izo stakala. I jedna i druga proizvodna linija u potpunosti su automatizirane i u skladu s najsuvremenijim svjetskim trendovima i standardima koji su u staklarskoj industriji, zbog specifičnosti materijala, izuzetno visoki.

Ono što Goricu staklo izdvaja na tržištu je suvremena linija za kaljenje stakla koja uključuje i printer za digitalni tisak zahvaljujući kojoj poduzeće na tržištu nudi proizvode visoke kvalitete i dodane vrijednosti poput kaljenog stakla, termički ojačanog (polukaljenog) stakla, kaljenog stakla s printom, kaljenog stakla s printom s dva lica, sigurnosnog izo stakla, sigurnosnog izo stakla s printom te sigurnosnog izo stakla s printom s dva lica.

Lokacija poslovanja je izvrsno prometno povezana (uz glavnu cestu koja povezuje Zagreb – Veliku Goricu – Sisak) te sa stanovišta transporta nema nikakvih prepreka pa tako istih nema ni na polju nabave proizvoda. Gorica staklo ima viziju povećati trenutni tržišni segment te

proizvodnju i prodaju stakla na domaćem i inozemnom tržištu. Obzirom na dugoročni plan širenja i rasta poduzeća, ali i svijest o sve jačoj konkurenciji u staklarstvu u Hrvatskoj, cilj poduzeća je uspješno konkurirati i proširiti segment poslovanja na nova tržišta kako bi postala prepoznatljiv proizvođač kaljenog, kao i laminiranog izo stakla te i ostalih vrsta sigurnosnih i dekorativnih stakala.

Gorica Staklo provedbom brojnih projekata sufinanciranih iz Europskog fonda za regionalni razvoj planira povećati svoju konkurentnost kroz uspostavu integriranog sustava upravljanja kvalitetom, okolišem, energijom i sigurnošću, poslovanje Gorica stakla će se uskladiti sa zahtjevima upravljanja koji proizlaze iz normi:

- HRN EN ISO 9001:2015, Sustavi upravljanja kvalitetom
- HRN EN ISO 14001:2015, Sustavi upravljanja okolišem
- HRN EN ISO 50001:2012, Sustavi upravljanja energijom
- HRN ISO 45001:2018, Sustavi upravljanja zaštitom zdravlja i sigurnosti pri radu.

Među poslove i klijente Gorica stakla ubrajaju se ostakljenja poslovnih zgrada Euroherc osiguranja, Jadranskog osiguranja, Peveca, Konzuma, TC-a Solidum, Avenue Mall-a, Autocentra Zubak Velika Gorica, KBC-a Rebro, Plivinog istraživačkog instituta, TŽV-a Gredelj, TC-a Colloseum Slavonski Brod, Zračne luke Split, Motela Plitvice, dijela zračne luke Franjo Tuđman itd.

Bitno je naglasiti kako je krajem 2016. godine uspješno priveden kraju EU projekt "Prozor mogućnosti" kojim se nabavila nova tehnologija i instaliran je novi pogon za kaljenje i printanje stakla.

Također, završen je i drugi EU projekt pod nazivom "Višelojna sigurnost" u sklopu kojeg se nabavio stroj za izradu višeslojnog laminiranog stakla za koji je izgrađena još jedna hala, te je odobrena potpora za djelomično financiranje od strane FZOEU-a za nabavu solarne elektrane i dizalica topline. Najnovijim projektom energetske tranzicije, koji odobren sredinom 2023. godine, planira se izgraditi još jedna hala, kao i u potpunosti automatizirati proces skladištenja stakla s naglaskom na skladištenje jumbo stakala, te je navedeni projekt trenutno u statusu čekanja potpisivanja ugovora.

Sve navedeno preduvjet je većoj konkurentnosti vlastitog proizvoda bez kooperanata, boljoj, bržoj usluzi i isporuci proizvoda kupcima. Stalno ulaganje, te praćenje trendova na domaćem i svjetskom tržištu garantira kupcima uspješnu suradnju s poduzećem Gorica Staklo i ujedno

predstavlja glavni pokretač i za ovaj investicijski projekt kojim bi se zaokružilo ulaganje u sve faze poslovanja uvođenjem AI sustava.



Slika 18. Poduzeće Gorica staklo d.o.o. [10]

4.2. Registracija poduzeća

Poduzeće Gorica staklo d.o.o. registrirano je po NKD 2007 za C 23.12 - Oblikovanje i obrada ravnog stakla.

Uz glavnu djelatnost, poduzeće je također registrirano i za djelatnosti:

- obrada podataka
- pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane; pripremanje i usluživanje hrane i pića i pružanje usluga smještaja
- zastupanje stranih tvrtki
- prerada drva, proizvodnja proizvoda od drva i pluta, osim namještaja; proizvodnja predmeta od slame i pletarskih materijala
- proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda

- proizvodnja namještaja, ostala prerađivačka industrija d.n.
- računalne i srodne djelatnosti
- javni prijevoz putnika i tereta u domaćem i međunarodnom prometu
- kupnja i prodaja robe
- obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- pružanje usluga u nautičkom, seljačkom, zdravstvenom, kongresnom, športskom, lovnom i drugim oblicima turizma, pružanje ostalih turističkih usluga i dr.
- građenje, projektiranje i nadzor nad građenjem
- poslovanje nekretninama
- proizvodnja, promet i korištenje opasnih kemikalija
- djelatnost prijevoza opasnih tvari
- skupljanje, oporaba i/ili zbrinjavanja (obrada, odlaganje, spaljivanje i drugi načini zbrinjavanja otpada) odnosno djelatnost gospodarenja posebnim kategorijama otpada
- promidžba (reklama i propaganda)
- proizvodnja električne energije
- prijenos električne energije
- distribucija električne energije
- opskrba električnom energijom
- organiziranje tržišta električnom energijom
- proizvodnja plina
- isporuka i prodaja prirodnog plina iz vlastite proizvodnje
- dobava plina
- distribucija plina
- opskrba plinom
- proizvodnja toplinske energije
- distribucija toplinske energije
- opskrba toplinskom energijom
- proizvodnja biogoriva
- proizvodnja naftnih derivata

- transport nafte naftovodima i drugim nespomenutim oblicima transporta
- transport naftnih derivata produktovodima i drugim nespomenutim oblicima transporta
- transport nafte, naftnih derivata i biogoriva cestovnim vozilom
- trgovina na veliko naftnim derivatima
- trgovina na malo naftnim derivatima
- skladištenje nafte i naftnih derivata
- trgovina na veliko ukapljenim naftnim plinom (UNP)
- trgovina na malo ukapljenim naftnim plinom (UNP)
- trgovanje, posredovanje i zastupanje na tržištu nafte i naftnih derivata
- trgovina električnom energijom
- proizvodnje električne energije za tarifne kupce
- organiziranje tržišta plina
- posredovanje na tržištu plina
- zastupanje na tržištu plina
- transport plina
- skladištenje plina
- upravljanje terminalom za UPP
- poslovi praćenja kakvoće zraka i emisija u zraku
- ekološka proizvodnja
- prerada ekološke hrane
- prerada ekološke hrane za životinje
- uvoz ekoloških proizvoda
- stručna kontrola nad ekološkom proizvodnjom
- proizvodnja, stavljanje na tržište ili uvoz šumskog reprodukcijanskog materijala
- proizvodnja, stavljanje na tržište ili uvoz božićnih drvaca
- gospodarenje šumama [8]

Široki spektar ponude odnosno područje djelovanja poduzeća obuhvaća sljedeće: preradu i obradu stakla, prodaju i ugradnju metalne galanterije za staklo, izradu umjetničkih predmeta i opremanje, maloprodaju i veleprodaju, savjetovanje, uokvirivanje slika, prodaju letvica,

prodaju alata i strojeva za staklo kao i velik broj drugih proizvoda i usluga vezanih uz staklarsku industriju. Dakle, osim prerade stakla uključen je cijeli spektar mogućnosti obrade stakla i popratnih usluga kako bi se udovoljilo željama, idejama i potrebama svakog klijenta.

U dosadašnjem poslovnom procesu, poduzeće je potpuno ovladalo sljedećim tehnologijama i proizvodnim procesima:

- prerada ravnog stakla, koja uključuje: rezanje, brušenje, CNC obradu, pjeskarenje, kaljenje, bojanje digitalnim printom i slično;
- proizvodnja izo stakla – kombinacija dva ili više stakla koja su rubno spojena pomoću metalnog šupljeg profila - distancer (najčešće od aluminijske, širine 6-27 mm), koji je ispunjen molekulom (zrncima koja upijaju vlagu između stakala);
- proizvodnja laminiranog stakla – dva stakla međusobno slijepljena folijom, koja se u većoj mjeri odvija kod kooperanata;
- umjetnička obrada stakla – fuzija (termička obrada stakla na visokoj temperaturi 800 – 900 °C), vitraji (umjetnička tehnika oslikavanja i spajanja stakla) i slično.

Poduzeće pokriva široki spektar proizvoda i usluga u području staklarstva te želi vlastite proizvode i usluge uskladiti s očekivanjima klijenata pa izo stakla Gorica stakla imaju CE oznaku. Od 2004. godine Gorica Staklo certificirana je po normi ISO 9001:2000 te je svoje poslovanje u potpunosti uskladilo s ISO normama, a jedna od najznačajnijih je ISO norma 9001 kojima je poduzeće usklađeno s međunarodnim sustavom kvalitete. Budući da je kvaliteta stupanj usklađenosti proizvoda i/ili usluge s očekivanjima klijenata, jasno je da je poduzeće visoko orijentirano na vlastite klijente i njihove potrebe. Kao potvrdu kvalitete proizvoda, krajem 2013. godine, poduzeće je dobilo znak "Hrvatska kvaliteta" koji je jamstvo da je riječ o proizvodima i uslugama koji predstavljaju sam vrh svjetske ponude u svojoj klasi. U sklopu prethodno navedenog projekta „Prozor mogućnosti“, poduzeće je za svoje proizvode ishodilo certifikate renomiranog Europskog laboratorija IFT Rosenheim što je jamstvo kako na tržište plasira najbolju moguću kvalitetu proizvoda (slika 19). Također, tvrtka je dodatno ulagala u certificiranje svojih proizvoda te je projektom Putovnica proizvoda ishodila dodatne certifikate za sigurnosno staklo (slika 20), IZO i laminirano staklo (slika 21) te IZO staklo (slika 22).

Evidence of Performance
Test of Thermally toughened soda lime silicate safety glass (TSG)

Test Report
No. 15-002314-PR01
 (PB-H04-09-en-01)

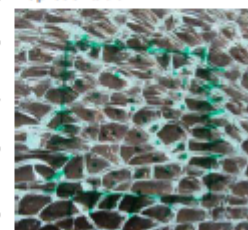


Client	Gorica Staklo d.o.o. Sisacka 43 10410 Velika Gorica Croatia
Product	Thermally toughened soda lime silicate safety glass (TSG)
Designation	TSG Float uncoated
Nominal thickness in mm	4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 19
Overall dimensions in mm (H x W)	1100 x 360
Special features	uncoated fine edged (grinded)
Results	Test of toughened glass according to EN 12150-1:2000-06 and EN 1288-3:2006-06

Basis *)
 EN 12150-1:2000-06
 EN 12150-2:2004-10
 EN 1288-1:2000-06
 EN 1288-3:2000-06

*) Corresponds to the national standards (e.g. DIN EN)

Representation



Corresponds to the definition of toughened glass as per product standard EN 12150-2

Instructions for use

The results obtained can be used by the manufacturer for preparing the Declaration of Performance in accordance with the Construction Products Regulation 305/2011/EU. The provisions of the applicable product standard have to be observed.

Validity

The data and results given have been evaluated for the described test specimen; they will be valid for unchanged products as long as the above mentioned bases have not changed.

Notes on publication

The ift-Guidance Sheet "Conditions and Guidance for the Use of ift Test Documents" applies. The cover sheet can be used as abstract.

Contents

The report contains a total of 13 page/s.

ift Rosenheim
 15.02.2016

Christian Neudecker
 Deputy Head of Testing Department
 Material Testing

Khalid El Harda, Dipl.-Ing. (FH)
 Operating Testing Officer
 Material Testing

Ve-PB-020314-en (01-10-2012)


ift Rosenheim GmbH
 Theodor-Gaßl-Str. 7-9
 D-83025 Rosenheim
 Kontakt
 Tel. +49 8031 281-0
 Fax +49 8031 281-290
 www.ift-rosenheim.de

Prüfung und Kalibrierung – EN ISO/IEC 17025
 Inspektion – EN ISO/IEC 17020
 Zertifizierung Produkte – EN ISO/IEC 17096
 Zertifizierung Managementsysteme – EN ISO/IEC 17021



Slika 19. Certifikat Europskog laboratorija IFT Rosenheim


Zertifikat / Certificate

Zertifikatsnr. / Certificate No.: 690TVG-9013681-1-1


Teilvorgespanntes Kalknatronglas

Heat strengthened soda lime silicate glass

Produkt <i>product</i>	TVG (HSG) GS Safety
Hersteller <i>manufacturer</i>	Gorica Staklo d.o.o. Sisacka 43, HR 10410 Velika Gorica
Produktionsstandort <i>production site</i>	Gorica Staklo d.o.o. Sisacka 43, HR 10410 Velika Gorica



Mit diesem Zertifikat wird bescheinigt, dass das benannte Bauprodukt den Anforderungen des zugrundeliegenden ift-Zertifizierungsprogramms in der aktuellen Fassung entspricht.

■ Erstellung von Produktfamilien des aufgeführten Bauproduktes und Erstprüfung durch eine akkreditierte Prüfstelle nach EN 1863:2011/prA1:2015

■ Einführung und Aufrechterhaltung einer werkseitigen Produktionskontrolle durch den Hersteller

■ Erstinspektion des Werkes und der werkseitigen Produktionskontrolle durch ift-Zert

■ kontinuierliche Fremdüberwachung des Werkes und der werkseitigen Produktionskontrolle durch ift-Zert

Dieses Zertifikat wurde erstmals am 12.05.2023 ausgestellt. Die aktuelle Version gilt bis zum 11.05.2024, wenn sich zwischenzeitlich die Festlegungen in der oben angeführten technischen Spezifikation oder die Herstellbedingungen im Werk oder in der werkseitigen Produktionskontrolle selbst nicht wesentlich verändert haben.

Das Zertifikat darf nur unverändert vervielfältigt werden. Alle Änderungen der Voraussetzungen für die Zertifizierung sind dem ift-Zert mit den erforderlichen Nachweisen unverzüglich schriftlich anzuzeigen.

Das Unternehmen ist berechtigt, das benannte Bauprodukt gemäß der ift-Zeichensatzung mit dem „ift-zertifiziert“-Zeichen zu kennzeichnen.

Dieses Zertifikat enthält 1 Anlage.

This certificate attests that the building product mentioned fulfils the requirements of the underlying ift-certification scheme in its current version.

■ compilation of product families of the building product listed and initial type-testing by an accredited testing body as per EN 1863:2011/prA1:2015

■ Implementation and maintenance of a factory production control by the manufacturer

■ Initial inspection of the production site and the factory production control by ift-Zert

■ continuous third-party control of the production site and the factory production control by ift-Zert

This certificate was first issued on 12.05.2023. The current version is valid until 11.05.2024, as long as neither the conditions laid down in the technical specification listed above nor the manufacturing conditions in the production site nor the factory production control itself are modified significantly.






The reproduction of the certificate without any change from the original is permitted. Any changes to the prerequisites applicable to certification shall be immediately communicated in writing to ift-Zert accompanied by the necessary evidence.


The company is authorized to affix the "ift-certified"-mark to the building product mentioned according to the ift-rules for use of the "ift-certified"-mark.

This certificate contains 1 annex.

Grundlage(n) / Basis:


ift-Zertifizierungsprogramm für teilvorgespanntes Kalknatronglas
ift-certification scheme of heat strengthened soda lime silicate glass
ift-Zertifizierung QM335-2022-05



ZERTIFIZIERT
CERTIFIED

Identitäts-Check
identity check



www.ift-rosenheim.de/
ift-zertifiziert
ID: 4FB-3AE3D


ift Rosenheim
12.05.2023

Gültig bis / Valid until: **11.05.2024**

Vertragsnr. / Contract No.: **690TVG 9013681**

Christian Kehrer

Christian Kehrer
Leiter der ift-Zertifizierungs- und Überwachungsstelle
Head of ift Certification and Surveillance body



ift-Produktpass / ift-product-passport: 20-004586-PR01
In aktueller Fassung

Ver-2019-0231v-de / 01.05.2023

ift Rosenheim GmbH
Theodor-Giedl-Str. 7-9
D-83026 Rosenheim

Kontakt
Tel.: +49 8031 261-0
Fax: +49 8031 261-390
www.ift-rosenheim.de

Prüfung und Kalibrierung – EN ISO/IEC 17025
Inspektion – EN ISO/IEC 17020
Zertifizierung Produkte – EN ISO/IEC 17065
Zertifizierung Managementsysteme – EN ISO/IEC 17021

NatSec Body 8157
ISO/IEC 17025
DAkkS
Zertifizierte
Akkreditierungsstelle
D-33-11109-01-08

Slika 20. Certifikat za sigurnosno staklo

Zertifikat / Certificate

Zertifikatsnr. / Certificate No.: 692-9013681-2-1



Mehrscheiben-Isolierglas

Insulating glass units

Produkt(e)
product(s) **GS Safe**

Produktfamilie
product family **Randverbundsysteme: Polysulfid**
sealing edge system: Polysulfide

Typbezeichnung
model name **siehe Typenliste im ift-Produktpass**
see type list in the ift product passport

Hersteller
manufacturer **Gorica Staklo d.o.o. Sisacka 43, HR 10410 Velika G**

Produktionsstandort
production site **Gorica Staklo d.o.o.**
Sisacka 43, HR 10410 Velika Gorica

Grundlage(n) / Basis:

ift-Zertifizierungsprogramm
Mehrscheiben-Isolierglas
ift-certification scheme
for insulating glass units
ift-Zertifizierung GM327:2021-04



Mit diesem Zertifikat wird bescheinigt, dass das benannte Bauprodukt den Anforderungen des zugrundeliegenden ift-Zertifizierungsprogramms in der aktuellen Fassung entspricht.

Das Zertifikat darf nur unverändert vervielfältigt werden. Alle Änderungen der Voraussetzungen für die Zertifizierung sind dem ift-Zert mit den erforderlichen Nachweisen unverzüglich schriftlich anzuzeigen.

Das Unternehmen ist berechtigt, das benannte Bauprodukt gemäß der ift-Zeichensatzung mit dem „ift-zertifiziert“-Zeichen zu kennzeichnen.

Dieses Zertifikat enthält 1 Anlage.

This certificate attests that the building product mentioned fulfils the requirements of the underlying ift-certification scheme in its current version.

The reproduction of the certificate without any change from the original is permitted. Any changes to the prerequisites applicable to certification shall be immediately communicated in writing to ift-Zert accompanied by the necessary evidence.

The company is authorized to affix the "ift-certified"-mark to the building product mentioned according to the ift-rules for use of the "ift-certified"-mark.

This certificate contains 1 annex.

ift Rosenheim
12.05.2023

Gültig bis / Valid until: 11.05.2024

Vertragsnr. / Contract No.: 692 9013681

Christian Kehrer
Leiter der ift-Zertifizierungs- und Überwachungsstelle
Head of ift Certification and Surveillance Body

ift-Produktpass / ift-product passport: 20-004586-PR03
In aktueller Fassung



Identitäts-Check / Identity check



www.ift-rosenheim.de/
ift-zertifiziert
ID: 692-9013681

ift Rosenheim GmbH | Kontakt: Tel: +49 9031 261-0, Fax: +49 9031 261-290, www.ift-rosenheim.de

Prüfung und Kalibrierung – EN ISO/IEC 17025 | Inspektion – EN ISO/IEC 17020 | Zertifizierung Produkte – EN ISO/IEC 17065 | Zertifizierung Managementsysteme – EN ISO/IEC 17021

NatSec Body 0157 | DAKKS | Deutsches Institut für Normung | D-10115 Berlin

Slika 21. Certifikat za IZO laminirano staklo

Zertifikat / Certificate

Zertifikatsnr. / Certificate No.: 692-9013681-1-2



Mehrscheiben-Isolierglas

Insulating glass units

Produkt(e) / product(s): **GS Comfort, GS Economy, GS Energy**

Produktfamilie / product family: **Randverbundsysteme: Polysulfid**
sealing edge system: polysulfide

Typbezeichnung / model name: **siehe Typenliste im ift-Produktpass**
see type list in the ift product passport

Hersteller / manufacturer: **Gorica Staklo d.o.o.**
Sisacka 43, HR 10410 Velika Gorica

Produktionsstandort / production site: **Gorica Staklo d.o.o.**
Sisacka 43, HR 10410 Velika Gorica



Mit diesem Zertifikat wird bescheinigt, dass das benannte Bauprodukt den Anforderungen des zugrundeliegenden ift-Zertifizierungsprogramms in der aktuellen Fassung entspricht.

This certificate attests that the building product mentioned fulfills the requirements of the underlying ift-certification scheme in its current version.

- Erstellung von Produktfamilien des aufgeführten Bauproduktes und Erstprüfung durch eine akkreditierte Prüfstelle nach EN 1279-5 : 2018
- Einführung und Aufrechterhaltung einer werkseitigen Produktionskontrolle durch den Hersteller
- Erstinspektion des Werkes und der werkseitigen Produktionskontrolle durch ift-Zert
- kontinuierliche Fremdtüberwachung des Werkes und der werkseitigen Produktionskontrolle durch ift-Zert
- Entnahme von Proben im Werk nach festgelegtem Stichprobenplan durch ift-Zert und Prüfung im ift-Labor

This certificate is first issued on 26.04.2021. The current version is valid until 11.05.2024, as long as neither the conditions laid down in the technical specification listed above nor the manufacturing conditions in the production site nor the factory production control itself are modified significantly.

The reproduction of the certificate without any change from the original is permitted. Any changes to the prerequisites applicable to certification shall be immediately communicated in writing to ift-Zert accompanied by the necessary evidence.

The company is authorized to affix the "ift-certified"-mark to the building product mentioned according to the ift-rules for use of the "ift-certified"-mark.

This certificate contains 1 annex.

ift Rosenheim
12.05.2023

Gültig bis / Valid until: 11.05.2024

Vertragsnr. / Contract No.: 692 9013681

Christian Kehrer
Leiter der ift-Zertifizierungs- und Überwachungsstelle
Head of ift Certification and Surveillance Body



ift-Produktpass / ift-product passport: 20-004586-PR03
in aktueller Fassung

Identitäts-Check / Identity check



www.ift-rosenheim.de/
ift-zertifiziert
ID: F62-9CB49

Grundlage(n) / Basis:
ift-Zertifizierungsprogramm Mehrscheiben-Isolierglas
ift-certification scheme for insulating glass units
ift-Zertifizierung QM327:2021-04












Ver-3m-5235-de / 01.05.2022

ift Rosenheim GmbH
Theodor-Greif-Str. 7-9
D-83026 Rosenheim

Kontakt
Tel: +49 8031 261-0
Fax: +49 8031 261-390
www.ift-rosenheim.de

Prüfung und Kalibrierung – EN ISO/IEC 17025
Inspektion – EN ISO/IEC 17020
Zertifizierung Produkte – EN ISO/IEC 17065
Zertifizierung Managementsysteme – EN ISO/IEC 17021

Nat Fire Body 9157
ISO 9001:2015
ISO 14001:2015

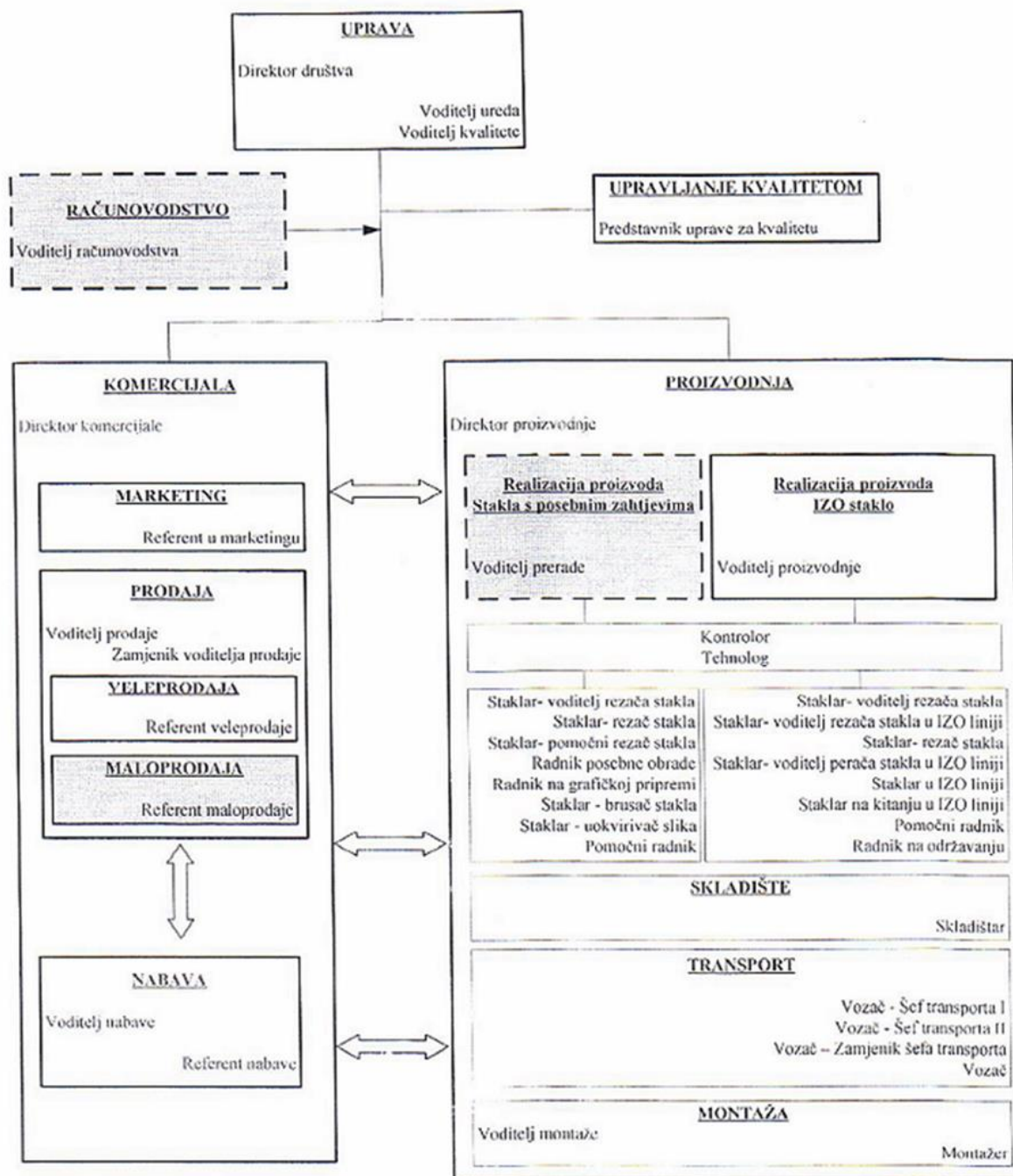
Dakks
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-31139-01-08

Slika 22. Certifikat za IZO staklo

4.3. Organizacijski ustroj

Organizacija poduzeća u potpunosti je prilagođena potrebama poslovnog procesa i vrlo je transparentna. Uprava poduzeća koordinira rad oba ključna procesa proizvodnje i prodaje te administracije kao prateće funkcije.

Kako je poduzeće nastalo na temeljima proizvodnje vrlo je naglašena proizvodna orijentacija te je čitav ustroj detaljnije prikazan na slici 23.



Slika 23. Organizacijski ustroj poduzeća Gorica staklo d.o.o.

4.4. Lokacija poduzeća

Sjedište poduzeća Gorica staklo d.o.o. nalazi se u Velikoj Gorici, najvećem gradu u Zagrebačkoj županiji. U poslovnoj zgradi na adresi Sisačka 43 (lokacija A na slici 24) su se nekada vršile upravne, administrativne i prodajne aktivnosti, kao i jednostavnije proizvodne aktivnosti dok je glavna proizvodna linija za proizvodnju izo stakla kao i općenito proizvodni segment obrade i prerade stakla nalazio se u industrijskoj poslovnoj zoni Rakitovec, na adresi Rakitovec 441-445 nedaleko od Velike Gorice (lokacija B na slici 24).

Danas se kroz završetak ulaganja u Rakitovcu kompletno poslovanje preselilo na navedenu adresu tako da se i uprava i proizvodnja sada nalaze na istoj adresi.



Slika 24. Lokacija poduzeća Gorica staklo d.o.o.

Kako je već napomenuto lokacija poslovanja je izvrsno prometno povezana (uz glavnu cestu koja povezuje Zagreb – Veliku Goricu – Sisak) te sa stanovišta transporta nema nikakvih prepreka pa tako istih nema ni na polju nabave proizvoda.

4.5. Opis tehnološkoga procesa

U proizvodnju se dobavlja sirovo staklo u mjerama 200 cm – 255 cm x 321 cm ili jumbo staklo u mjeri 600 cm x 321 cm, debljine od 2 mm do 19 mm.

U proizvodnom procesu poduzeća tradicionalno se odvijaju slijedeće vrste obrade stakla:

- Prerada ravnog stakla
- Proizvodnja izo stakla
- Prerada laminiranog stakla, manjih dimenzija
- Termička obrada stakla (kaljenje, fuzija, vitraji i slično)

Zahvaljujući uspješnoj provedbi projekta „Prozor mogućnosti“, financiranog iz EU fondova, poduzeće je u svom proizvodnom procesu 2015. godine kupilo liniju za kaljenje stakla kao i automatsku liniju za proizvodnju izo stakla koju čine sljedeći strojevi:

- Automatski CNC stol za rezanje – obavlja tri operacije: vakuum hvataljkama uzima se staklo iz sanduka te se polaže na površinu za rezanje gdje se izrezuje prema zadanim mjerama i lomi na izrezane komade.
- Mosna dizalica – vrši transport u liniji i po potrebi transportira izrezane komade na jedan od strojeva u liniji (vertikalni obradni centar, printer za digitalni tisak, kalionica itd.) prema zahtjevima obrade. Povezuje sve strojeve u liniji te omogućava automatsku proizvodnju bez kontakata ljudi sa staklom što je značajno povećalo sigurnost zaposlenika.
- CNC Vertikalni obradni centar – priprema stakla za kaljenje, staklo mora biti obrušeno i obrađeno kako bi bilo spremno za kaljenje i daljnju obradu.
- Printer za digitalni tisak – njegovom primjenom zamijenila se dosadašnja tehnologija emajliranja stakla (valjčana štampa ili sitotisak) te se proces automatizirao. Željeni motiv se nacrtava na ekranu, printa se na staklo te tako isprintano ide u kalionicu koja boju fuzionira na staklo. Zahvaljujući printeru poduzeće može adekvatno zadovoljiti sve estetske kriterije svojih kupaca.
- Kalionica (stroj za kaljenje stakla) - kaljenje je proces termičke obrade stakla sa svrhom povećavanja mehaničke čvrstoće i sigurnosti ljudi u slučaju loma. Kaljena stakla su višestruko čvršća i tvrđa od normalnih stakala. Pri izradi staklo se zagrijava do granice plastičnosti na približno 600°C nakon čega se naglo hladi zrakom. Kaljeno staklo ima povećanu čvrstoću kod savijanja, povećanu udarnu čvrstoću time povećanu zaštitu od

ozljeda te se pri lomu ono raspada u mnogo sitnih dijelova. Nakon procesa kaljenja, daljnja obrada stakla nije moguća, već se mora obaviti prije samog procesa (vertikalni obradni centar, printer za digitalni tisak itd.). Nakon završenih navedenih faza proizvodnje kaljenog stakla proizvodni proces nastavlja se proizvodnjom sigurnosnog izo stakla koje može sadržavati jedno ili više kaljenih stakala.

- Stroj za automatsko savijanje distancera i punilica za molekular – koristi se u procesu proizvodnje sigurnosnog izo stakla. Molekular je apsorber vlage koji se unosi kod višeslojnih izo stakala dok distancer služi za spajanje više slojeva stakla. Ovaj stroj omogućio je da se cijeli proces automatizira, a da se distanceri savijaju iz jednog profila što značajno utječe na kvalitetu finalnog proizvoda.
- Robot za brtvljenje stakla - nakon spajanja višeslojnih izo stakala potrebno je brtviti obrub. Robot proces brtvljenja obavlja značajno brže i kvalitetnije.

Navedeni strojevi znatno su unaprijedili proces proizvodnje i obrade stakla, ali se pojavio problem opskrbe dovoljnom količinom stakla. Za njihovu opskrbu i postizanje punog kapaciteta poduzeće je uz potporu Ministarstva gospodarstva, poduzetništva i obrta pokrenulo investiciju u CNC Jumbo liniju za rezanje s automatskom distribucijom stakla i CNC obradni centar. Navedena linija je prvi korak u obradi stakla i diktira ritam svih ostalih strojeva koje opslužuje. Nakon provedbe investicije kao ključni problem u proizvodnom procesu detektirana je proizvodnja laminiranog stakla.

Tadašnja opremljenost u vidu proizvodne opreme bila je uzrokom nemogućnosti zadovoljavanja potreba za isporukom traženih količina zbog nedovoljnog kapaciteta proizvodnje kao ni zadovoljavanja potražnje za određenim tipom proizvoda, konkretno, laminiranim staklom. Uzimajući u obzir navedeno, poduzeće je provelo drugi EU projekt unutar kojeg je u proizvodni proces implementiralo stroj za laminiranje stakla – automatsku profesionalnu liniju za laminiranje. Laminiranje je proces kod kojeg se povećava sigurnost uz pomoć najčešće prozirne-bezbojne plastične folije koja se stavlja između stakala i na visokoj ih temperaturi spaja u jedno. Kod pucanja takvog stakla, obzirom da su plohe vezane plastičnom folijom, ne dolazi do rasipanja oštih komada stakla već oni ostaju u cjelini bez obzira na puknuće. Nova linija u sastavu ima clean room, sobu u kojoj su kontrolirani uvjeti (filtriran zrak, temperatura i vlaga) jer u proizvodnji uvijek postoje čestice prašine što uzrokuje značajno nekvalitetniji proizvod. Zaposlenici isključivo rade obrezivanje folije, posluživanje linije i pozicioniranje stakla dok je cijeli postupak laminacije automatski, bez ljudskog faktora.

Završna faza laminacije je Autoclave gdje se na visokoj temperaturi, povišenim tlakom zraka istiskuje višak zraka (mjehurići) iz „sendviča“ te se trajno međusobno vežu dva ili više stakla.

Od ostalih dijelova proizvodnog pogona bitno je napomenuti i:

- komoru za Heat soak test – nakon faze kaljenja eliminira se, iz proizvodnog procesa, staklo s greškom i ne šalje ga se u postupak laminiranja koji je vrlo skup i nije isplativo laminirati staklo s greškama i skrivenim manama. Uštede se ostvaruju u količini stakla i folije, ali i u zbrinjavanju otpada jer je laminirano staklo značajno teže zbrinuti pa se staklo koje pukne na heat soak testu reciklira i ide u peć na ponovno otapanje.
- CNC automatski stol za rezanje – rezanje svih vrsta stakala (ornamentna, obojena, lacobel, vatrootporna, ogledala, laminirana itd.)
- mosnu dizalicu – istovarivanje jumbo stakala u automatsku sortirnicu, opskrbljivanje linije za laminaciju i manipulacija staklima u procesu proizvodnje
- perilicu stakla – priprema stakla za laminaciju
- taložnik – za filtriranje otpadnih voda, taloženje staklenih čestica nastalih kod obrade stakla koji je opremljen filterom za uklanjanje većih komadića, pumpom za prljavu vodu i gibljivim crijevima za dovod vode od strojeva za brušenje i obradu stakla

Provedbom projekta „Višeslojna sigurnost“ proširili su se postojeći kapaciteti poslovne jedinice za proizvodnju stakla uz osiguranje potpuno samostalne proizvodnje laminiranog stakla za koju su bile korištene usluge konkurentskih poduzeća.

Glavna vizija poduzeća jest nastaviti ulagati u nove strojeve koji zahtijevaju značajno manju potrošnju energije po jedinici proizvoda te istovremeno omogućavaju veću proizvodnju u jedinici vremena. Samim time, poduzeće teži k racionalnijem raspolaganju svojim resursima i ostvarivanju uštede te povećavanju produktivnost rada.

5. „TRŽIŠNA INOVACIJA - UVOĐENJE UMJETNE INTELIGENCIJE U CJELOKUPNO POSLOVANJE“

Kako je već ranije navedeno, Gorica staklo d.o.o. je tvrtka koja neprestano ulaže u svoje poslovanje i unaprjeđenje poslovnih procesa te nije začuđujuće kako se baš ona odlučila na veliki korak – investirati u jedan ovakav projekt, koji tržištu pruža nov pogled i nova rješenja trenutnih problema ili uskih grla, na vrlo jednostavan, brz i efikasan način.

Najjednostavniji opis ovog rješenja dobiven je tako što je proces implementacije podijeljen dva ključna dijela koji su nadalje podijeljeni u četiri faze, s tim da prve dvije faze oblikuju virtualnog asistenta, a druge dvije stvaraju virtualnog voditelja u poslovanju:

5.1. I. Faza – Uvod (Vrtić)

Osmišljanje ideje i punjenje baze podataka postojećim informacijama i dokumentima te zadavanje najjednostavnijih zadataka umjetnoj inteligenciji te praćenje izvršenja istih s ciljem rješavanja problema koji mogu nastati pri korištenju te unaprjeđenje sveukupnog funkcioniranja AI sustava. Uspješnom realizacijom ove faze može se sigurno nastaviti s projektom te je ova faza gotovo završena i trenutno je u postupku prilagodbe posljednjih sitnih elemenata kako bi se uspješno nastavilo s fazom II.

5.2. II. Faza – Proizvod (Srednjoškolac)

Radi se o trenutno najbitnijoj i vjerojatno najkompleksnijoj fazi izrade - definiranje kompliciranijih zadataka koje umjetna inteligencija mora izvršiti. Cilj je doseći traćenu razinu i postići da rezultat ove faze bude gotov proizvod koji se može ponuditi tržištu. Glavna ideja je omogućiti maksimalno univerzalno rješenje koje se bez ikakvih problema može uspješno implementirati u razne industrije te da gotov proizvod nakon druge faze bude maksimalno automatiziran s glavnim ciljem omogućavanja rukovodstvu tvrtke jednostavnije i efikasnije praćenje stanja u tvrtki te da može, na brz i efikasan način, bez potrebe za pomoći inženjera koji je razvijao sustav i bez znanja koda, zadati umjetnoj inteligenciji zadatke koje bi trebala obaviti ovisno o pokretaču. Najjednostavnije je primjerom opisati kako bi AI u ovoj fazi trebao izgledati: npr. ukoliko AI procjeni kako je mail ili povratna informacija od klijenta napisana ljutim ili nezadovoljnim tonom, automatski će reagirati te će taj mail proslijediti rukovodstvu koje će onda moći uz njenu pomoć lakše istražiti pozadinu nastalog problema, tj. moći će kroz jednostavan razgovor s AI-em doći do svih potrebnih informacija vezanih uz nastali problem i njegovo rješavanje. Također, u ovoj fazi je ključno ne zahtijevati neizvedive zadatke od

umjetne inteligencije, već biti realan i ponuditi proizvod koji zadovoljava sve potrebe, a ne izgubiti na vrijednosti istog očekujući neostvarive rezultate.

5.3. III. Faza – Gotovo genijalac

Radi se o gotovo završnoj fazi čiji je glavni cilj potpuna implementacija AI-a u cjelokupno poslovanje s naglaskom na proizvodnju. Detaljnije, krajnji cilj ove faze implementacije AI-a je nakon što skupi dovoljnu količinu informacija isti implementirati u proizvodni pogon tako što će se nabaviti senzorski uređaji koji snimaju radnu okolinu (u preciznosti do mm² u roku od 2 minute) te „prazne“ robote koji dolaze neprogramirani s ciljem da se spoje na sustav u kojem već postoji umjetna inteligencija koja će ih sama isprogramirati zajedno s već spomenutim sensorima te im odrediti putanje, zadatke, vrijeme, brzinu i veliku količinu ostalih faktora ključnih za uspješnu proizvodnju.

5.4. IV. Faza – Potpuni genijalac

Ovo je posljednja faza implementacije u kojoj umjetna inteligencija postaje toliko svjesna situacije u kojoj se nalazi da većinu poslova može obavljati sama te je poprimila ogromnu količinu podataka od godina poslovanja da je u stanju davati savjete rukovodstvu tvrtke. Ova faza je još poprilično daleko od izvedivosti, no razvija se iz dana u dan sa novim razmišljanjima i stavovima rukovodstva tvrtke.

U ovom radu naglasak će biti stavljen na provedbu prve dvije faze ovog projekta. Naime, detaljno će se analizirati već provedena prva faza te će glavni dio biti fokusiran upravo na provedbu druge faze čiji je krajnji rezultat gotov proizvod koji se može ponuditi tržištu neovisno o industriji.

6. UVOĐENJE AI-A

6.1. Snimka trenutnog stanja

Kako je već ranije navedeno, radi se o tvrtki koja posljednjih 10ak godina izdvaja značajnu količinu sredstava kako bi nabavila najmodernije tehnologije, kojima bi mogla proizvoditi i dobavljati najkvalitetnije proizvode od stakla na ekološki prihvatljiv način. Višegodišnja ulaganja jasno ukazuju na dugoročnu viziju tvrtke u kojoj Gorica staklo želi biti vodeći hrvatski brend u staklarstvu koji će osigurati svojim potrošačima, zaposlenicima, zajednici, poslovnim partnerima svijetlu budućnost pogledom kroz proizvode od stakla.

Analiza dosadašnjih poslovnih aktivnosti tvrtke s jasnim fokusom na izvozne aktivnosti ukazuje na njihov ključni doprinos daljnjem rastu i razvoju. Kroz sustavnu provedbu izvoznih strategija, tvrtka bi uspješno proširila svoje tržište, diversificirala prihode te ostvarila konkurentske prednosti na globalnoj razini.

Izvozne aktivnosti pokazale su se kao neizostavan faktor u postizanju dugoročne održivosti poslovanja, pridonoseći jačanju financijske stabilnosti i povećanju tržišnog udjela. Osim toga, povećana globalna prisutnost tvrtke rezultirala bi uspostavom strateških partnerskih odnosa, čime bi se dodatno proširila mreža poslovnih prilika.

Tvrtka je zaključila kako trenutna razina distribucije informacija unutar poduzeća nije na zadovoljavajućoj razini te je istu potrebno značajno povećati kako bi se tvrtka mogla ravnopravno nositi s ostalim multinacionalnim kompanijama koje već dulji niz godina posluju na planiranim izvoznim tržištima.

Naime, ključno je naglasiti kako je kao glavni problem distribucije informacija unutar tvrtke, ali i informacija koje izlaze van nje, upravo nedostatna količina kontrole istih. Baš zato je ključna ideja implementacije AI sustava povećati kontrolu te u isto vrijeme maksimalno olakšati rukovodstvu firme pristup svim traženim informacijama u najbržem mogućem vremenskom roku.

Trenutnim načinom distribucije informacija van tvrtke, rukovodstvo ne može na vrijeme reagirati na nastanak potencijalnog problema jer nema uvid u svaki e-mail koji se šalje postojećim ili potencijalnim klijentima. Ovakav način „kontrole“ za tvrtku je neprihvatljiv jer za mogući problem saznaje puno prekasno, tj. za mogući problem se saznaje tek u trenutku kada je on nastao bez mogućnosti eliminacije mogućnosti nastanka istog.

Kako bi uspješno riješila navedeni problem, tvrtka prvim dijelom implementacije projekta, tzv. „Virtualnim asistentom“, planira značajno povećati razinu kontrole te omogućiti mogućnost

eliminacije nastanka potencijalnog problema prije nego bude prekasno, tj. i prije nego što problem uopće nastane.

6.2. Virtualni Asistent

Kako je već ranije navedeno, projekt uvođenja AI-a u cjelokupno poslovanje odvija se u dva ključna dijela, od kojih se svaki dio sastoji od dvije faze. Ovim radom planira se dati detaljan uvid u procese koji su se odvijali u prvom dijelu te kako će izgledati finalni proizvod, tzv. Virtualni Asistent, nakon što završe prve dvije faze implementacije.

Ključni cilj je ostvariti samostalni sustav koji je napredniji od svih „gotovih“ rješenja, koja se na tržištu u posljednje vrijeme, višestruko nude te ispoštovati glavnu ulogu samog sustava: Nadzor nad distribucijom informacija unutar tvrtke.

6.2.1. I faza

Glavna uloga AI potpomognutog sustava “Virtualni Asistent (VA)” Gorica Staklu jest asistent u poslovanju. Primarne zadaće VA, na koje je stavljen glavni naglasak u prvom dijelu razvoja, su upravljanje poslovnom mail komunikacijom te AI bazirana chatbot aplikacija putem koje ovlašteni djelatnici imaju uvid u poslovanje te mogu upravljati podacima koji se koriste prilikom preusmjerenja mailova. Razvijanje je započelo u svibnju 2023. godine kroz dvije početne faze. Faza I bila je dugoročno ključna za uspješnu provedbu cijelog projekta. Naime, prvom fazom bilo je najbitnije definirati matične podatke kojima će se puniti AI te postaviti temelje daljnjeg razvijanja agenata koji su glavni dio faze II. Matični podaci koji su bili ključan dio razvoja AI-a bili su slijedeći:

- Preuzimanje podataka o kupcima, referentima i ponudama iz postojećih sustava Gorica Stakla (Microsoft Exchange Server, custom ERP sustav)
- Povezivanje klijenata (kupaca) s njihovim mail kontaktima i mail domenama
- Određivanje primarnih i sekundarnih referenata Gorica Stakla po kupcima prema kriteriju najčešće komunikacije, odnosno prema inicijalno definiranim kontaktima u ERP-u

Također, bilo je ključno AI početi učiti i upravljanju poslovnim mail porukama, jer se čitav razvoj faze II temelji na komunikaciji putem mailova, kako ulaznih, tako i izlaznih. Ključne stavke prepoznate kao najbitnije za razvoj u ovoj fazi bile su:

- Presretanje dolaznih vanjskih mailova
- Preusmjeravanje mailova zaduženim referentima
- Priprema za odobrenje ili zaustavljanje odlaznih mailova (npr. kod kompleksnih ponuda)
- Podrška za više internih domena
- Obrada mailova poslanih na grupu, ugniježđenih mailova, poziva na sastanke, junk mailova, povjerljivih mailova

Kako se drugom fazom planira uspostaviti i kontrola nad zaposlenicima unutar poduzeća bilo je potrebno razviti i slijedeće aspekte AI kao pripremu za daljnju realizaciju:

- Prijava odsustva djelatnika - djelatnici putem maila prijavljuju izostanak s posla (godišnji odmor, bolovanje, porodiljni dopust, slobodni dan i sl)
- Uprava putem chata prijavljuje izostanak djelatnika

Krajnji korak razvoja faze I bio je kreiranje Chatbot aplikacije VA, kojom je Uprava tvrtke mogla testirati trenutni napredak AI-a te kroz rad s njime uvidjeti koja su još potrebna unaprjeđenja kako bi sustav nakon faze II bio kompletiran. Ključne stavke koje su provjeravane i zahtijevane od Chatbot aplikacije VA bile su:

- Upiti u strukturirane podatke – o kupcima, referentima, primljenim i poslanim mailovima
- Ocjena odgovora Virtualnog Asistenta
- Evidencija odsutnosti djelatnika
- Promjena primarnog ili sekundarnog referenta putem chata
- Zadavanje trajnih naredbi za korisnike
- Pristup aplikaciji ograničen na Upravu

6.2.2. II faza

Distribucija informacija, vrlo je teško precizirati što se točno misli pod tim pojmom, no kako bi se uspješno realizirala implementacija AI-a, tvrtka je trenutni naglasak stavila na distribuciju informacija putem mail adresa, kako onih koje ulaze u tvrtku, tako i onih koje se kreću unutar nje i naposljetku i onih koje izlaze van tvrtke.

Kako bi se uspješno implementirala AI u svaki od ova tri procesa bilo je potrebno umjetnu inteligenciju učiti o podacima koji su ključni za prepoznavanje potencijalnih prilika i prijetnji. Iako se većina ovog procesa odvijala, kako je ranije navedeno, u prvoj fazi, najjednostavnije je ovaj dio učenja opisati kao završno uljepšavanje. Naime, tvrtka ne želi žuriti s fazama cijelog procesa i na kraju isporučiti proizvod koji je u svakoj fazi odrađen do 80% posto, već svaku fazu želi dovesti do savršenstva kako bi krajnji rezultat bio stopostotno ispravan i efikasan.

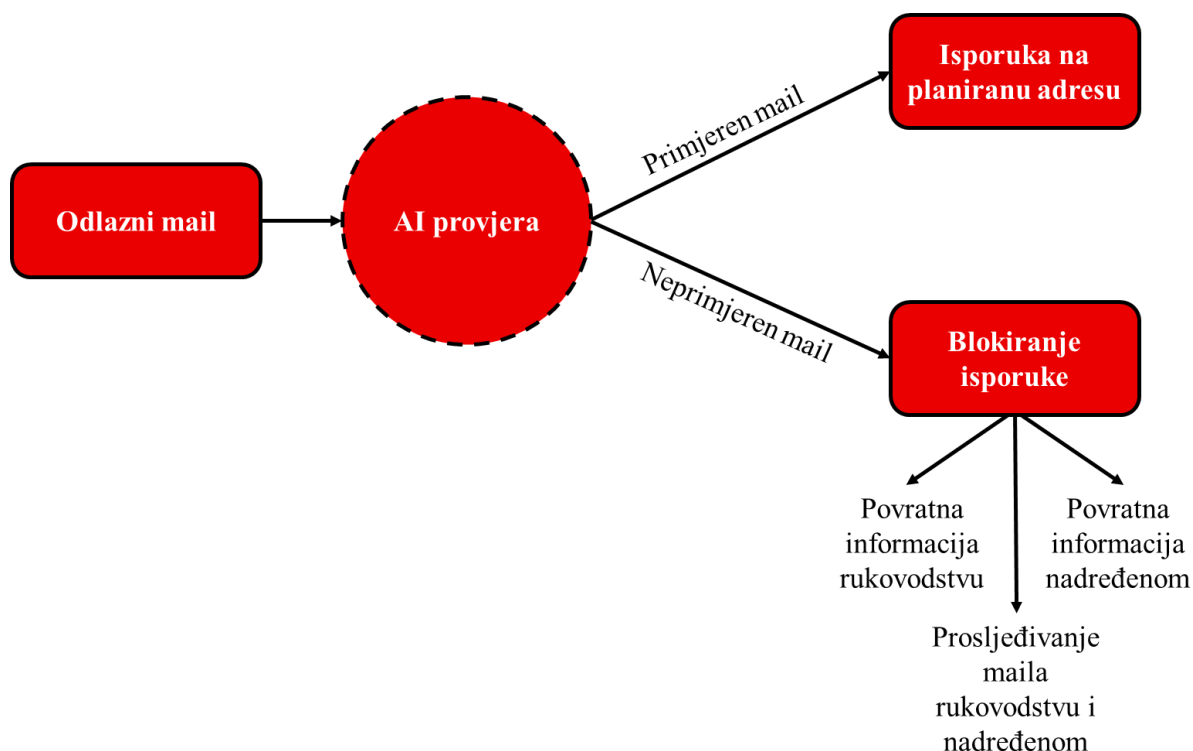
Također, bilo je potrebno navesti ključne dijelove ove faze te je isto učinjeno stvaranjem tzv. „Agenata AI-a“ od kojih je svaki zadužen za provođenje jedne od stavki ključnih za uspješnu realizaciju druge faze i prvog dijela.

6.2.2.1. Agenti

Unutar projekta navedeno je pet ključnih agenata i to specifično:

- 1) **Agent Block** – radi se o agentu čije je uloga najzahtjevnija, ali i najbitnija za uspješnu kontrolu distribucije informacije. Naime, njegova je uloga praćenje svih izlaznih mailova prema potencijalnim ili budućim partnerima te one mailove koji u sebi sadržene nestručne elemente (bezobrazan ton, neprimjerene riječi, proste riječi, nasilan ton, prijetnje i sl.) stopirati. Nakon što je blokirano slanje određenog maila, informaciju o tome prosljeđuje rukovodstvu tvrtke, kao i osobi nadležnoj za kontrolu određenog zaposlenika. Također, uz informaciju o neprimjerenom mailu, dostavlja se i čitav mail kao i informacija zašto je AI tako procijenio i odlučio blokirati izlazak maila.

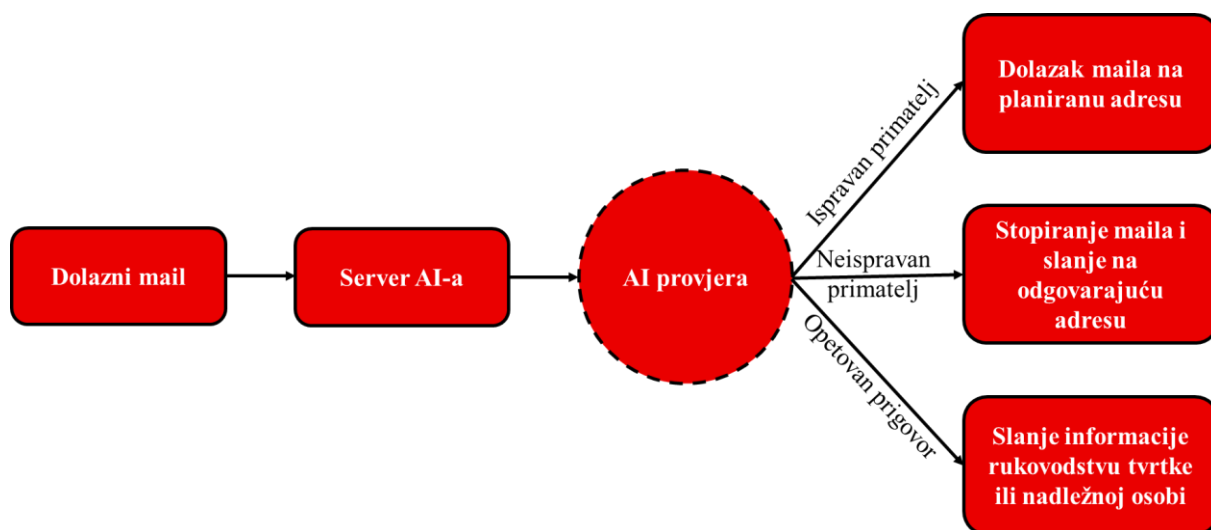
Grafički shema funkcioniranja agenta Block prikazan je na slici 25.



Slika 25. Shema funkcioniranja Agent Block

2) **Agent Distribution** – glavna uloga ovog agenta, još zvanog Agent Right, jest ispravna isporuka svih dolaznih mailova u tvrtki. Detaljnije, svaki mail koji dolazi na server tvrtke, prvo prihvaća AI, proučava sadržaj mail i te ovisno o sadržaju maila isti ili dostavlja na napisanu mail adresu ili mijenja adresu na koju mail treba stići. Primjerom, ukoliko mail vezan uz reklamaciju određenog proizvoda ili isporuke dolazi na mail kontakt@goricastaklo.hr (koji je dostupan na web stranici tvrtke), AI će isti primiti, proučiti te isti neće poslati na traženu adresu već će isti poslati osobi u tvrtki koja je zastupnik kompanije koja je poslala prigovor. Isto tako, ukoliko se radi o opetovanim prigovorima, taj će se mail, uz osobu koja je zastupnik, poslati i rukovodstvu tvrtke kako bi uspješno i pravovremeno moglo reagirati na nastalu situaciju. Također, kao i kod prethodnog agenta, moći će vrlo jednostavno odgovoriti zašto se ta informacija morala naći kod određene osobe.

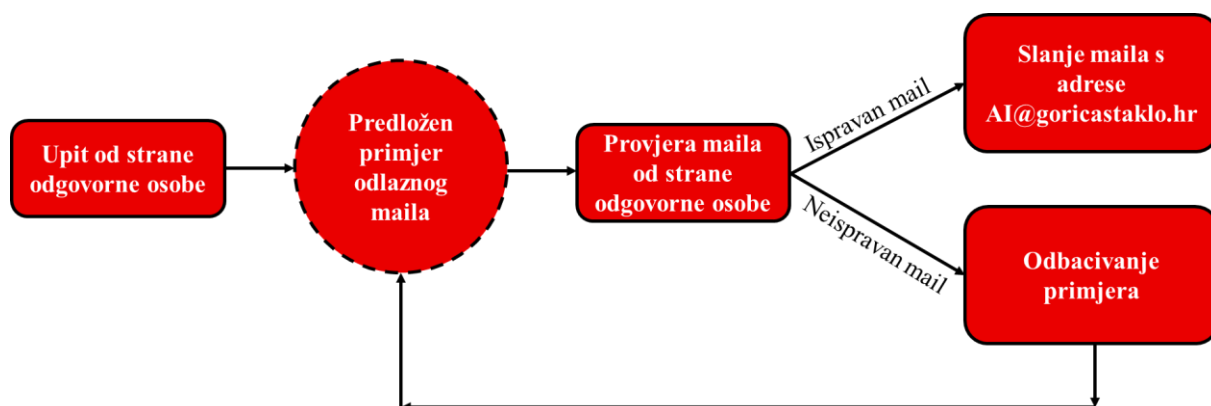
Grafički shema funkcioniranja agenta Distribution prikazan je na slici 26.



Slika 26. Shema funkcioniranja Agentu Distribution

3) *Agent E-mail* – uz, naravno, marketinški cilj u vidu informacije o korištenju AI-a, ovaj agent mora olakšati komunikaciju u trenucima povećane potražnje. Naime, ovaj agent, sa svoje osobne mail adrese AI@goricastaklo.hr može sam poslati mail. Naravno, mail se šalje na upit uz prethodnu prezentaciju planiranog radi provjere, no maksimalno olakšava odgovaranje na u tom trenutku, nepotrebne mailove na koje se nepotrebno troši vrijeme. Funkcionira kao „virtualna tajnica“ koja je štiti od vanjskog svijeta i neželjenih mailova.

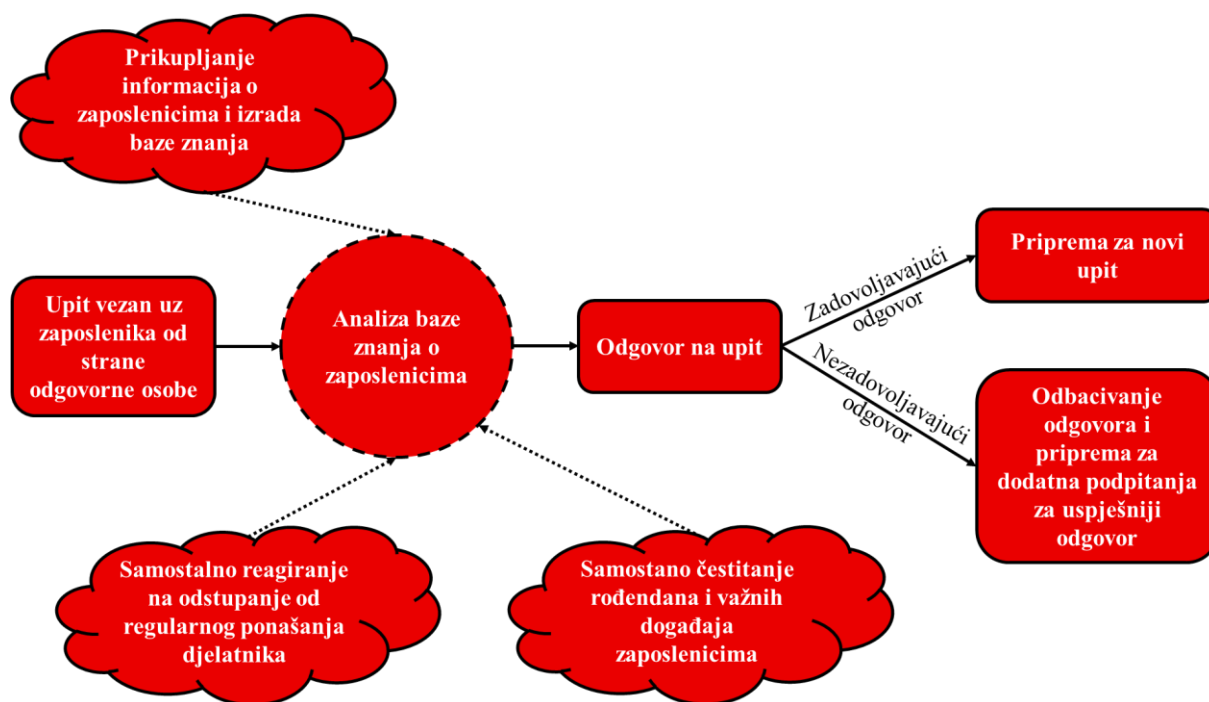
Grafički shema funkcioniranja agenta E-mail prikazan je na slici 27.



Slika 27. Shema funkcioniranja Agentu E-mail

- 4) **Agent Information** – ovaj agent mora u svakom trenutku biti u mogućnosti rukovodstvu tvrtke dati informaciju vezanu uz zaposlenike. Točnije, njegov glavni zadatak je pohraniti informacije i stvoriti bazu znanja o zaposlenicima, usvojiti njihove radne navike i pratiti njihov rad. Kako se i od zaposlenika očekuje suradnja i komunikacija s AI-em te su trenutne povratne informacije i više nego zadovoljavajuće, AI mora biti u mogućnosti javljanja informacija o zaposlenicima čak i kada oni to nisu javili sami. Primjerom, djelatnik koji je zaboravio prijaviti informaciju o započetom bolovanju, isto nije morao niti napraviti jer je AI skupio dovoljnu količinu informacija te je mogao obavijestiti rukovodstvo o nedostatku određenog djelatnika. Ovaj agent također će i pohraniti i osobne podatke o zaposlenicima te će jedan od primjera uporabe istih biti čestitanje rođendana ili ostalih važnih trenutaka.

Grafički shema funkcioniranja agenta Information prikazan je na slici 28.

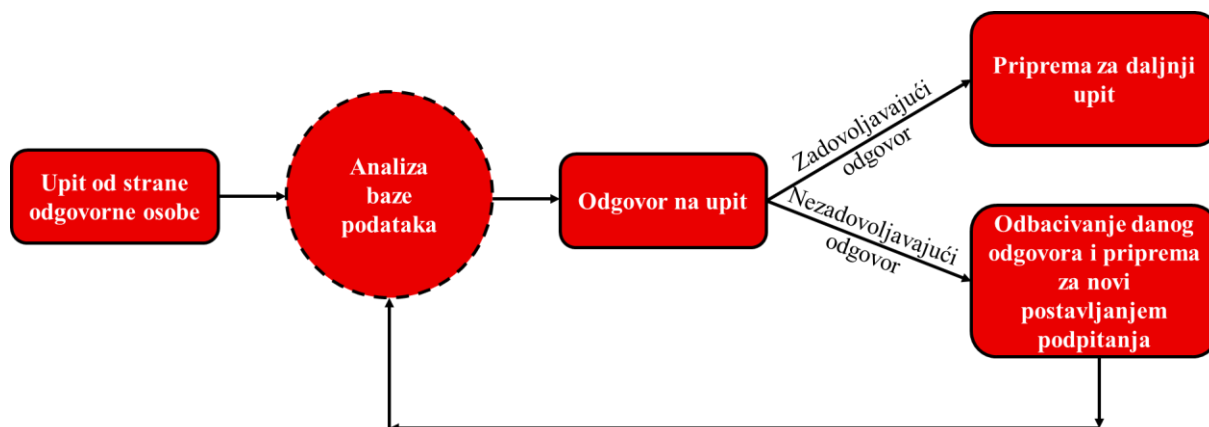


Slika 28. Shema funkcioniranja Agenta Information

- 5) **Agent Help** – radi se vrlo sličnom agentu u odnosu na prethodnog, no ovaj agent ima pristup svim informacijama unutar tvrtke, a ne samo o zaposlenicima. Svatko u tvrtki, ovisno o poziciji unutar iste, ima pristup određenoj količini informacija kroz razgovor s AI-em. Rukovodstvo tvrtke može u vrlo kratkom periodu, točnije kroz nekoliko rečenica, doći do točne informacije koja ga u tom trenutku zanima. Detaljnije, ukoliko

se primijeti nedovoljno kvalitetan rezultat od strane određenog zastupnika, u nekoliko upita može se doći do dnevne, tjedne ili mjesečne analize istog kako bi se uvidjelo gdje je problem nastao i kako ga najefikasnije riješiti.

Grafički shema funkcioniranja agenta Distribution prikazan je na slici 29.



Slika 29. Shema funkcioniranja Agenta Help

6.3. Virtualni voditelj

Nakon uspješno provedenog prvog dijela projekta, plan je dodatno unaprijediti svo stečeno znanje AI-a te ga implementirati i u ostale procese unutar poduzeća. Naglasak virtualnog voditelja bio bi naravno na još boljoj i samostalnijoj kontroli informacija, ali i na uplitanju istog u procese o kojima je do sada samo učio. Naravno, ulazak u proces proizvodnje, obrade, pakiranja, narudžbi, prodaje i sl. nije jednostavan zadatak, no s velikom količinom informacija koju bi umjetna inteligencija do tada treba posjedovati, ovaj korak ne zabrinjava previše.

Dakako, važno je ponovno napomenuti kako tvrtka ne želi brzati s čitavim projektom te je iz toga jasno zaključivo kako se drugi dio, zasad, nalazi isključivo kao ideja na papiru, no uzimajući u obzir trenutnu brzinu uspješne implementacije i očekivanja vezana uz završetak druge faze do kraja 2023. godine, početak realizacije drugog dijela više i nije u tako dalekoj budućnosti.

6.3.1. III. Faza

Daljnji razvoj u fazi III naslanja se na postignute rezultate iz faze II za koje je planirano dodatno unaprjeđenje. Glavnina planiranih aktivnosti bazirana je na uspostavi komunikacije umjetne

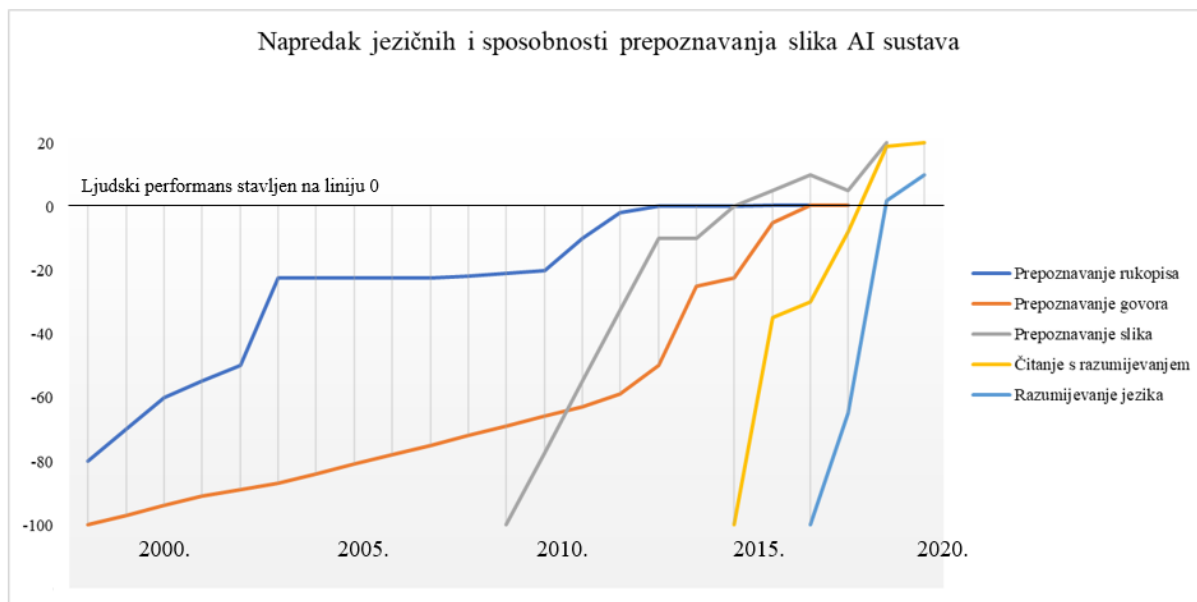
inteligencije i postojećeg ERP sustava. Kao i u prethodnim slučajevima, faza III sastoji se od nekoliko ključnih komponenti koje je želja realizirati, a to su:

- 1) Komunikacija s klijentima – u ovom koraku implementacije cilj je napraviti agenta koji provjerava sadržaj svake narudžbe ili ponude, uspoređuje istu s upitom te vrši nadzor u vidu provjere napisanog unutar ponude sa cjenikom kupaca koji se nalazi unutar ERP sustava. Naime, glavni zadatak ovog agenta je zaustaviti nepravilno napravljenu ponudu te povratnom informacijom rukovodstvu dati do znanja da je došlo do greške. Ovim putem maksimalno će se minimizirati mogućnost ljudske pogreške što će uzrokovati rast efikasnosti i kvalitete usluge.
- 2) Proizvodnja – nakon što je AI već povezan s postojećim ERP sustavom u tvrtki, početna ideja je pomoću barkodova i čitača omogućiti implementaciju AI-a u proizvodni proces. Naime, svaka će narudžba posjedovati vlastiti bar kod koji će, nakon očitavanja istog na stroju bar kod čitačem, stroju dati uvid u narudžbu te će stroj, uz pomoć umjetne inteligencije sam izvršiti traženu radnju i tako dodatno smanjiti mogućnost ljudske pogreške i u proizvodnom procesu. Krajnji cilj ovog dijela jest omogućiti umjetnoj inteligenciji, uz pomoć neprogramiranih robota i mikrosenzora koji čitav pogon snimaju na vrhunskoj razini, programiranje robota i vođenje čitavog proizvodnog pogona uz minimalan do nikakav doprinos čovjeka. Detaljnije, čovjekova uloga većinom će biti nadziranje rada robota sa sigurne udaljenosti te završna kontrola gotovih proizvoda. Kako se radi o industriji u kojoj su ozlijede na radu vrlo opasna stavka jer se radi o repromaterijalu koje pri obradi vrlo lako puca i može izazvati ozbiljne ozlijede, ovaj korak minimizirao bi, ako ne i u potpunosti uklonio opasnost po čovjeka u ovom dijelu proizvodnog procesa.
- 3) Neispravne narudžbe – nekada je staklarska industrija počivala na prodaji stakla koje nije dovoljno dobro za isporuku kupcu, tj. ima grešku. Kako vrijeme prolazi, mijenjaju se i trendovi u ovoj industriji i više ne postoje manji obrti koji ostvaruju ozbiljne prihode kupovinom, obradom i preprodajom rabljenog stakla s greškom. Kako bi se eliminirao ovaj trošak, umjetna inteligencija bit će naučena prepoznati mogućnost neispravne narudžbe te će na istu moći ranije reagirati nego što je to do sada radio čovjek. Naravno, neispravnih stakala će i dalje biti, no smanjit će se njihovo vrijeme provedeno u procesu proizvodnje te će biti izdvojeni iz istog sa željom što brže i efikasnije isporuke gotovih proizvoda. Neispravna stakla neće se baciti već će umjetna inteligencija ta stakla preusmjeravati na ponovno taljenje.

6.3.2. IV. Faza

Radi se posljednjoj fazi, ali isto tako i o fazi o kojoj je trenutno najkompleksnije pisati. Naime, radi se o trenutku kada umjetna inteligencije uznapreduje do te mjere da u potpunosti vlada svom materijom koju posjeduje vezano uz tvrtku, ali i uz sve podatke vezane uz trenutne tržišne trendove i predviđanja budućih trendova. Točnije, umjetna inteligencija postaje toliko svjesna situacije u kojoj se nalazi da većinu poslova može obavljati sama, od distribucije komunikacija unutar tvrtke, do procesa nabave, proizvodnje, pakiranja, prodaje, dostave i sl. te je poprimila ogromnu količinu podataka od godina poslovanja da je u stanju davati savjete rukovodstvu tvrtke.

Nije potrebno previše naglašavati kako je ova faza još uistinu daleko te će razvijati simultano sa sve bržim razvojem umjetne inteligencije. No, treba naglasiti kako je razvoj elemenata iz ovog polja uvijek bio poprilično skokovit – točnije, novim inovativnim rješenjima osiguravani su trenutni skokovi koji bi nakon što dosegnu svoj vrhunac dugo vremena stagnerali i čekali novi skok razvojem nekog novog inovativnog rješenja. Na grafičkom prikazu na slici 30 jasno je vidljivo kako se u različitim sferama razvoj ponašao gotovo identično, nagli skokovi pa vrijeme stagnacije.



Slika 30. Napredak jezičnih i sposobnosti prepoznavanja slika AI sustava [17]

7. ZAKLJUČAK

Kroz jasan pregled svoje povijesti i razvoja, jasno je zaključiti da AI predstavlja ključni faktor u transformaciji tradicionalnih poslovnih modela. Suvremeno poslovanje zahtijeva inovativne pristupe, a implementacija AI-a donosi brojne prednosti koje mogu značajno unaprijediti efikasnost i konkurentnost organizacije. Potrebno je naglasiti kako nije svaka tvrtka spremna upustiti se u pothvat koji mnogi smatraju korakom budućnosti, no one koje to odluče, kao što je Gorica staklo, imaju priliku razviti konkurentsku prednost nad manje fleksibilnim kompanijama.

Kroz analizu egzaktnih podataka i informacija, pokazalo se da primjena AI-a u distribuciji informacija donosi značajna poboljšanja u brzini, točnosti i personalizaciji procesa te omogućava jednostavnije kontroliranje komunikacijskih procesa rukovodstvu tvrtke. Automatizacija rutinskih zadataka oslobađa značajnu količinu vremena koje se efikasnije iskorištava za kreativniji rad i donošenje strateških odluka. Također, implementacija naprednih analitičkih algoritama omogućava dublje razumijevanje potreba korisnika, što rezultira boljim prilagodbama proizvoda ili usluga.

Važno je istaknuti da uspjeh implementacije AI-a ovisi o suradnji svih relevantnih zaposlenika unutar organizacije. Edukacija zaposlenika o prednostima i primjenama umjetne inteligencije ključna je kako bi se osigurala glatka tranzicija prema digitaliziranom okruženju. Također, konstantno praćenje etičkih standarda u korištenju podataka i algoritama nužno je kako bi se izbjegli potencijalni problemi i očuvalo povjerenje korisnika.

Najbitnije, ovaj rad naglašava važnost pravovremene integracije umjetne inteligencije u poslovne procese radi optimizacije distribucije informacija. Ubrzanje digitalne transformacije nije samo tehnološki imperativ, već i ključna strategija za dugoročnu održivost i stvaranje konkurentne prednosti. Kroz mudro vođenje ove transformacije, organizacije mogu očekivati poboljšanje operativne učinkovitosti, povećanje zadovoljstva korisnika te otvaranje novih mogućnosti za inovacije. Implementacija AI-a nije samo korak prema budućnosti, već i odgovor na zahtjeve suvremenog poslovnog okruženja koje traži agilnost, prilagodljivost i visokokvalitetnu distribuciju informacija.

LITERATURA

- [1] De Spiegeleire, Stephan, et al. "Front Matter." *ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE FUTURE OF DEFENSE: STRATEGIC IMPLICATIONS FOR SMALL- AND MEDIUM-SIZED FORCE PROVIDERS*, Hague Centre for Strategic Studies, 2017, pp. 2–5.
- [2] R. Bader, A. Ali and N. M. Mirza, "AI and Robotics Leading Industry 4.0," 2022 9th International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IOTSMS), Milan, Italy, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/IOTSMS58070.2022.10061911.
- [3] Vernima Susanne, Bauera Harald, Rauchb Erwin, Thejls Zieglerc Marianne, Umbrello Steven: *A value sensitive design approach for designing AI-based worker assistance systems in manufacturing*, 2022. *Procedia Computer Science* 200 (2022) 505–516
- [4] Mypati Omkar, Mukherjee Avishek, Mishra Debasish, Kanta Pal Surjya, Pratim Chakrabarti Partha, Pal Arpan: *A critical review on applications of artificial intelligence in manufacturing*. *Artificial Intelligence Review* 56(Suppl 1):1-108 2023
- [5] Waschull Sabine, Emmanouilidis Christos. *Development and application of a human-centric co-creation design method for AI-enabled systems in manufacturing*. 2022. *IFAC PapersOnLine* 55-2 (2022) 516–521
- [6] Vyhmeister Eduardo, G. Castane Gabriel, Buchholz Johan, "Ostberg Per-Olov. *Lessons learn on responsible AI implementation: the ASSISTANT use case*. 2022. *IFAC PapersOnLine* 55-10 (2022) 377–382
- [7] Haindl Philipp, Hoch Thomas, Dominguez Javier, Aperribai Julen, Kemal Ure Nazim, Tunçel Mehmet. *Quality Characteristics of a Software Platform for Human-AI Teaming in Smart Manufacturing*. 2022
- [8] Sudski registar – Ministarstvo pravosuđa, za Gorica staklo d.o.o., dostupno na: https://sudreg.pravosudje.hr/registar/f?p=150:28:0::NO:28:P28_SBT_MBS:080335567 [pristupljeno 28.10.2023.]
- [9] Dickson Ben. *What is symbolic artificial intelligence?*. 2019. dostupno na: <https://bdtechtalks.com/2019/11/18/what-is-symbolic-artificial-intelligence/> [pristupljeno 07.11.2023.]
- [10] Internetska stranica tvrtke Gorica staklo d.o.o. dostupna na: <https://www.goricastaklo.hr/> [pristupljeno 28.10.2023.]
- [11] Roser Max. "The brief history of artificial intelligence: The world has changed fast – what might be next?" Published 2022 online at OurWorldInData.org. Preuzeto sa: <https://ourworldindata.org/brief-history-of-ai>

- [12] Zilis Shimon. „*The Current State of Machine Intelligence 3.0*“. 2016. dostupno na: <https://www.shivonzilis.com//machineintelligence> [pristupljeno 3.11.2023.]
- [13] McKinsey & Company. *The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year*. 2023. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2023-generative-ais-breakout-year> [pristupljeno 3.11.2023.]
- [14] AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University, Stanford. *NetBase Quid (2022) via the AI Index 2023 Annual Report*. 2023. dostupno na: <https://ourworldindata.org/grapher/corporate-investment-in-artificial-intelligence-by-type> [pristupljeno 5.11.2023.]
- [15] Center for Security and Emerging Technology. *Emerging Technology Observatory Advanced Semiconductor Supply Chain Dataset (2022 release)*. 2022. dostupno na: <https://ourworldindata.org/grapher/market-share-logic-chip-production-manufacturing-stage> [pristupljeno 5.11.2023.]
- [16] Blessing Afolabi. *Ways to utilise virtual assistants*. 2023. dostupno na: <https://punchng.com/ways-to-utilise-virtual-assistants/> [pristupljeno 11.11.2023.]
- [17] Roser Max. *The brief history of artificial intelligence: The world has changed fast – what might be next?*. 2022. dostupno na: <https://ourworldindata.org/brief-history-of-ai> [pristupljeno 11.11.2023.]
- [18] *Artificial Intelligence (AI) in Manufacturing Market*, 2023. dostupno na: [https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-in-manufacturing-market#:~:text=The%20global%20artificial%20intelligence%20\(AI,forecast%20period%202023%20to%202032](https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-in-manufacturing-market#:~:text=The%20global%20artificial%20intelligence%20(AI,forecast%20period%202023%20to%202032). [pristupljeno 11.11.2023.]
- [19] Laskowski Nicole, Tucci Linda., *A guide to artificial intelligence in the enterprise, DEFINITION - Artificial intelligence (AI)*, 2023, dostupno na: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AI-Artificial-Intelligence> [pristupljeno 11.11.2023.]
- [20] Boucher Philip. *Artificial intelligence: How does it work, why does it matter, and what can we do about it?*. Scientific Foresight Unit (STOA). 2020
- [21] C. Bezdek James. *On the relationship between neural networks, pattern recognition and intelligence*. The International Journal of Approximate Reasoning. 1992. 6: 85-107
- [22] Klement Peter, Slany Wolfgang. *Fuzzy Logic in Artificial Intelligence*. Christian Doppler Laboratory for Expert Systems, Beč, Austrija. 1994

- [23] Simplelearn. *What Are Expert Systems In AI? Complete Guide*. 2023. dostupno na: https://www.simplilearn.com/tutorials/artificial-intelligence-tutorial/what-are-expert-systems-in-ai#examples_of_expert_systems [pristupljeno 24.11.2023.]
- [24] Deb Sayantini. *What is Fuzzy Logic in AI and What are its Applications?* 2023. dostupno na: <https://www.edureka.co/blog/fuzzy-logic-ai/#applications> [pristupljeno 24.11.2023.]
- [25] Dastres Roza, Soori Mohsen. *Artificial Neural Network Systems*. International Journal of Imaging and Robotics (IJIR), 2021, 21 (2), pp.13-25. hal-03349542
- [26] Kwiatkowski Robert. *Gradient Descent Algorithm — a deep dive*. 2021. dostupno na: [https://towardsdatascience.com/gradient-descent-algorithm-a-deep-dive-cf04e8115f21#:~:text=Gradient%20descent%20\(GD\)%20is%20an,e.g.%20in%20a%20linear%20regression\).](https://towardsdatascience.com/gradient-descent-algorithm-a-deep-dive-cf04e8115f21#:~:text=Gradient%20descent%20(GD)%20is%20an,e.g.%20in%20a%20linear%20regression).) [pristupljeno 24.11.2023.]
- [27] J J O'Connor, E F Robertson. *Augustin Louis Cauchy - Biography*. 1997. dostupno na: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Cauchy/> [pristupljeno 24.11.2023.]
- [28] Khaleel, M., Ahmed, A. A. ., & Alsharif, A. *Artificial Intelligence in Engineering. Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, (2023). 3(1), 32-42. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v3i1.2170>
- [29] DeepAI text-to-image generator. dostupno na: <https://deepai.org/machine-learning-model/text2img> [pristupljeno 24.11.2023.]
- [30] Alfonseca, M., Cebrian, M., Anta, A. F., Coviello, L., Abeliuk, A., & Rahwan, I. *Superintelligence cannot be contained: Lessons from Computability Theory*. Journal of Artificial Intelligence Research 2021. DOI: 10.1613/jair.1.12202
- [31] Kanade Vijay. *What Is Super Artificial Intelligence (AI)? Definition, Threats, and Trends*. 2022. dostupno na: <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/super-artificial-intelligence/> [pristupljeno 24.11.2023.]
- [32] Roeschl Tobias. *Animations of Gradient Descent and Loss Landscapes of Neural Networks in Python*. 2020. dostupno na: <https://towardsdatascience.com/animations-of-gradient-descent-and-loss-landscapes-of-neural-networks-in-python-e757f3584057> [pristupljeno 24.11.2023.]
- [33] Miller Stephan. *What Does an AI Engineer Do?* 2022. dostupno na: <https://www.codecademy.com/resources/blog/what-does-an-ai-engineer-do/> [pristupljeno 24.11.2023.]

-
- [34] Foundation for Organisational Research and Education (FORE). *An Introduction to Machine Learning, Its Importance, Types, and Applications*. 2022. dostupno na: <https://www.fsm.ac.in/blog/an-introduction-to-machine-learning-its-importance-types-and-applications/#> [pristupljeno 24.11.2023.]
- [35] Haan Katherine, Watts Rob. *24 Top AI Statistics And Trends In 2023*. 2023. dostupno na: <https://www.forbes.com/advisor/business/ai-statistics/> [pristupljeno 24.11.2023.]