

# Umjetna inteligencija u logistici

---

**Kadić, Karlo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:080211>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-07**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**KARLO KADIĆ**

**UMJETNA INTELIGENCIJA U LOGISITICI**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**UMJETNA INTELIGENCIJA U LOGISTICI  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LOGISTIC**

**DIPLOMSKI RAD**

Kolegij: Umjetna inteligencija

Mentor: doc. dr. sc. Dario Ogrizović

Komentor: dr. sc. Nikola Anđelić

Student/studentica: Karlo Kadić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074503

Rijeka, rujan 2023.

Student: Karlo Kadić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074503

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom

---

*Umjetna inteligencija u logistici*

izradio/la samostalno pod mentorstvom

---

*doc. dr. sc. Dario Ogrizović*

te komentorstvom

---

*dr. sc. Nikola Anđelić*

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo/la u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezao/la s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student/studentica

*Karlo Kadić*

---

Karlo Kadić

Student/studentica: Karlo Kadić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112074503

IZJAVA STUDENTA – AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

  
\_\_\_\_\_

Karlo Kadić

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Dario Ogrizović i komentoru dr. sc. Nikola Anđelić na pomoći i savjetima pri izradi ovog diplomskog rada. Također zahvaljujem profesorima i asistentima Pomorskog fakulteta u Rijeci na prenesenom znanju.

Veliku zahvalu iskazujem svojim roditeljima, bratu, sestri te djevojci i prijateljima na podršci i strpljenju tijekom školovanja.

## SAŽETAK

Cilj ovog diplomskog rada je pomnije istražiti upotrebu umjetne inteligencije u sferi logistike te analizirati njene prednosti i nedostatke u poslovanju. Iako je umjetna inteligencija još u svojim početnim fazama kada se pogleda poslovna implementacija pretpostavlja se da će u potpunosti promijeniti i unaprijediti logističko poslovanje.

Glavna primjena umjetne inteligencije u logistici pronalaze se u: automatiziranim skladištima, dostavnim dronovima, prediktivnom održavanju, optimizaciji rute, pomacima u pomorskoj industriji, autonomnim dostavnim vozilima i upravljanju zalihama. Implementacija umjetne inteligencije u logistiku donosi velik porast profitabilnosti poslovanja, poboljšava učinkovitost radnika, smanjuje troškove i povećava sigurnost zaposlenika. Jedini veliki nedostatak je skupa početna investicija implementacije.

**Ključne riječi:** umjetna inteligencija, logistika, autonomni rad.

## SUMMARY

The goal of this diploma thesis is to investigate more closely the use of artificial intelligence in the field of logistics and to analyze its advantages and disadvantages in business. Although artificial intelligence is still in its initial stages when observing business implementation, it is assumed that it will completely change and improve logistics business.

The main applications of artificial intelligence in logistics are found in: automated warehouses, delivery drones, predictive maintenance, route optimization, developments in the maritime industry, autonomous delivery vehicles and inventory management. The implementation of artificial intelligence in logistics brings a great increase in business profitability, improves worker efficiency, reduces costs, and increases employee safety. The only major drawback is the expensive initial investment of implementation.

**Keywords:** artificial intelligence, logistics, autonomous work.

# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK</b> .....	<b>III</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>III</b>
<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>IV</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA .....	2
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	2
1.4. ZNANSTVENE METODE .....	2
1.5. STRUKTURA RADA.....	3
<b>2. LOGISTIKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. POMORSKA LOGISTIKA.....	5
2.2. TIPOVI LOGSITIKE .....	6
2.3. KRATKA POVIJEST LOGISTIKE.....	7
<b>3. UMJETNA INTELIGENCIJA</b> .....	<b>9</b>
3.1. POVIJEST UMJETNE INTELIGENCIJE.....	10
3.2. PRISTUPANJE UMJETNOJ INTELIGENCIJI .....	12
3.2.1. <i>Ljudsko ponašanje: pristup Turing testom</i> .....	12
3.2.2. <i>Ljudsko razmišljanje: pristup kognitivnog modeliranja</i> .....	14
3.2.3. <i>Racionalno razmišljanje: pristup „zakona mišljenja“</i> .....	14
3.2.4. <i>Racionalno djelovanje: pristup racionalnog agenta</i> .....	15
3.2.5. <i>Korisni strojevi</i> .....	16
3.3. PREDNOSTI I NEDOSTATCI UMJETNE INTELIGENCIJE .....	18
3.3.1. <i>Prednosti umjetne inteligencije</i> .....	18
3.3.2. <i>Nedostatci umjetne inteligencije</i> .....	21
3.3.3. <i>Opasnosti umjetne inteligencije</i> .....	24
<b>4. UMJETNA INTELIGENCIJA U LOGISTICI</b> .....	<b>26</b>
4.1. AUTOMATIZIRANA SKLADIŠTA.....	28
4.2. DOSTAVNI DRONOVI .....	34
4.3. PREDIKTIVNO ODRŽAVANJE .....	38
4.4. OPTIMIZACIJA RUTE .....	42
4.5. UMJETNA INTELIGENCIJA U POMORSKOJ INDUSTRIJI.....	44
4.6. AUTONOMNA DOSTAVNA VOZILA U LOGITISCI.....	47
4.7. UPRAVLJANJE ZALIHAMA POMOĆU UMJETNE INTELIGENCIJE .....	50
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>53</b>



<b>LITERATURA .....</b>	<b>55</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>58</b>
<b>POPIS GRAFOVA .....</b>	<b>59</b>

# 1. UVOD

Logistika predstavlja sve radnje koje su potrebne kako bi sirovine, materijale ili gotove proizvode uz što manje troškova, u pravo vrijeme i u pravoj količini transportirali od mjesta proizvodnje do potrošača. Logistika je danas neizostavan dio svakog uspješnog poslovanja bilo to velikih ili malih brendova i poduzeća.

Umjetna inteligencija u potpunosti je promijenila pristup logistici te je omogućila novi, moderniji i efikasniji pristup u poslovanju logističkog opskrbnog lanca. Glavne prednosti implementacije umjetne inteligencije su poboljšanje učinkovitosti poslovanja, porast profitabilnosti, smanjenje mogućnosti ljudske pogreške i porast sigurnosti poslovanja. Najveću prepreku široke implementacije predstavljaju visoki početni troškovi koje manja poduzeća ne mogu podnijeti.

U ovom radu biti će istraženo što je logistika i koja je njezina svrha, kako je nastala umjetna inteligencija i koji su njezine prednosti i nedostaci, suživot umjetne inteligencije i logistike te u kojim se područjima logistike umjetna inteligencija pokazala kao najbolje rješenje za već postojeće probleme.

## 1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Sve veći broj kompanija počinje sa implementacijom umjetne inteligencije u svoje poslovanje. Iako je umjetna inteligencija nova i relativno neistražena vrsta poslovanja pokazuje velike i obećavajuće prednosti u poboljšanju ukupnog poslovanja uz relativno malo nedostataka. Područje umjetne inteligencije nakon svog nastanka duže vrijeme nije imalo velikih pomaka, ali dodatan razvoj računalne tehnologije i analize podataka pokazali su pravu korist primjene umjetne inteligencije u svakodnevnom poslovanju.

Logistika kao disciplina koja obuhvaća čitav opskrbni lanac od proizvodnje sve do dostave robe ili materijala kupcima može uvelike iskoristiti prednosti nove tehnologije. Glavni ciljevi u logističkom poslovanju su poboljšanje učinkovitosti, smanjenje troškova, povećanje sigurnosti zaposlenika i ostvarivanje što većeg zadovoljstva korisnika. Umjetna inteligencija svojim mogućnostima analize velikih količina podataka pokazala se kao optimalno rješenje za trenutne probleme u logistici. Iako velik dio opskrbnog lanca i dalje posluje na standardni način može se primijetiti polagana implementacija umjetne inteligencije u svaku sferu logističkog poslovanja. Trenutno najveću prepreku implementacije u logistiku predstavljaju troškovi

programiranja i suživot novih senzora i uređaja sa postojećim. Unatoč visokim početnim troškovima, istraživanja govore da će umjetna inteligencija u potpunosti promijeniti trenutno poslovanje logistike i da se svake godine sve više tvrtki odluči napraviti iskorak prema implementaciji umjetne inteligencije.

Predmet istraživanja ovog rada je prikazati što je umjetna inteligencija te koje su njene primjene u logistici. Koje su prednosti i nedostaci implementacije i poslovanja sa novom tehnologijom te u kojim sektorima i poslovima umjetna inteligencija može postići najviše kvalitetnih promjena.

## **1.2. RADNA HIPOTEZA**

Novim spoznajama o prednostima i nedostacima umjetne inteligencije u logistici moguće je pretpostaviti da će ona uvelike unaprijediti sektor logistike i logističkog poslovanja.

## **1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Svrha i cilj istraživanja ovog diplomskog rada je proučiti kako umjetna inteligencija mijenja dosadašnji pristup logistici.

Istraživanje se provodi kroz nekoliko pitanja:

- Što je logistika?
- Što je umjetna inteligencija?
- Kako umjetna inteligencija mijenja logističko poslovanje?
- Koje su njene prednosti i nedostaci?
- U kojim područjima umjetna inteligencija pokazuje najbolju primjenu?

## **1.4. ZNANSTVENE METODE**

Metode koje su se koristile pri izradi ovog diplomskog rada su: metoda deskripcije, indikativna metoda te metode analize i sinteze. Rad je izrađen prema smjernicama za izradu stručnog/znanstvenog rada. Analizu rada podupire sva dostupna literatura uključujući knjige, znanstvene članke i internetske stranice.

## **1.5. STRUKTURA RADA**

Ovaj diplomski rad sastavljen je od 5 poglavlja koja opisuju umjetnu inteligenciju u logistici, koja logistička poslovanja mijenja umjetna inteligencija i koje su njene prednosti i nedostatci.

Prvo poglavlje je uvod i sastoji se od problema, predmeta i objekta istraživanja, radne hipoteze, svrhe i ciljeva istraživanja, znanstvenih metoda i strukture rada. Drugo poglavlje pod naslovom logistika govori o logistici, njezinoj kratkoj povijesti i osnovnim tipovima logistike. Treće poglavlje opisuje što je umjetna inteligencija, kako je nastala, koji su pristupi umjetnoj inteligenciji te koje su njezine prednosti, nedostaci i opasnosti. Četvrto poglavlje umjetna inteligencija u logistici prikazuje u kojim sektorima logistike i opskrbnog lanca umjetna inteligencija ima najbolju integraciju i iskoristivost. Peto poglavlje i posljednje poglavlje je zaključak diplomskog rada.

## 2. LOGISTIKA

Logistika predstavlja sve radnje i postupke koji omogućuju da se proizvodi ili usluge u što manje vremena i uz što manje novca dovedu do potrošača. Te radnje obično obuhvaćaju poslove distribucije, skladištenja i transporta. Logistika je danas neizostavan dio svakog uspješnog poslovanja bilo to velikih ili malih brendova i poduzeća. Glavni cilj logistike je dovesti finalni proizvod ili sirovine do potrošača u pravoj količini i u pravo vrijeme. Kad kažemo u pravoj količini i u pravo vrijeme govorimo o tome da je izuzetno važno dostaviti proizvod u dogovorenoj i naručenoj količini te u striktno dogovoreno vrijeme bez kašnjenja i bez prijevremene dostave. Prijevremena dostava nije poželjna jer u poslovima i poduzećima gdje je svaki dio detaljno isplaniran prijevremena dostava može značiti da će količina proizvoda fizički poremetiti ili opstruirati rad, a ponekad neće ni biti dovoljno prostora za uskladištenje prijevremeno dostavljene robe. Dostava zadnje milje (engl. Last-mile delivery) iznimno je važan dio logistike koji obuhvaća dostavu robe od lokalnog distribucijskog centra do korisnika. Zadnja milja pokazala se kao iznimno skup dio sveobuhvatnog logističkog lanca i primarni cilj uspješne logističke distribucije je smanjiti nepotrebne troškove u zadnjem koraku poslovanja. Logističke funkcije obuhvaćaju sve postupke i aktivnosti koje je potrebno ispuniti kako bi ispunili određeni cilj.

Logističke funkcije su:

- Obrada narudžbe: Obuhvaća sve vezano za narudžbe proizvoda ili usluge,
- Rukovanje materijalom: Obuhvaća sva materijalna sredstva za premještanje proizvoda kako u skladištima, tako i između njih i prodajnih mjesta,
- Ambalaža: Sustavi koji se koriste za zaštitu i očuvanje proizvoda,
- Prijevoz robe: Utvrdite materijalna sredstva za transport proizvoda (kamion, vlak, brod) i planirajte rute koje osiguravaju najniže moguće troškove,
- Pohrana: Mjesto proizvoda, veličina i karakteristike skladišta,
- Kontrola dionica: Utvrdite zalihu proizvoda koju bi prodavač trebao imati na raspolaganju za prodaju, i
- Služba za korisnike: Uključuje usluge i sredstva potrebna kupcu za kupnju proizvoda.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Logistika – što je to, definicija i značenje, <https://hr.economy-pedia.com/11031425-logistics#> (05.08.2023)

## 2.1. POMORSKA LOGISTIKA

Porast globalizacije, količine proizvedenih resursa i tehnološki napredak u transportnom sektoru koji uključuje kontejnerizaciju, integraciju logistike i kontinuirani razvitak pomorske industrije u potpunosti su promijenili poziciju pomorske logistike i pomorskog prijevoza u svijetu. Mogućnosti svjetske trgovine su uz brz rast i razvitak tehnologije bile glavne sile koje su potakle rapidan razvoj prijevoza brodovima. Proizvođači su shvatili da uz relativno malo novca uz usporedbu sa prijevozom putem zraka ili cestom mogu prevesti i prodati svoj proizvod čitavom svijetu ako iskoriste prednosti pomorskog transporta. Oceanski prijevoz brodovima oduvijek je bio povezan sa trgovinom i prijevozom ljudi. Ta praksa stara je stotinama godina još od izgradnje prvih brodova sa jedrima koji su bili dovoljno snažni i dovoljno opremljeni da izdrže teške i nepredvidljive uvijete svjetskih oceana i mora. Glavni problem plovidbe oceanima bila je sigurnost i vrijeme putovanja, koje je uvelike skraćeno izumom prvih parobroda koji su potakli ljude da više okrenu brodskom prijevozu. Današnji brodovi omogućavaju transport velike količine tereta sa jedne strane svijeta na drugu, uz veliku sigurnost i u drastično kraće vrijeme nego prije nekoliko desetljeća. Pomorsku logistiku možemo definirati kao proces planiranja i upravljanja robe, materijala i informacija na morima i oceanima.<sup>2</sup>

Pomorska logistika je zadužena ne samo za individualne funkcije koje se odnose na pomorski transport već i za efektivni logistički tok kao sustavnu cjelinu logističkog integriranog sustava.<sup>3</sup> Aktivnosti pomorske logistike obuhvaćaju: ugovaranje transporta, pomorski transport, prekrcaj tereta, utovar i istovar, osiguravanje tereta, skladištenje, poslovanje distribucijskog centra, testiranje kontrole, pakiranje, popravak i dogovaranje prijevoza od luke do kopnenih odredišta. Trenutno stanje na tržištu pomorske logistike se polako stabilizira, ali i dalje se vide utjecaji ograničenja koja su postavljena zbog Covid-19 i rata u Ukrajini. Klimatske promjene i geopolitika izazvali su velike probleme i zaostatke u pomorskom prometu i logistici, prenatrpavši neke luke i zatvorivši druge. Sve poduzete mjere dovele su do rekonfiguracije velikog dijela svjetskih ruta što je rezultiralo kašnjenjima i višim troškovima otpreme. Unatoč svemu nakon stabilizacije predviđa se nastanak rasta količine tereta prevezenog pomorskim putem i porast prihoda koje će ostvariti sama industrija te sve povezane grane.

---

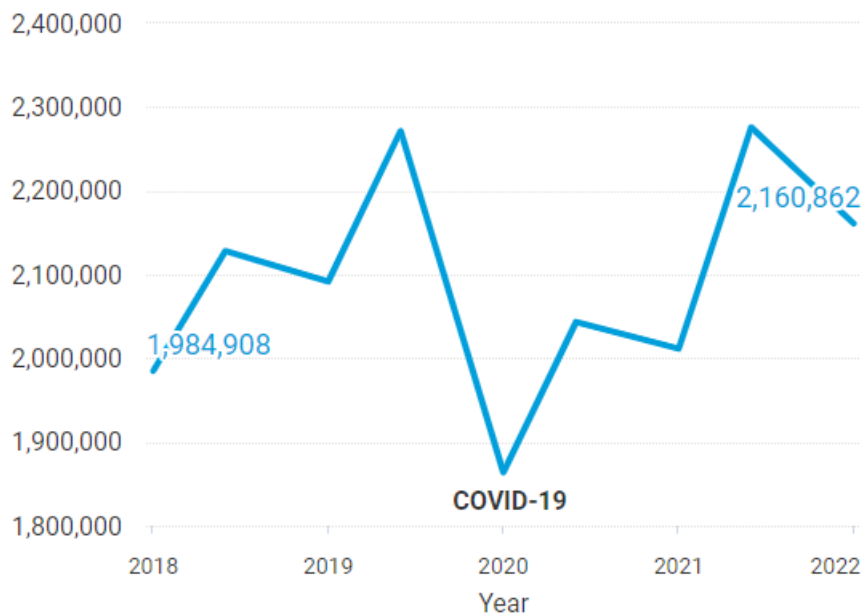
<sup>2</sup> Merkert, R., Hoberg, K., *Global Logistics and Supply Chain Strategies for the 2020s: Vital Skills for the Next Generation*, Springer, 2023. str. 151

<sup>3</sup> Panayides, M.P., Song, D.W., *Maritime Logistics: A guide to contemporary shipping and port management*, Kogan Page Limited, 2015., str. 55



## The roller-coaster of global port traffic

Port calls per half year, world total, first semester 2018 – first semester 2022



Slika 1 - Rapidni rast i pad globalnog lučkog prometa  
Izvor: <https://unctad.org/rmt2022> (12.08.2023)

Ovdje može se primijetiti eksponencijalni rast prometa u lukama tijekom godina prije Covid-19. 2018. ostvareno je 1 984 908 ticanja u lukama odnosno dolaska brodova u luku. Krizne godine 2020. ostvaren je vidan pad na 1 863 718 dolazaka brodova u luku što je pad od gotovo 100 000 dolazaka. Nakon smirenja krize koju je donesao Covid-19 vidimo daljnji rapidni porast koji možemo objasniti padom cijena i nadoknadom prijevoza tereta koji nije prevezen u kriznim godinama te su brodovi 2022. ostvarili 2 160 862 dolazaka u luke svijeta.

Konferencija ujedinjenih naroda o trgovini i razvoju (engl. United Nations Conference on Trade and Development) predviđa da će globalna pomorska trgovina izgubiti na snazi, uz usporavanje rasta na 1,4% u 2022. Za razdoblje od 2023. do 2027. godine očekuje se godišnji porast od 2.1% što je sporije od prosjeka koji iznosi 3.3% zabilježenog tijekom posljednja tri desetljeća.<sup>4</sup>

## 2.2. TIPOVI LOGSITIKE

Ulazna logistika koristi se za izvršavanje strateških organizacijskih zadataka. Kod ulazne logistike: kretanje, prijevoz i rješenja za skladištenje raznih informacija i proizvoda od

<sup>4</sup> *Review of Maritime Transport 2022*, Online: <https://unctad.org/rmt2022> (12.08.2023)

dobavljača prosljeđuju se u skladište, a zatim se prenose u proizvodne pogone za daljnju obradu i proizvodnju. Ulazna logistika bazira se na prijevozu između tvrtki i njihovih dobavljača. Glavni posao ulazne logistike je prenošenje materijala i sirovina do određenih odjeljaka ili postrojenja za daljnju obradu.

Izlazna logistika je kretanje sirovina ili gotovih proizvoda od proizvodnih centara do sljedeće karike opskrbnog lanca. Nakon toga ti se proizvodi premještaju iz skladišta do mjesta potrošnje odnosno do kupca. Stoga je izlazna logistika poznata kao i proces ispunjenja naloga. Izlazna logistika razlikuje se od ulazne jer služi za prenošenje gotovih proizvoda direktno do kupca stoga treba posvetiti posebnu pažnju na kvalitetu i brzinu usluge jer kvalitetan direktni kontakt sa kupcima ima veliki utjecaj na reputaciju i ime firme.

Povratna logistika je kao što ime sugerira prijevoz robe ili proizvoda od krajnjih korisnika do opskrbnog lanca. Povratna logistika je potrebna u slučaju zamjene ili povrata materijala ili gotovih proizvoda. Najviše se koristi u automobilnoj i elektroničkoj industriji jer te vrste proizvoda imaju najviše kvarova i zahtijevaju najviše popravaka.

Logistika treće strane (engl. Third party logistics) karakterizira se kao outsourcing operativne logistike ili logistike e-trgovine tvrtki koja se specijalizira takvim poslovima. Ovakav pristup poslovanju u većini slučajeva manjim tvrtkama omogućava da se bave poslovima za koje su specijalizirani i za koje su opremljeni raditi a ostale poslove prepuštaju trećim stranama. Usluge treće strane mogu pružati sve od transporta, skladištenja, upravljanja zalihama, pakiranja do povratne logistike.

Logistika četvrte strane (engl. Fourth party logistics) govori o tome da kompanije cjelokupno poslovanje u svezi logistike daju na upravljanje jednom logističkom partneru. Logistički partner tada je zadužen za cjelokupni proizvodni lanac.<sup>5</sup>

### **2.3. KRATKA POVIJEST LOGISTIKE**

Pojam logistika dolazi od francuske riječi „*logistique*“ ili „*loger*“ što znači skladište. Iako logistika u engleskom jeziku označava transport robe, informacija i resursa od točke stvaranja do krajnje destinacije. <sup>6</sup>Prva aplikacija logistike u prošlosti pokazala se kroz ratovanje i

---

<sup>5</sup> 5 Different Types of Logistics, Online: <https://tassgroup.com/logistics/types-of-logistics/> (05.08.2023)

<sup>6</sup> The origin and history of logistics which you might not have heard of, Online: [https://jwd-group.com/en/knowledge\\_bases/aboutlogistics/](https://jwd-group.com/en/knowledge_bases/aboutlogistics/) (25.08.2023.)



zauzimanje novog teritorija. Civilizacijama je bilo potrebno da opskrbe svoje vojnike na udaljenim bojištima sa hranom i vojnom opremom za što je bio potreban vrlo detaljan i razrađen plan jer tada nisu postojali kvalitetni i brzi načini prijevoza robe. Također trgovina je imala velik utjecaj jer je razmjena materijala i stvari bila izuzetno zastupljena između prijateljskih kultura.

Prvi pokazatelj moderne logistike nalazi se u Rimskom carstvu gdje je Aleksandar veliki koristio detaljne logističke planove kako bi financirao i pružao podršku svojoj enormnoj vojsci pri dugotrajnim osvajanjima. Iz tog razloga Rimljani su gradili prve ceste koje su omogućile kvalitetniji, sigurniji i brži transport<sup>7</sup>. Veliku prekretnicu u svijetu logistike imao je izum parnog stroja odnosno parobroda i parne lokomotive. Ovaj tip izuma otvorio je nove rute transporta jer je predstavljao značajno smanjenje vremena transporta i veliko povećanje količine robe koja se može prevesti.

Logistički menadžment nastao je u Britanskoj vojsci prije početka prvog svjetskog rata kad je vojni opskrbeni lanac bio zadužen za gradnju popratne infrastrukture kao što su: ceste, željeznice, pomorske luke i zračne luke. Nakon završetka drugog svjetskog rata logistika se odvojila od svijeta ratovanja i zauzela bitno mjesto u poslovnom svijetu.

Poslovanje današnje logistike i opskrbnog lanca potpomognuto je velikim napretkom u poljima tehnologije. Računarstvo, mogućnost analize velike količine podataka te primjena umjetne inteligencije uvelike su promijenili dosadašnje poslovanje. Predviđanja su da će se inovacije sve više prilagođavati logističkom poslovanju i postati neizostavan dio svakodnevnih logističkih operacija. Danas je nemoguće zamisliti svijet bez logistike jer svu robu koju vidimo i koju svakodnevno koristimo omogućio nam je logistički dostavni proces

---

<sup>7</sup> *A Brief History of Logistics*, 27.04.2021. Online: <https://www.universalcargo.com/a-brief-history-of-logistics/> (02.09.2023)

### 3. UMJETNA INTELIGENCIJA

Umjetna inteligencija jedna je od novijih disciplina i novijih pojmova koja je nastala 1956. godine kad joj je definiran naziv. Iako je proučavanje inteligencije jedna od najstarijih disciplina stara približno 2000 godina. Izniman napredak računala i računalnih mogućnosti doveo je do toga da se inženjeri i znanstvenici zapitaju mogu li računala samostalno razmišljati odnosno može li ih se naučiti ili programirati da samostalno razmišljaju. Umjetna inteligencija je simulacija procesa ljudske inteligencije od strane strojeva, posebno računalnih sustava. Specifične primjene umjetne inteligencije uključuju, ekspertne sustave, obradu prirodnog jezika, prepoznavanje govora i strojni vid.<sup>8</sup> Kao i sama logistika, umjetna inteligencija ima više različitih definicija, ali većina stručnjaka slaže se u tome da je umjetna inteligencija mogućnost strojeva da samostalno obavljanja zadatke koje ljudi smatraju izvan svojih sposobnosti.

Razumijevanje i definiranje same inteligencije ili pojama umjetan ne daje nam dovoljno razumijevanje pojma umjetne inteligencije. Generalni pogled javnosti na umjetnu inteligenciju definira ju kao onu koja bi u potpunosti zasjenila klasične ljudske kapacitete za inteligencijom. Umjetna inteligencija kao takva znači davanje strojevima mogućnosti rješavanja problema izvan parametara ljudskih sposobnosti, to govori da strojevi kao i mi ljudi mogu samostalno razmišljati, shvatiti različite probleme, ponuditi rješenja i implementirati rješenja puno brže i efikasnije od ljudi. Općenito, sustavi umjetne inteligencije funkcioniraju tako da prikupljaju velike količine podataka ili se ti podatci unose u sustav, nakon toga podatci se analiziraju, pronalaze se korelacije i uzorci te se koriste razni obrasci za predviđanje budućih stanja. Arned Hintze objasnio je da se umjetna inteligencija može podijeliti u četiri vrste odnosno u četiri različita tipa, počevši od inteligentnih sustava za specifične zadatke koji su danas u upotrebi sve do osjetljivijih i zahtjevnijih sustava.

Ovo su četiri tipa umjetne inteligencije prema Hintze-u:

- Tip 1 - Reaktivni strojevi: ovi sustavi umjetne inteligencije nemaju memoriju i specificirani su za pojedini zadatak. Primjer je Deep Blue, IBM-ov šahovski program koji je 1990-ih pobijedio Garryja Kasparova. Deep Blue može identificirati figure na

---

<sup>8</sup> Burns, E., Laskowski, N., Tucci, L., *artificial intelligence (AI)*, 07.2023., <https://www.techtargget.com/searchenterpriseai/definition/AI-Artificial-Intelligence> (09.08.2023)

šahovskoj ploči i predviđati pokrete, ali budući da nema pamćenje, ne može koristiti prošla iskustva da formira buduće odluke,

- Tip 2 - Ograničena memorija: Ovi sustavi umjetne inteligencije imaju memoriju, tako da mogu koristiti prošla iskustva za donošenje budućih odluka. Neke od funkcija donošenja odluka u autonomnim vozilima osmišljena su na ovaj način,
- Tip 3 - Teorija uma: Teorija uma je psihološki pojam. Kada se primjeni na umjetnu inteligenciju to znači da bi sustav imao socijalnu inteligenciju za razumijevanje emocija. Ova vrsta umjetne inteligencije moći će zaključivati ljudske namjere i predvidjeti ponašanja, što je neophodna vještina za sustave umjetne inteligencije kako bi postali integrirani članovi ljudskih timova, i
- Tip 4 – Samosvijest: U ovoj kategoriji sustavi umjetne inteligencije imaju osjećaj sebe, što im daje svijest. Strojevi sa samosviješću razumiju svoje trenutno stanje. Ova vrsta umjetne inteligencije još ne postoji.<sup>9</sup>

Umjetna inteligencija iznimno je važna zbog svog neizmjernog potencijala da iz korijena promjeni načine na koje živimo, radimo i igramo se. Pokazala se iznimno učinkovitom za poslovnu automatizaciju zadataka koje su do sada obavljali ljudi. U brojnim područjima umjetna inteligencija može poslove obavljati puno brže, kvalitetnije i uz manje grešaka od ljudi. U poslovima i zadacima koji se ponavljaju i gdje je potrebno konstantno pratiti iste uzorke ili analizirati velike količine pravnih dokumenata umjetna inteligencija pokazala se izuzetno „sposobnom“ te ih obavlja iznimno brzo, efikasno i s relativno malo pogrešaka.

### 3.1. POVIJEST UMJETNE INTELIGENCIJE

San o stvaranju inteligentnog stroja koji je pametan ili je pametniji od ljudi star je stoljećima, ali je postao dio moderne znanosti s pojavom digitalnih računala.<sup>10</sup>Znanstvenici su gledali na strojeve kao na još jedan od ljudskih izuma i smatrali su da nikada neće imati sposobnosti svojih izumitelja poglavito u pogledu autonomije i samostalnog razmišljanja. Prvotna pitanja koja su oblikovala ovu revolucionarnu tehnologiju bila su:

- Što je rasuđivanje i kako stroj može rasuđivati?
- Što se podrazumijeva pod razumijevanjem i kako stroj razumije?

---

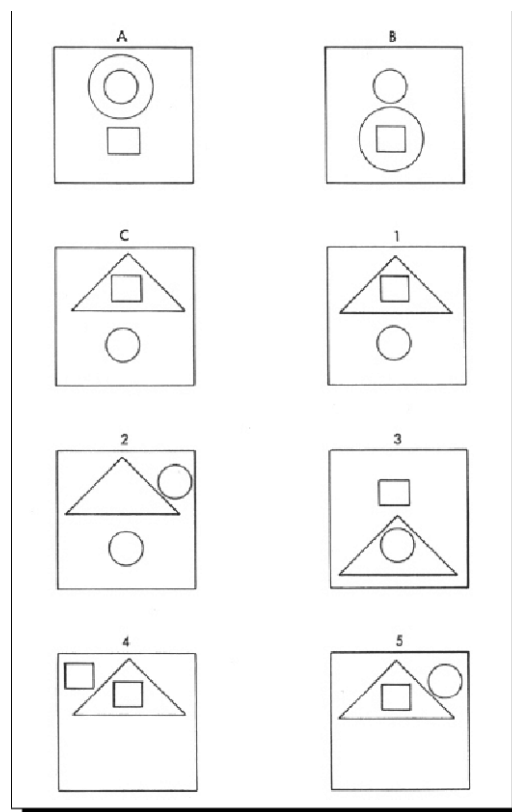
<sup>9</sup> Burns, E., Laskowski, N., Tucci, L., *artificial intelligence (AI)*, 07.2023., <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AI-Artificial-Intelligence> (09.08.2023)

<sup>10</sup> Mitchell, M., *Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans*, Pelican, 2019.str. 29 un

- Što je znanje i kako ga stroj može dobiti i koristiti?
- Što zamagľuje liniju razlike između ljudi i strojeva?<sup>11</sup>

Joseph McCarthy razvio je 1958. logički jezik LISP (eng. List Processing) koji je omogućavao strojevima da igraju jednostavne igre i u određenom omjeru razumiju ljudski jezik. 1980-ih roboti su mogli donositi logičke odluke i slagati jednostavne strukture od blokova.

Jedan od prvih klasičnih primjera rješavanja problema pomoću umjetne inteligencije riješen je sa Evansovim „Analogy“ programom koji je s obzirom na uzorke geometrijskih konfiguracija u blokovima A, B i C, trebao odabrati jedno od preostalih pet mogućih rješenja koje dovršavaju odnos: A je prema B kao što je C prema...



Slika 2 - Ogladni problem riješen Evansovim ANALOGY programom (1968)

Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Sample-Problem-Solved-by-Evans-1968-ANALOGY-Program-Given-sample-geometric\\_fig1\\_319212014](https://www.researchgate.net/figure/Sample-Problem-Solved-by-Evans-1968-ANALOGY-Program-Given-sample-geometric_fig1_319212014) (10.08.2023)

Veliki napredak umjetne inteligencije došao je razvitkom nuralnih mreža koje su robotima dale sposobnost da razumiju bazični ljudski govor i prepoznaju objekte. Iako je smatrano izuzetno važnim i produktivnim, polje umjetne inteligencije nakon svojih brzih i obećavajućih početaka nije ispunilo buduća očekivanja i sljedećih nekoliko desetljeća je bilo

<sup>11</sup> Brown, D., *Artificial Intelligence; 3 Books in 1: Machine Learning for Beginners, Artificial Intelligence for Business and Computer Networking for Beginners: A Complete AI and Deep Learning Guide*, 2019., str. 152

bez velikih napredaka. Kroz vrijeme u kojem je umjetna inteligencija mirovala računalna tehnologija nastavila se rapidno razvijati osobito u područjima pohrane podataka i korištenja aplikacija. Taj razvoj dao je znanstvenicima ideju da spoje umjetnu inteligenciju s programima za skupljanje i analizu podataka. Tako je došlo do unaprjeđenja ekspertnih sustava odnosno razvijen je stroj u koji se ubace velike količine podataka te uz malo logike on postane stručnjak za područje iz kojeg su ti podatci proizašli. Kad je pokazana prva kvalitetna praktična primjena, umjetna inteligencija doživjela je procvat jer su mnogi tek tada shvatili njene prave mogućnosti. Tada je nastao novi problem kod praktične primjene, naime velika količina podataka je u to vrijeme bila u papirnatom obliku odnosno nije bila digitalizirana. Velik broj sektora u čitavom svijetu počeo je prikupljati i digitalizirati svoje podatke kako bi mogli iskoristiti prednosti umjetne inteligencije. Napredak računala, porast digitaliziranih podataka i dijeljenje istih putem interneta omogućili su dodatani razvitak umjetne inteligencije. Danas svaka osoba sa pametnim telefonom može pristupiti određenim značajkama umjetne inteligencije, primjerice može glasovnim komandama zatražiti upute do određene lokacije, ili zatražiti autonomno vozilo da ga odveze do odredišta.

### **3.2. PRISTUPANJE UMJETNOJ INTELIGENCIJI**

Umjetna inteligencija izumljena je kako bi mogla riješiti probleme i zadatke koje ljudi nisu sposobni odnosno one za koje bi ljudima bilo potrebno puno vremena. Glavna temeljni pristupi umjetnoj inteligenciji su:

- Ljudsko ponašanje: pristup Turing testom,
- Ljudsko razmišljanje: pristup kognitivnog modeliranja,
- Racionalno razmišljanje: pristup „zakona mišljenja“,
- Racionalno djelovanje: pristup racionalnog agenta, i
- Korisni strojevi.

Tek kada odgovorimo na sva ova pitanja možemo početi razumijevati koncept umjetne inteligencije i kako se njen način funkcioniranja i razmišljanja razlikuje od našeg.

#### **3.2.1. Ljudsko ponašanje: pristup Turing testom**

Turing test koji je predložio Alan Turing osmišljen je kao misaoni eksperiment koji bi zaobišao neodređenost pitanja „može li stroj misliti?“. Računalo prolazi test ako ljudski

ispitivač, nakon postavljanja nekoliko pitanja ne može zaključiti dolaze li odgovori od osobe ili od računala. Odnosno odgovori moraju biti toliko slični ljudskim da zavaraju stručnjake. Za sada primjećujemo da programiranje računala da prođe rigorozno primijenjeni test zna biti jako zahtjevno.

Računalo bi trebalo imati sljedeće sposobnosti:

- Obrada prirodnog jezika: za uspješnu komunikaciju na ljudskom jeziku,
- Reprerentacija znanja: za pohranu onoga što zna ili čuje,
- Automatizirano zaključivanje: za odgovaranje na pitanja i izvođenje novih zaključaka, i
- Strojno učenje: za prilagodbu novim okolnostima te otkrivanje i ekstrapolaciju obrazaca.<sup>12</sup>

Turing je fizičku simulaciju osobe smatrao nepotrebno za demonstraciju inteligencije. Međutim, drugi su istraživači predložili potpuni Turing test koji zahtijeva interakciju s predmetima i ljudima u stvarnom svijetu. Da bi prošao ukupni Turing test robotu će biti potrebni:

- Računalni vid i prepoznavanje glasa koji su potrebni za percepciju stvarnog svijeta, i
- Robotika za manipuliranje i prepoznavanje objekata za kretanje u prostoru.

Ovih šest disciplina čine većinu umjetne inteligencije u pogledu „može li se umjetna inteligencija ponašati kao čovjek“?. Ipak istraživači umjetne inteligencije posvetili su malo truda prolazeći Turing test, vjerujući da je važnije proučavati temeljne principe inteligencije.

Definicije ljudskog ponašanja umjetne inteligencije:

- Umijeće stvaranja strojeva koji obavljaju funkcije koje zahtijevaju inteligenciju kada ih obavljaju ljudi, i<sup>13</sup>
- Studija o tome kako natjerati računala da rade stvari u kojima su ljudi trenutno bolji.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Russel, S., Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Fourth Edition*, 28.04.2020., str. 2

<sup>13</sup> Kuzweil,, 1990., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020. <https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/> (08.08.2023)

<sup>14</sup> Rich., Knight., 1991., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020. <https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/>(08.08.2023)

### 3.2.2. Ljudsko razmišljanje: pristup kognitivnog modeliranja

Da bi mogli pretpostaviti da računalo razmišlja kao čovjek prvo moramo znati kako ljudi razmišljaju. O ljudskim mislima možemo razmišljati iz tri glavne perspektive:

- Introspekcija: pokušati uhvatiti vlastite misli dok se stvaraju i prolaze,
- Psihološki eksperimenti: promatrati ljude na djelu, i
- Slikanje mozga: promatranje mozga u realnom vremenu dok stvara misli.

Kad stvorimo približnu teoriju o tome kako ljudi razmišljaju i kako se misli stvaraju moguće je procijeniti može li umjetna inteligencija razmišljati kao čovjek. Ako se određeni obrasci ponašanja kod funkcioniranja umjetne inteligencije podudaraju sa ljudskim ponašanjem moglo bi se zaključiti da bi neki od mehanizama programa također mogli djelovati kod ljudi. Primjerice GPS (engl. General Problem Solver) bio je rani računalni program koji je pokušao modelirati ljudsko razmišljanje. Razvojne programere nije toliko zanimalo rješava li GPS probleme ispravno ili ne. Bili su više zainteresirani pokazati rješava li probleme poput ljudi, prolazeći kroz iste korake i uzimajući približno istu količinu vremena za izvođenje tih koraka. Područje kognitivne znanosti spaja računalne modele iz umjetne inteligencije i područja psihologije za stvaranje preciznih i provjerljivih teorija ljudskog uma. Nedavno je kombinacija „*neuroimaging*“ metoda u kombinaciji s tehnikama strojnog učenja za analizu takvih podataka dovela do početka sposobnosti „čitanja misli“ odnosno utvrđivanja sadržaja unutarnjih misli osobe. Ova sposobnost zauzvrat mogla bi dodatno rasvijetliti način na koji funkcionira ljudska spoznaja i razmišljanje.

Definicije o ljudskom razmišljanju umjetne inteligencije:

- Uzbudljivi novi pokušaj da se računala natjeraju na razmišljanje...strojevi s umovima, u punom i doslovnom smislu, i<sup>15</sup>
- Automatizacija aktivnosti koje povezujemo s ljudskim razmišljanjem, aktivnosti kao što su donošenje odluka, rješavanje problema, učenje.<sup>16</sup>

### 3.2.3. Racionalno razmišljanje: pristup „zakona mišljenja“

---

<sup>15</sup> Haugeland, 1985., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020. [https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/\(08.08.2023\)](https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/(08.08.2023))

<sup>16</sup> Bellman, 1978., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020. [https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/\(08.08.2023\)](https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/(08.08.2023))

Do 1965. godine postojali su programi koji su mogli, uz dovoljno vremena i memorije, opisati problem i pronaći rješenje problema ako ono postoji. Ako ne postoji rješenje, program ga možda nikada neće prestati tražiti. Takozvana tradicija unutar umjetne inteligencije koristi se kao baza na kojoj će se graditi programi za stvaranje inteligentnih sustava. Problem nastaje jer nije lako uzeti neformalno znanje i izraziti ga u formalnim terminima osobito kada znanje nije u potpunosti sigurno. Također problem je u tome što postoji velika razlika između mogućnosti rješavanja problema u teoriji i u praksi. Čak i problemi sa samo nekoliko desetaka činjenica mogu iscrpiti računalne resurse bilo kojeg računala osim ako ono nema neke smjernice koje korake rasuđivanja prvo isprobati. Iako se obje ove prepreke mogu primijeniti na bilo koji pokušaj izgradnje sustava računalnog razmišljanja, prvo su se pojavile u logističkoj tradiciji jer su moć reprezentacije i sustava zaključivanja dobro definirani i prilično dobro shvaćeni.

Definicije racionalnog razmišljanja:

- Proučavanje mentalnih sposobnosti korištenjem računalnih modela, i<sup>17</sup>
- Proučavanje proračuna koji omogućuju opažanje, razmišljanje i djelovanje.<sup>18</sup>

### 3.2.4. Racionalno djelovanje: pristup racionalnog agenta

Racionalnost odnosno sam pojam „racionalan“ kod ljudi opisujemo na tri načina:

- Onaj koji se odnosi na razum, um; razumski (racionalna spoznaja),
- Onaj koji je zasnovan na razumu, kojega vodi razum; razuman, razborit (racionalan pristup, racionalna odluka), i
- Onaj koji zbog utemeljenosti na razumu daje najpovoljniji rezultat (racionalna organizacija posla).<sup>19</sup>

Razum je prirodna i urođena karakteristika ljudi koja se izgrađuje i napreduje tijekom života, te nam služi kao oslonac da uz poznate činjenice donesemo najpovoljniji rezultat za određeni problem. Glavno pitanje racionalnosti kod umjetne inteligencije predstavlja pitanje

---

<sup>17</sup> Charniak., McDremontt., 1985., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020.

[https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/\(08.08.2023\)](https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/(08.08.2023))

<sup>18</sup> Winston, 1992., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020. [https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/\(08.08.2023\)](https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/(08.08.2023))

<sup>19</sup> Racionalan., *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=51370> (08.08.2023)



„može li se umjetna inteligencija naučiti samostalnom racionalnom razmišljanju ili je to ipak samo reproduciranje već unaprijed programiranih načina djelovanja?“. Agent je samo nešto što djeluje (agent dolazi od latinske riječi „agre“ „činiti“). Od računalnih agenata se očekuje da rade mnogo više od klasičnih programa odnosno da: rade autonomno, percipiraju svoju okolinu, ustraju tijekom duljeg vremenskog razdoblja, prilagođavaju se promjenama te stvaraju i slijede nove ciljeve. Racionalni agent je onaj koji djeluje tako da postigne najbolji ishod ili, kada postoji neizvjesnost, najbolji očekivani ishod.<sup>20</sup>Sve vještine potrebne za Turing test također omogućuju agentu da djeluje racionalno. Pristup racionalnog agenta umjetnoj inteligenciji ima dvije prednosti u odnosu na druge pristupe. Prva prednost je to što je općenitiji je od zakona mišljenja jer je ispravno zaključivanje samo jedan od nekoliko mogućih mehanizama za postizanje racionalnosti. Druga prednost je to da je podložniji znanstvenom razvoju. Zbog tih razloga pristup racionalnog agenta umjetnoj inteligenciji prevladao je tijekom većeg dijela povijesti istraživanja umjetne inteligencije. Istraživanje umjetne inteligencije u ovom pogledu usredotočeno je na studiju i stvaranje agenta koji rade pravu stvar. Definirani su parametri koji određuju ono što se smatra ispravnim prema cilju koji pružamo agentu. Takav opći pogled na racionalno djelovanje kod pristupa racionalnog agenta postalo je standardnim modelom razmišljanja.

Definicije racionalnog djelovanja umjetne inteligencije:

- Računalna inteligencija je proučavanje dizajna inteligentnih agenata, i<sup>21</sup>
- Umjetna inteligencija bavi se inteligentnim ponašanjem artefakata.<sup>22</sup>

### 3.2.5. Korisni strojevi

Standardni model bio je koristan vodič za istraživanje umjetne inteligencije još od svog početka, ali također nije najbolji model za dugoročno istraživanje. Razlog je to što standardni model istraživanja podrazumijeva da ćemo stroju uvijek dostaviti potpuno određen i detaljan cilj koji on mora postići. Kad pogledamo umjetno definirane zadatke koji imaju određene i detaljne ciljeve kao što su rješavanje problema u šahu ili izračunavanje najkraće i najpovoljnije rute putovanja, zadatak dolazi sa ugrađenim ciljem tako da je standardni model primjenjiv. Ipak

---

<sup>20</sup> Russel, S., Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Fourth Edition*, 28.04.2020., str. 3-4

<sup>21</sup> Poole, 1998., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020. <https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/> (08.08.2023)

<sup>22</sup> Nilsson, 1998., *Artificial Intelligence Definition*. 09.11.2020. <https://international.binus.ac.id/computer-science/2020/11/09/artificial-intelligence-definition/> (08.08.2023)

kada pogledamo probleme i zadatke iz stvarnog svijeta postaje puno teže u potpunosti i ispravno odrediti pravi cilj.

Primjerice, kod dizajniranja autonomnog automobila, moglo bi se pomisliti da je cilj sigurno stići na odredište. Ali vožnja bilo kojom cestom nosi rizik od ozljeda zbog greški drugih vozača, kvara opreme i tako dalje. Stoga primarni cilj sigurnosti zahtijeva boravak u garaži. Postoji kompromis između napredovanja prema odredištu i stjecanja opasnosti od ozljeda. Kako bi se ovaj kompromis trebao napraviti? Nadalje u kojoj mjeri možemo dopustiti autu mjere koje bi ugrožavale druge sudionike u prometu zbog naše sigurnosti? Koliko auto treba umjereno kontrolirati ubrzanje, upravljanje i kočenje kako bi se izbjeglo uznemiravanje putnika? Donijeti odgovore na postavljena pitanja je teško. Osobito su problematični u općenitom području interakcije čovjeka i robota, od kojih je autonomni automobil jedan primjer.<sup>23</sup>

Nemoguće je predvidjeti sve dobre načine na koje se oslanja stroj kada pokušava riješiti detaljno određeni cilj. Isto tako nemoguće je predvidjeti sve loše načine na koje se može osloniti osim ako mu nismo zadali striktno određene smjernice kojih se mora držati. U ovu teoriju možemo ukomponirati racionalno razmišljanje i racionalno djelovanje. Ponovimo primjer šaha. Kada osoba dobije pojednostavljeni i određeni zadatak da mora pobijediti suparnika u šahu racionalni dio ljudskog uma zna kojih se pravila mora držati, odnosno zna koja pravila ne smije prekršiti. Kada izuzmemo teorijska pravila šaha poput onoga tko prvi pomiče figuru ili kako se određene figure smiju kretati na ploči osoba također pomoću moći racionalnog ljudskog razmišljanja i razumijevanja zna da ne smije: podmiti sudca igre, verbalno ometati protivnika, fizički ometati protivnika ili nagovarati publiku da stvara nepodnošljivu buku tijekom protivnikovog vremena za razmišljanje.

Tu dolazimo do toga da postoji dobar razlog zašto je standardni model neadekvatan. Ne želimo strojeve koji su inteligentni u smislu postizanja svojih ciljeva pod svaku cijenu i uz kršenja racionalnih pravila koja drže naše društvo i omogućuju mu da normalno funkcionira, mi želimo strojeve koji bi slijedili naše ciljeve. Kad stroj nije upoznat sa potpunim ciljem ima poticaj djelovati oprezno, tražiti dopuštenje, i naučiti više o našim preferencijama kroz promatranje i prepuštanje ljudskoj kontroli. Želimo strojeve koji su dokazano korisni za ljude.

---

<sup>23</sup> Russel, S., Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Fourth Edition*, 28.04.2020., str. 5

### 3.3. PREDNOSTI I NEDOSTATCI UMJETNE INTELIGENCIJE

Kao i sve na svijetu umjetna inteligencija ima svoje prednosti i nedostatke. Ovo polje rezultiralo je velikim napretkom u poslovanju, ali i u životu mnogih ljudi. Poslovanje je unaprijeđeno do razina koje nismo mogli ni zamisliti, poput analiziranja velikih sustava podataka za samo nekoliko sekundi ili toga da će je svaka osoba u određenom obliku imati na svom pametnom uređaju. Najveća prednosti umjetne inteligencije je ujedno i njen najveći nedostatak i najveća opasnost. Mnogi ljudi i znanstvenici strahuju od toga da umjetna inteligencija ne razvije upravo ono što mi od nje želimo postići, autonomiju. Da, autonomni stroj opremljen umjetnom inteligencijom sposoban je samostalno razmišljati te ima mogućnosti i sposobnosti da sam donosi odluke i uvelike nam dodatno olakša život, ali tu dolazimo do pitanja „što ako umjetna inteligencija procijeni da im ljudi stoje na putu“? Mnoge također brine pitanje „što ako umjetna inteligencija razvije vlastitu svijest“? i zapazi te razumije sve strahote koje su ljudi napravili i danas rade. Može li ona tada odlučiti da su ljudi ne samo prijetnja strojevima već i prijetnja samima sebi te nas pokuša zaštititi od nas samih? Ovakvi scenariji su bili osnova za brojne filmove i serije, ali neki znanstvenici smatraju da je to vrlo moguć scenarij i da će se dogoditi prije no što mi mislimo i da tada nećemo imati sredstva da ga zaustavimo. Razvoj potpune umjetne inteligencije mogao bi označiti kraj ljudske rase. Razvijala bi se samostalno i redizajnirala se sve većom brzinom. Ljudi koji su ograničeni sporom biološkom evolucijom, ne bi se mogli natjecati i bili bi zamijenjeni.<sup>24</sup>

#### 3.3.1. Prednosti umjetne inteligencije

Naša čitava civilizacija nastala je kao produkt ljudske inteligencije, ako bi imali mogućnost pristupiti inteligenciji koja je neizmjerljivo veća od naše, tada bi mogli napraviti stvari koje nisu ograničene našom prirodnom inteligencijom. Potencijal umjetne inteligencije i robotike ima mogućnost osloboditi ljude ponavljajućeg posla i drastično povećati našu učinkovitost što bi dovelo do toga da se više ljudi okrene stvaranju umjetnosti te stvaranju mirnijeg i obilnijeg svijeta. Mogućnost umjetne inteligencije da ubrza rezultate raznih pokusa i istraživanja u području sprječavanja bolesti samo je jedna od velikih prednosti. Umjetna inteligencija potencijalno može riješiti većinu problema koji tište stanovništvo ovoga planeta

---

<sup>24</sup> Hawking, S., *Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind*, 02.12.2014. <https://www.bbc.com/news/technology-30290540> (14.08.2023)

kao što su: bolesti, ratovi, glad, siromaštvo, nedostatak resursa, klimatske promjene i mnogi drugi. Kao što je rekao Demis Hassabis: prvo riješimo umjetnu inteligenciju, a onda iskoristimo umjetnu inteligenciju da riješi sve ostalo“.

Osnovne prednosti umjetne inteligencije uključuju:

- Smanjenje ljudskih pogrešaka u radu: sam izraz ljudska pogreška nastao je jer ljudi rade greške, ali računala i strojevi ih ne rade odnosno rade ih u puno manjoj količini ako su ispravno programirani. Smanjenjem grešaka moguće je postići veću razinu točnosti i ispravnosti određenih poslova,
- Preuzimanje rizika: ovo je jedna od najvećih prednosti umjetne inteligencije jer njome možemo sačuvati ljudski život. Programiranjem robota da istražuju opasne lokacije, detoniraju i pronalazi bombe, gase požare i rudare vrijedne materijale možemo spasiti velik broj ljudskih života,
- Neograničena dostupnost: prosječan čovjek radi 8 sati dnevno uz pauze, ali istraživanja su pokazala da ljudi u prosjeku imaju 4-6 sati efektivnog i učinkovitog rada. Koristeći umjetnu inteligenciju kojoj nije potreban odmor izuzev periodičkog istraživanja i nadogradnje možemo dnevni rad podići na 24 sata te višestruko povećati efektivnost i učinkovitost poslovanja,
- Pomoć u repetitivnim poslovima: strojevi mogu brže i uz manje grešaka rješavati poslove koji nama ljudima postanu prilično dosadni i repetitivni poput provjere dokumenata i slanja povratnih mailova zasluge,
- Digitalna podrška: neke velike organizacije koriste umjetnu inteligenciju za komunikaciju sa korisnicima i pružanje digitalne podrške i savjeta. Takav sustav daje brži pristup informacijama, rezultira točnijim podacima i stvara uštede jer ne moramo zapošljavati ljude u korisničkoj podršci,
- Brže donošenje odluka: korištenje umjetne inteligencije rezultira bržim odlukama jer ljudi ne mogu tako brzo procesuirati određene količine podataka,
- Svakodnevno korištenje: većina ljudi koristi pametne telefone koji su opremljeni sa određenim sustavima umjetne inteligencije bilo to za traženje lokacije, poziva ili fotografiranja. Neke od poznatijih aplikacija koje koriste umjetnu inteligenciju su: Siri koju koristi Apple, Cortana koju koristi Windows i OK Google koju koristi Google, i

- Novi izumi: umjetna inteligencija danas čak i sudjeluje u pronalaženju i stvaranju novih izuma.<sup>25</sup>

U zdravstvu umjetna inteligencija uz novije pothvate koji uključuju detekciju raznih bolesti također rješava veliki problem količine medicinskih podataka, koje je iznimno teško analizirati što dovodi u opasnost živote pacijenata<sup>26</sup>. Ovo je poznato kao „razočaranje kanalom“ a glavni problem nije u prevelikoj količini podataka već u tome kako se ti podatci istražuju. Nedovoljni okviri za oporavak podataka uzorkuju probleme u namjenskim postavkama, kao što su poteškoće u razlikovanju svih relevantnih dokaza u različitim podacima i odsutnosti osnovnog obrazovanja o zdravstvenim podacima.<sup>27</sup>

Napredna agrokultura još je jedan od kvalitetnih primjera prednosti umjetne inteligencije. Naime napredna agrokultura koristi iznimno napredne sustave i uređaje poput dronova koji su povezani sa sistemom za globalno pozicioniranje (eng. Global Positioning System) i razne senzore za očitavanje stanja tla. Primjerice traktori su sada povezani sa GPS-om kako bi mogli pratiti različite linije rada na poljoprivrednim poljima.<sup>28</sup>

Trenutno korištenje umjetne inteligencije već je današnjica za mnoge industrije, ali ova tehnologija ima još mnogo potencijala. Istraživanja pokazuju da radna učinkovitost u razvijenim zemljama može narasti i do 40% do 2035. godine zbog implementacije umjetne inteligencije.<sup>29</sup>

---

<sup>25</sup> Kumar, S., *Advantages and Disadvantages of Artificial Intelligence.*, 25.11.2019.

Online: <https://towardsdatascience.com/advantages-and-disadvantages-of-artificial-intelligence-182a5ef6588c> (14.08.2023)

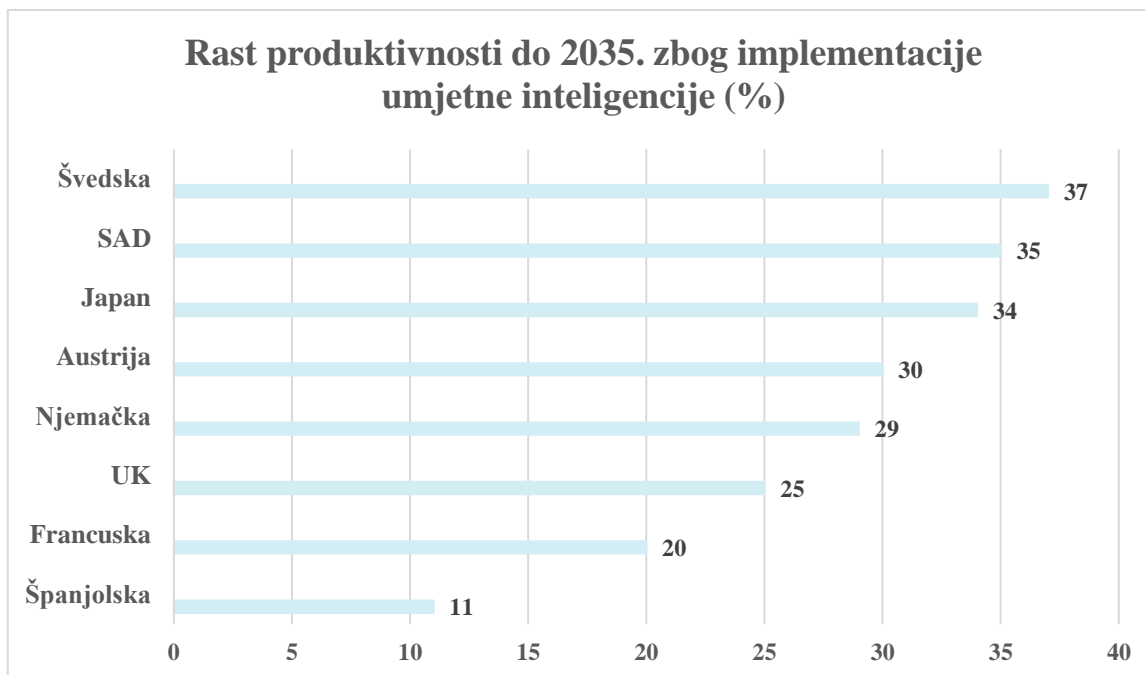
<sup>26</sup> Neil, C., *Artificial Intelligence For Business: How Artificial Intelligence Can Be Applied In Your Company, In Marketing And Find Out How AI Is Revolutionizing Our Life In Healthcare And Medicine*, 2020 str. 37

<sup>27</sup> Hassanine, A, E., Chatterjee, J, M., Jain, V., *Artificial Intelligence and Industry 4.0.*, 14.08.2022. str. 24

<sup>28</sup> Kose, U., Prasath, V.B., Mondal, M., Podder, P., Bharati, S., *Artificial Intelligence And Smart Agriculture Applications*, CRC Press, Florida, 2023.str. 6

<sup>29</sup> Bucholz, K., *Where AI is Aiding Productivity.*, 15.12.2020.

Online: <https://www.statista.com/chart/23779/ai-productivity-increase/> (14.08.2023)



Graf 1 - Rast produktivnosti do 2035. zbog implementacije umjetne inteligencije (%)  
 Izvor: <https://www.statista.com/chart/23779/ai-productivity-increase/> (14.08.2023)

Na grafu se vidi da najveći rast učinkovitost očekuje Švedsku sa 37% porasta u učinkovitost nakon implementacije umjetne inteligencije dok su na drugom mjestu Sjedinjene Američke Države sa 35% porasta. Velik porast u učinkovitost očekuje i Japan sa 34% porasta, Austrija sa 30%, Njemačka sa 29%, Ujedinjeno Kraljevstvo sa 25% dok nešto manji porast očekuju Francuska sa 20% te Španjolska za 11% porasta.

### 3.3.2. Nedostatci umjetne inteligencije

Umjetna inteligencija je potencijalno iznimno opasna i stvarna prijetnja čovječanstvu. Nedostatci odnosno same opasnosti koje nam potencijalno predstavlja umjetna inteligencija povećavaju se iz dana u dan. Što smo ovisniji o umjetnoj inteligenciji i što joj više posla prepuštamo dolazimo do velike opasnosti da će veliki broj ljudi ostati bez posla jer će biti zamijenjeni sa sustavima umjetne inteligencije. Prema izvještaju „Challengera“ i „Gray & Christmas“ u svibnju 2023. godine 3900 zaposlenika dobilo je otkaz iz kompanija koje su bazirane u Sjedinjenim Američkim Državama zbog implementacije umjetne inteligencije<sup>30</sup>. Do smanjenja radnih mjesta dolazi jer tvrtke iznimno brzo usvajaju naprednu umjetnu inteligenciju za automatizaciju niza poslova uključujući kreativni rad poput pisanja, kao i administrativni posao.

<sup>30</sup> Napolitano, E., *AI eliminated nearly 4000 jobs in May, report says.*, 02.06.2023.

Online: <https://www.cbsnews.com/news/ai-job-losses-artificial-intelligence-challenger-report/> (15.08.2023)

Trenutno većina ljudi neće gubiti posao direktno zbog uvođenja umjetne inteligencije jer je umjetna inteligencija i njena implementacija za većinu poslovanja preskupa. Za velika poduzeća trenutno ima smisla implementirati umjetnu inteligenciju jer im dugoročno može uštedjeti novac, ali zaposlenici manjih poduzeća su trenutno sigurni u tom pogledu. Korištenje softvera i alata koji se pokreću umjetnom inteligencijom omogućuje da se 15% svih radničkih zadataka u SAD-u izvrši mnogo brže. A umjetna inteligencija bi mogla ubrzati između 47% i 56% svih radnih zadataka.<sup>31</sup>Neki od poslova koje bi umjetna inteligencija mogla zamijeniti u budućnosti su:

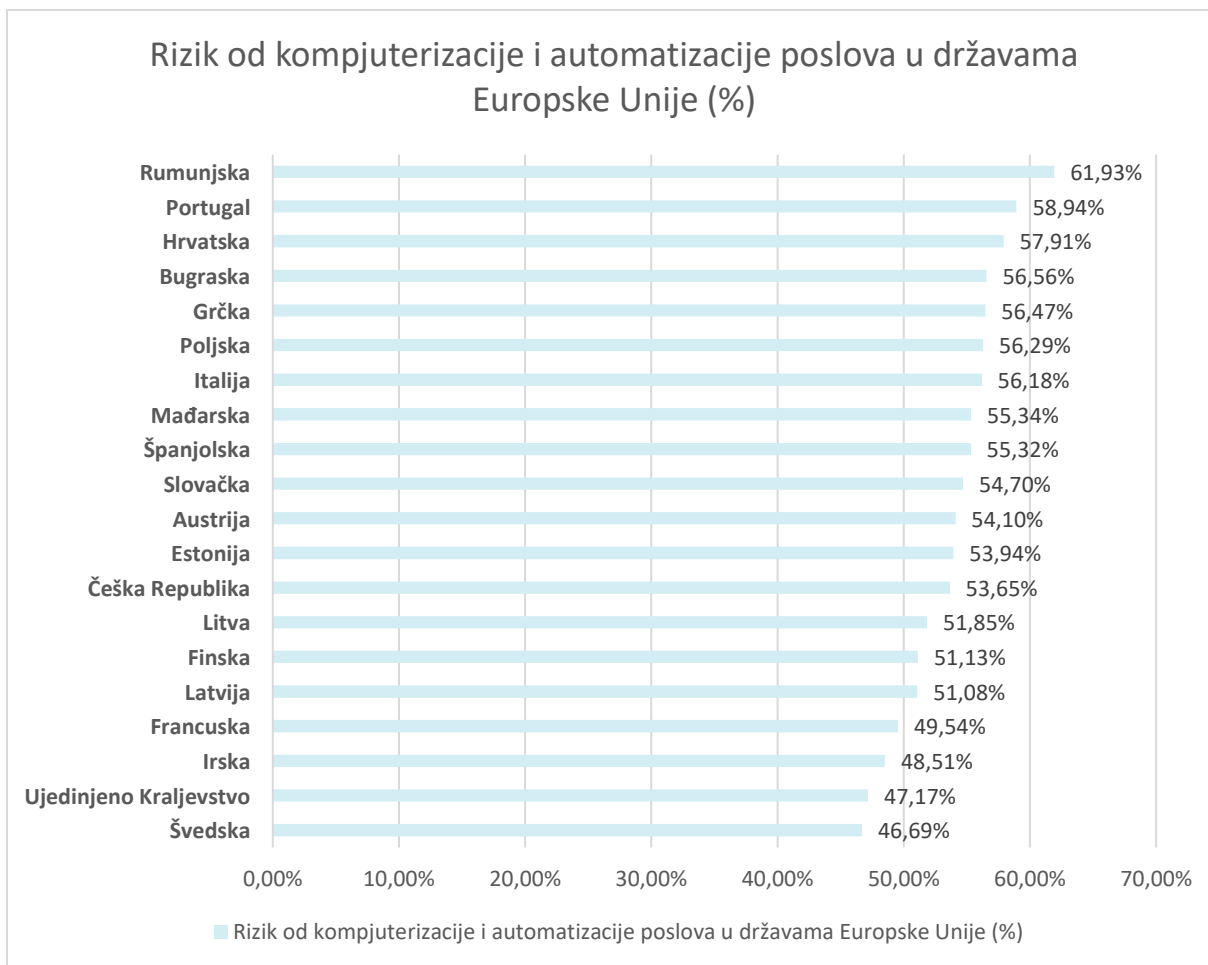
- Referent za unos podataka,
- Telemarketer,
- Radnik u tvornici,
- Blagajnik,
- Vozač,
- Putnički agent, i
- Bankovni referent.

Između 400 milijuna i 800 milijuna radnika moglo bi biti zamijenjeno zbog automatizacije te će morati pronaći nove poslove do 2030. godine. A čak 375 milijuna možda će morati promijeniti kategoriju zanimanja.<sup>32</sup>U Sjedinjenim Američkim Državama oko 47% ukupnog broja zaposlenih je u opasnosti od kompjuterizacije i automatizacije poslova koje obavljaju u sljedećih 20 godina.

---

<sup>31</sup> Unmudl Skills Team., *What Careers Will Likely Be Replaced By AI? 20 Jobs to Watch.*, 15.06.2023., <https://unmudl.com/blog/careers-replaced-by-ai> (15.08.2023)

<sup>32</sup> Kolmar, C., *23+ Artificial Intelligence And Job Loss Statistics [2023]: How Job Automation Impacts the Workforce*, 11.06.2023., <https://www.zippia.com/advice/ai-job-loss-statistics/> (15.08.2023)



Graf 2 - Rizik od kompjuterizacije i automatizacije poslova u državama Europske Unije (%)  
Izvor: <https://www.zippia.com/advice/ai-job-loss-statistics/> (15.08.2023)

Kao što možemo vidjeti najveći rizik prijete državama kao što su Rumunjska, Portugal, Hrvatska i Bugarska dok nešto niži postotak rizika od automatizacije i kompjuterizacije imaju Francuska, Irska, Ujedinjeno Kraljevstvo i Švedska.

Osnovni nedostaci umjetne inteligencije uključuju:

- Visoka cijena stvaranja i implementacije: zbog svakodnevnog napretka umjetne inteligencije potrebno je i svakodnevno ažuriranje hardvera i softvera kako bi zadovoljili najnovije zahtjeve. Također strojeve treba popravljati i održavati što stvara velike troškove. Sama izrada strojeva je iznimno skupa jer su iznimno kompleksni i osjetljivi,
- Omogućavanje ljudima da budu lijeni: ako umjetna inteligencija preuzme glavnu posla, ljudi koji se ne prebace u druga zanimanja ili se ne okrenu nekim drugim sektorima gube svoju svrhu. Ljudi se lako naviknu na izume koji im olakšavaju život što može biti dobro, ali u ovom pogledu može biti iznimno loše,



- Nezaposlenost: svaka organizacija nastoji smanjiti troškove i prepustiti repetitivne zadatke i zadatke unošenje i analize podatka umjetnoj inteligenciji što će dovesti do rasta nezaposlenosti u nekim sektorima,
- Odsutnost emocija: strojevi nemaju osjećaje i nemaju mogućnost povezivanja sa ostalim članovima tima, i
- Odsustvo „razmišljanja“ izvan okvira: strojevi mogu obavljati samo one zadatke za koje su dizajnirani ili programirani, a sve van toga im stvara poteškoće.

### **3.3.3. Opasnosti umjetne inteligencije**

Također veliki problem predstavlja to što ona nema emocija, ponekad je to dobro, ali ponekad se ispostavi da to ipak nije najbolje. Mnogi znanstvenici smatraju, a veliki se broj opće populacije boji da bi umjetna inteligencija mogla proglasiti ljude nepotrebnima. Umjetna inteligencija potpomognuta robotikom ljudima bi predstavljala iznimnu opasnost a potencijalno i kraj života kakvog znamo. Omogućen pristup raketnom naoružanju, neograničen pristup informacijama, pristup osobnim informacijama građana, pristup autonomnim vozilima i pristup bankovnim podacima su samo neke od načina na koje bi umjetna inteligencija mogla započeti kontrolu nad ljudima. Iz tog razloga stručnjaci se zalažu za detaljniju kontrolu inovacija te da se takvim sustavima treba ograničiti pristup određenim sektorima, odnosno da se pristup primjerice raketnom naoružanju u potpunosti blokira zbog mogućih zlouporaba.

Smrtonosna autonomna oružja predstavljaju veliku opasnost za ljudski život. Ujedinjeni narodi ih definiraju kao oružja koja mogu locirati, odabrati i eliminirati ljudske mete bez intervencije. Primarni problem sa takvim oblikom oružja je njezina funkcionalnost i nepostojanje zahtjeva za ljudskim nadzorom. To bi značilo da mala grupa ljudi može rasporediti veliku količinu oružja protiv ljudske populacije i njenih ciljeva sa bilo kojim kriterijem prepoznavanja. Tehnologije potrebne za autonomno oružje slične su onima za samovozeće automobile. Primjerice kriterij za korištenje oružja može biti jednostavan poput „iskoristi oružje na automobile bijele boje“ ili „iskoristi oružje na područja sa najvećom ljudskom aktivnošću“.

Život u digitalnoj eri podrazumijeva da se naše ponašanje, internetska aktivnost i sve što radimo nadzire u određenoj mjeri. Ako za to koristimo potencijale umjetne inteligencije možemo u potpunosti ostvariti masovno nadziranje populacije. Takav nadzor zadire u osnovnu intimu i privatnost ljudi, ali najveći problem predstavljaju algoritmi koji su sposobni pratiti uzorke našeg ponašanja i predvidjeti naše buduće ponašanje. Takav pristup nakon što prikupi

dovoljno informacija može utjecati na naša buduća ponašanja putem ciljanih oglasa, prijedloga određene glazbe, filmova ili prijedloga određenih političkih grupa ili osoba. Elon Musk otvoreno je zagovarao protiv korištenja umjetne inteligencije u naoružanju.<sup>33</sup>

Kibernetička sigurnost: tehnike umjetne inteligencije korisne su u obrani od kibernetičkih napada, primjerice otkrivanjem neobičnih obrazaca ponašanja. Ali također će pridonijeti snazi, mogućnosti preživljavanja i sposobnosti širenja zlonamjernog softvera.

Posljednji primjer opasnosti umjetne inteligencije danas je iznimno popularan i gotovo svi su čuli za njega a velika količina ljudi ga je i koristila jer od nedavno postao besplatan. ChatGPT chatbotu koji koristi umjetnu inteligenciju. Predstavljen je kao još jedna od tražilica na internetu, ali ustvari on je mnogo više od toga. ChatGPT ima mogućnost stvaranja filmskih scenarija, ispisivanja cijelih računalnih kodova, rješavanja problema kodiranja, pisanja cijelih knjiga, pjesama ili scenarija. Dok je ChatGPT naizgled bezopasan i iznimno koristan upravo njegove sposobnosti predstavljaju najveće opasnosti. Od sada na dalje opasnosti koje je ChatGPT otvorio su: nemogućnost prepoznavanja radova pravih stručnjaka, nemogućnost prepoznavanja jesu li studenti ili učenici samostalno napisali rad ili je to učinila umjetna inteligencija.

---

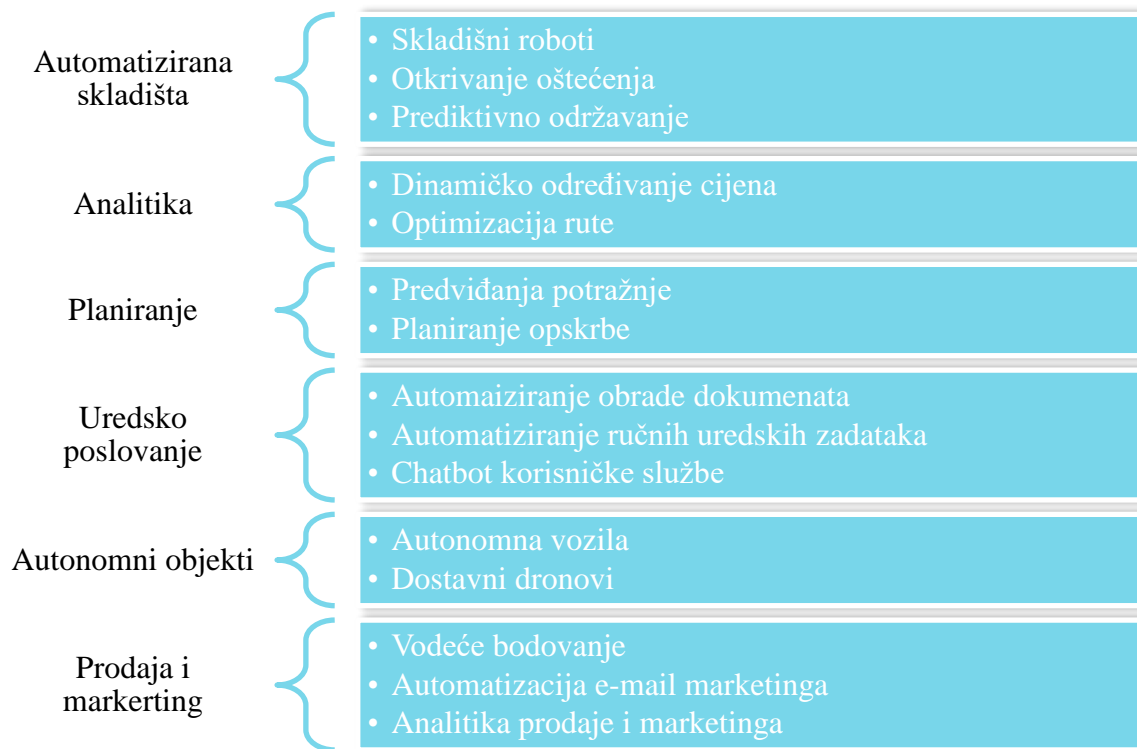
<sup>33</sup> Wilkins, N., *Artificial Intelligence: What You Need To Know About Machine Learning, Robotics, Deep Learning, Recommender Systems, Internet of Things, Neural Networks, Reinforcement Learning, And Our Future*, 2019. str. 28

## 4. UMJETNA INTELIGENCIJA U LOGISTICI

Logistika je kao i većina poslovnih sektora u svijetu prihvatila umjetnu inteligenciju kako bi poboljšala i optimizirala svoje poslovanje i smanjila troškove. Kada pogledamo prednosti i mogućnosti umjetne inteligencije kao što su brza i precizna analiza velike količine podataka, predviđanje pomoću analiziranja uzoraka i smanjenje troškova poslovanja. Možemo primijetiti da se umjetna inteligencija optimalno uklapa u posao logistike jer su neki od logistički ciljeva: analiziranje podataka prodaje i transporta, predviđanje budućih trendova nabave i isporuke te naravno smanjenje troškova i povećanje učinkovitosti. U logistici i upravljanju opskrbnim lancem analitička i računalna podrška koriste se desetljećima. Planeri lanca opskrbe koriste softverske programe i alate koji obrađuju povijesne podatke i tako predviđaju potražnju. Sistemi također automatiziraju odluku kada i koliko sirovina i materijala je potrebno naručiti da budu dostavljeni točno u pravo vrijeme.

Nedavni napredak u digitalizaciji logističkih operacija dolazi zbog inovativnosti i mogućnosti povezanosti u stvarnom vremenu. To nam omogućava da strojevi, vozila i uređaji mogu biti praćeni putem senzorskih tehnologija koje bilježe sve vrste podataka u stvarnom vremenu. Kada dođe do promjena u parametrima ili senzori postanu nepraktični, operateri mogu pružiti povratne informacije putem mobilnih i nosivih uređaja. Ovaj tip detaljne povezanosti svih komponenti poslovanja u opskrbnom lancu poznat je kao četvrta industrijska revolucija, koja se naziva i terminom industrija 4.0. Važno je primijetiti da sustavi umjetne inteligencije samostalno ne provode zadatke koji su potrebni kako bi funkcionirale logističke usluge i opskrbni lanac. Umjetna inteligencija namijenjena je da pomaže ljudima i obavlja poslove za koje je programirana, ali glavninu opskrbnog lanca i logističkog poslovanja i dalje obavljaju ljudi.

Umjetna inteligencija je značajno poboljšala ne samo učinkovitost logistike već i kvalitetu usluge. Analizom velikih količina podataka i strojnim učenjem možemo kontinuirano optimizirati i poboljšavati postojeći radni proces i proces planiranja u skladištu pod pretpostavkom da kvalitetno primijenimo povijesne podatke. Korištenje informacija sustava omogućava nam da cijela operacija postane u potpunosti strogo kontrolirana a rezultat predvidljiv čime isključujemo mnoge nekontrolirane čimbenike u poslovanju te osiguravamo veću kvalitetu logističkog rada. Domene u kojima umjetna inteligencija u logistici daje najbolje rezultate su: automatizirana skladišta, analitika, planiranje, uredsko poslovanje, automatizacija prijevoznih i dostavnih sredstava te prodaja i marketing.



Slika 3 - Primjeri implementacije umjetne inteligencije u različite logističke sektore  
Izvor: izradio student

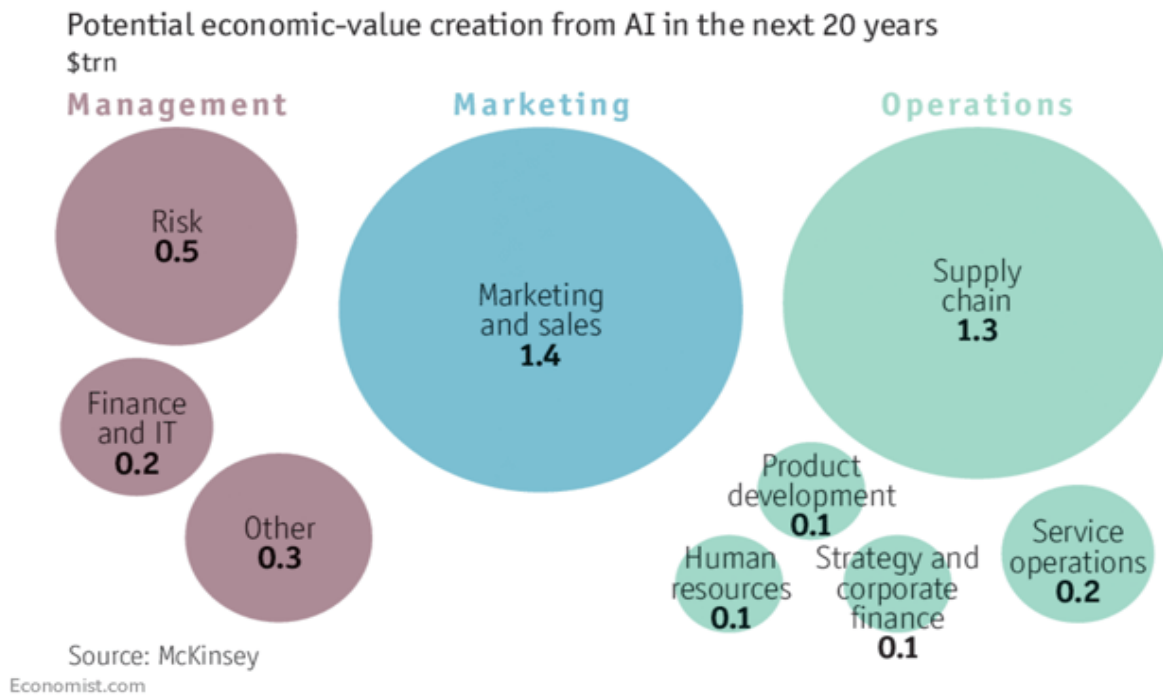
Transformiranje opskrbnog lanca je ambiciozan i zahtjevan pothvat, ali prednosti koje tada ostvarujemo su značajne. Kako bi osigurali maksimalni dobitak od uvođenja umjetne inteligencije u poslovanje, kompanije moraju svladati četiri glavne prepreke:

- Predviđanje potražnje u više segmenata proizvoda i zemljopisnih područja,
- Dinamičko prepoznavanje kompromisa sa stotinama ili tisućama međusobno povezanih varijabli ili bezbrojnim tehničkim ograničenjima,
- Integracija rješenja umjetne inteligencije kao što su optimizacija obrade ili održavanje kvalitete matičnih podataka za upravljanje širim lancem vrijednosti, i
- Osiguravanje da se planovi izvrše i da se mogu prilagoditi učincima varijabilnosti kao što su šokovi potražnje, zastoji u proizvodnji i prekidi u transportu.<sup>34</sup>

Uspješna implementacija upravljanja opskrbnim lancem potpomognutog umjetnom inteligencijom omogućila je ranim korisnicima da smanje troškove logistike za 15%,

<sup>34</sup> Alicke, K., et al.: *Succeeding in the AI supply-chain revolution*, 30.03.2023., <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/succeeding-in-the-ai-supply-chain-revolution> (17.08.2023)

optimiziraju razine zaliha za 35% i povećaju razinu usluge za 65% u usporedbi sa sporijom konkurencijom koja nije uvela umjetnu inteligenciju.<sup>35</sup>



Slika 4- Potencijalno stvaranje ekonomske vrijednosti pomoću umjetne inteligencije u sljedećih 20 godina  
Izvor: [https://www.economist.com/special-report/2018/03/28/how-ai-is-spreading-throughout-the-supply-chain?FEATURE\\_ARTICLES\\_V1=0](https://www.economist.com/special-report/2018/03/28/how-ai-is-spreading-throughout-the-supply-chain?FEATURE_ARTICLES_V1=0) (17.08.2023)

Istraživanje McKinsey-a predviđa da će logističke kompanije generirati 1.3-2 trilijuna dolara godišnje u nadolazećem razdoblju od 20 godina zbog implementiranja umjetne inteligencije.<sup>36</sup>

#### 4.1. AUTOMATIZIRANA SKLADIŠTA

S porastom tehnologija umjetne inteligencije i automatizacije kao što su robotska automatizacija procesa i industrijski roboti. Skladišta postaju sve više pametna i automatizirana, smanjujući potrebu za ručnim radom i oslobađajući radnike da se usredotoče na više strateških zadataka koje roboti trenutno ne mogu obavljati. Ovo ne samo da smanjuje troškove rada, već također pomaže poboljšati sigurnost i smanjuje rizik od nezgoda na radnom mjestu jer roboti preuzimaju sve poslove koji su se pokazali da mogu biti potencijalno opasni za ljude prilikom

<sup>35</sup> Dilmegani, C., *Top 15 Use Cases and Applications of AI in Logistics in 2023.*, 12.06.2023.  
Online: <https://research.aimultiple.com/logistics-ai/> (16.08.2023)

<sup>36</sup> How AI is spreading throughout the *supply chain.*,  
Online: [https://www.economist.com/special-report/2018/03/28/how-ai-is-spreading-throughout-the-supply-chain?FEATURE\\_ARTICLES\\_V1=0](https://www.economist.com/special-report/2018/03/28/how-ai-is-spreading-throughout-the-supply-chain?FEATURE_ARTICLES_V1=0) (17.08.2023)

dugoročnog rada. Kompanije mogu koristiti robotske ruke za automatizaciju procesa odabira paketa i pakiranja narudžbi, što se pokazalo da je jedan od najdugotrajnijih i najintenzivnijih zadataka u skladištu. Robotske ruke potpomognute određenim tipom umjetne inteligencije mogu raditi puno brže od ljudskih radnika, i tako smanjiti vrijeme koje je potrebno za obavljanje zadatka i oslobađajući radnike da se usredotoče na područja skladišta gdje su potrebni. Ovi roboti također mogu raditi 24 sata dnevno, dodatno smanjujući potrebu za ručnim radom i povećavajući sveukupnu učinkovitost poslovanja. Roboti koji koriste umjetnu inteligenciju mogu učinkovito sortirati, odabirati, pakirati i organizirati zalihe, te tako drastično ubrzati proces ispunjavanja narudžbi<sup>37</sup>. Još jedna prednost korištenja robotike, automatizacije i umjetne inteligencije u skladištima predstavlja to da roboti imaju određene senzore i kamere koji omogućuju praćenje lokacije robota, ali i praćenje zaliha u stvarnom vremenu, omogućujući bolje upravljanje zalihama i smanjenje gubitaka poslovanja. Takav pristup generira veliku količinu skladišnih podataka koji se mogu koristiti za prediktivnu analitiku i poboljšanje kontrole skladišnih procesa.

Automatizacija skladišta pokretanih umjetnom inteligencijom transformirala je i unaprijedila klasična skladišta gdje su sve obavljali radnici uz pomoć određenih zastarjelih strojeva u učinkovite, visokotehnološke distribucijske centre koji mogu pratiti brzinu poslovanja koja je potrebna u današnjem okruženju.

Umjetna inteligencija je promijenila poslovanje skladišta na nekoliko načina:

- Porast tehnologije automatizacije u skladištima smanjuje potrebu za ručnim radom i poboljšava učinkovitost, sigurnost i smanjuje rizik od nesreća kroz automatizaciju zadataka kao što su otpremanje i pakiranje,
- Umjetna inteligencija može pomoći upraviteljima skladišta da poboljšaju upravljanje zalihama upotrebom naprednih algoritama za predviđanje buduće potražnje i optimiziranje razina zaliha, što dovodi do učinkovitijeg upravljanja zalihama i smanjenja rizika od nestašica i prevelikih zaliha,
- Umjetna inteligencija optimizira vrijeme isporuke i rute analizirajući podatke o otpremi i isporuci kako bi predvidio vrijeme isporuke i preporučio najučinkovitije rute, skraćujući vrijeme isporuke, poboljšavajući zadovoljstvo kupaca i povećavajući učinkovitost opskrbnog lanca, i

---

<sup>37</sup> Muynck, D, B., *The True Role of AI In Logistics.*, 17.08.2023.

Online: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/08/17/the-true-role-of-ai-in-logistics/?sh=799c41dc51d3> (18.08.2023)

- Umjetna inteligencija predviđa i optimizira analizirajući podatke senzora, smanjujući troškove i vrijeme zastoja dok poboljšava performanse opreme i vijek trajanja u skladišnim operacijama.<sup>38</sup>

Neki od trendova koje prate automatizirana skladišta su: automatizacija odabira, pametni unutarnji transport, „tamna skladišta“, automatizirani sustav za ukrcaj i iskrcaj kamiona, softver za upravljanje skladištem temeljen na oblaku i analiza podataka.



Slika 5 - Prikaz robota za slaganje paketa

Izvor: <https://venturebeat.com/business/ai-technology-modernizes-warehouse-management/> (19.08.2023)

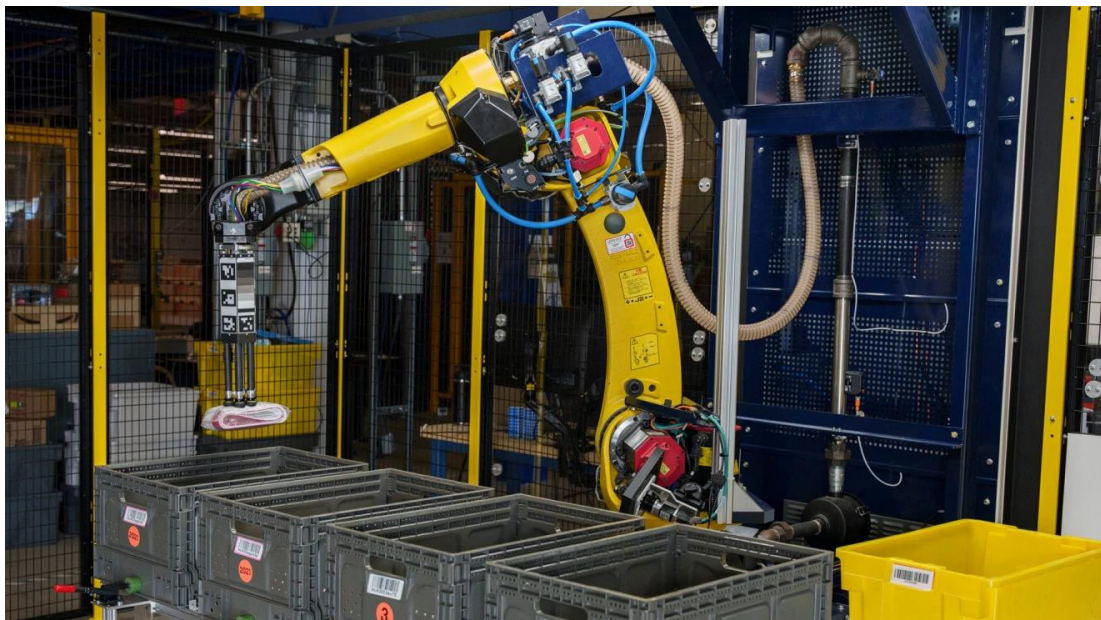
Tijekom proteklog desetljeća Amazon je bio predvodnik inovacija, ulažući značajne financijske resurse u robotiku, naprednu tehnologiju i umjetnu inteligenciju unutar svog poslovanja<sup>39</sup>. Željeli su u potpunosti promijeniti osnove funkcioniranja skladišta kao što su: prenošenje paketa, sortiranje, identificiranje i slaganje. Amazon u svojim skladištima ima milijune paketa različitih vrsta, težina i oblika i zato su željeli izumiti novu tehnologiju koja bi im uvelike olakšala poslovanje. I tada je nastao robot „Sparrow“. Prvi robotski sustav koji u skladištima može otkriti, odabrati i rukovati pojedinačnim proizvodima. Sparrow predstavlja veliki napredak u najsuvremenijoj tehnologiji industrijske robotike koristeći računalni vid i umjetnu inteligenciju za prepoznavanje i rukovanje milijunima predmeta. Uz pomoć strojnog

<sup>38</sup> Griffus, D., *How Artificial Intelligence is Changing Warehouse Operations*, 30.01.2023., <https://motion2ai.com/forklift-telematics-tracking-blog/how-artificial-intelligence-is-changing-warehouse-operations> (18.08.2023)

<sup>39</sup> Amazon introduces Sparrow-a state-of-the-art robot that handles millions of diverse products, Online: <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-sparrow-a-state-of-the-art-robot-that-handles-millions-of-diverse-products> (10.11.2022)

učenja i umjetne inteligencije ova robotska ruka ima mogućnost pojedinačnog rukovanja milijunima pojedinačnih predmeta sa mnoštvom površina i tekstura i to sa velikim stupnjem točnosti.<sup>40</sup>

Sparrow koristi tehnologiju razumijevanje scene u kombinaciji sa podacima kamere i optičkim mjernim instrumentom koji odašilje laserske zrake koje se odbijaju od vrlo sitnih čestica raspršenih u zemljinoj atmosferi i potom registriraju u optičkom prijammiku. Primjenjivanje takvog oblika tehnologije omogućuje robotu da razumije kako će se objekt ponašati na temelju njegovog unaprijed određenog znanja o strukturi iz Amazonovog inventara. Robot tako razumije svoju okolinu i može donositi odluke u stvarnom vremenu. Sparrow je zadužen za repetitivne zadatke omogućujući drugim zaposlenicima da usmjere svoje vrijeme i energiju na druge stvari a istovremeno unapređuju sigurnost.



*Slika 6- Sparrow - vrhunski robot koji rukuje milijunima različitih proizvoda*

Izvor: <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-sparrow-a-state-of-the-art-robot-that-handles-millions-of-diverse-products> (19.08.2023)

Autonomni mobilni roboti (engl. Autonomous mobile robot) je robot koji može razumjeti i kretati se kroz svoje okruženje bez izravnog nadzora operatera ili na fiksnoj unaprijed predodređenoj putanji.<sup>41</sup> Ovi roboti imaju niz sofisticiranih senzora koji im omogućavaju razumijevanje i tumačenje njihove okoline, što im pomaže da izvrše zadatak na što učinkovitiji

---

<sup>40</sup> Miles, S., *Sparrow, the new robot from Amazon, drives efficiency and advances careers.*, 21.02.2023.

Online: <https://www.iiotinsider.com/ai/sparrow-the-new-robot-from-amazon-drives-efficiency-and-advances-careers/> (19.08.2023)

<sup>41</sup> Romaine, E., *Types and Applications of Autonomous Mobile Robots (AMRs).*, 31.07.2022.

Online: <https://www.conveyco.com/blog/types-and-applications-of-amrs/> (20.08.2023)



način. Roboti se samostalno kreću oko stacionarnih prepreka kao što su zgrade, police i radne stanice te mobilnih prepreka kao što su ljudi, viličari, krhotine i drugi roboti. Sustavi koje roboti koriste za kretanje i snalaženje u prostoru su senzori, umjetna inteligencija, strojno učenje i računarstvo. Zahvaljujući ovim vrstama tehnologije autonomni mobilni roboti će ako dođu do određene prepreke koristiti sofisticirani navigacijski sustav za izbjegavanje sudara kako bi usporili, zaustavili se i proračunali novi put kako bi nastavili objavljivati svoj zadatak. Autonomni mobilni roboti samostalno pronalaze najučinkovitiju rutu za postizanje svakog zadatka i dizajnirani su za suradnju sa operaterima dok klasični automatizirani vođeni roboti to ne čine.

Autonomni mobilni roboti mogu se podijeliti u tri različite skupine:

- Autonomni mobilni roboti koji premještaju inventar unutar objekta,
- Autonomni mobilni roboti koji pomažu u procesu odabira paketa, i
- Autonomni mobilni roboti koji služe za sortiranje.

Autonomni roboti koji premještaju inventar unutar objekta koriste za se premještanje predmeta i paleta. Autonomni samovozeći viličari su savršen primjer ovog tipa robota koji ima ključnu ulogu u upravljanju skladišnim prostorom. Oni također rješavaju problem nedostatka radnika u skladištima jer potražnja za logističkom pomoći raste, ali nedostaje operatera viličara i drugih kvalificiranih radnika.<sup>42</sup>



*Slika 7 - Samovozeći viličar*

Izvor: <https://builtin.com/robotics/autonomous-mobile-robots> (20.08.2023)

---

<sup>42</sup> Biba, J., *A Guide to Autonomous Mobile Robots.*, 14.03.2023.

Online: <https://builtin.com/robotics/autonomous-mobile-robots> (20.08.2023)

Autonomni mobilni roboti koji pomažu u odabiru paketa slijede princip rada donošenja robe osobi. Roboti za odabir paketa eliminiraju velik dio hodanja povezanog s ispunjavanjem narudžbe kojeg su do sada obavljali ljudi. Oni odabiru i isporučuju radnicima artikle slijedeći striktnu listu kada su im potrebni i tako povećavaju učinkovitost.



*Slika 8 - Robot za branje paketa*

Izvor: <https://bultin.com/robotics/autonomous-mobile-robots> (20.08.2023)

Autonomni mobilni roboti za sortiranje služe za upravljanje i ažuriranje artikala u skladištu. Upareni s radijsko frekvencijskim oznakama (engl. Radio-frequency identification) i bežičnim uređajem za praćenje koji se može priključiti na zalihe i proizvode, ovi roboti mogu navigirati skladišnim prostorima.



*Slika 9 - Autonomni robot za inventuru*

Izvor: <https://bultin.com/robotics/autonomous-mobile-robots> (20.08.2023)

## 4.2. DOSTAVNI DRONOVI

Proteklih godina dronovi su postali izuzetno popularna i važna tehnologija koja se koristi za sve od fotografiranja do ratnih operacija. Industrija dostave bespilotnim letjelicama doživjela je značajan porast i unaprjeđenje zavaljujući razvoju i implementaciji umjetne inteligencije. Dronovi pokretani umjetnom inteligencijom napravili su veliki napredak u načinu prijevoza i isporuke robe, pružajući neusporedivu učinkovitost, brzinu i praktičnost<sup>43</sup>. Umjetna inteligencija postala je glavni razlog razvoja dostavnih dronova jer omogućava napredno planiranje rute i optimizaciju. Dronovi opremljeni umjetnom inteligencijom mogu analizirati velike količine podataka u vrlo malo vremena, kao što su vremenski uvjeti, tok prometa i težina paketa, kako bi odredili najučinkovitije rute za dostavu. Takav obrazac ponašanja uveliko štedi vrijeme i smanjuje potrošnju energije. Algoritmi umjetne inteligencije mogu dinamički prilagođavati rute dostave u stvarnom vremenu uzimajući u obzir primjerice promjenu vremena. Ova prilagodljivost osigurava brzu isporuku paketa, čak i u slučajevima neočekivanih prepreka i tako unaprjeđuje zadovoljstvo kupaca i povjerenje u usluge dostave dronom. Kod autonomnih dostavnih letjelica umjetna inteligencija koristi se kako bi se dronovima dala mogućnost samostalnog donošenja odluka baziranih na prethodnim aktivnostima.

Dron koji pokreće umjetna inteligencija može analizirati podatke pomoću svojih senzora, kao što su kamere i optički mjerni instrumenti kako bi identificirao objekte i značajke terena. Zatim te informacije može iskoristiti za donošenje odluka o tome gdje letjeti i kako izbjeći prepreke kao što su kuće, drveće, električne instalacije, ptice ili druge letjelice.

Umjetna inteligencija na ove načine omogućuje dronovima da samostalno obavljaju složene zadatke bez ljudske intervencije kao što su:

- Prikupljanje podataka: dronovi prikupljaju podatke sa senzora i kamera poput slike i videa,
- Obrada podataka: snimljene podatke obrađuju algoritmi umjetne inteligencije, koji mogu otkriti uzorke i donijeti odluke na temelju podataka,
- Donošenje odluka: algoritmi umjetne inteligencije mogu donositi odluke na temelju obrađenih podataka, poput identificiranja objekta ili poduzimanja određenih radnji, i

---

<sup>43</sup> Naik, A., *The impact of AI on the drone delivery industry.*, 24.06.2023.

Online: <https://www.financialexpress.com/business/blockchain-the-impact-of-ai-on-the-drone-delivery-industry-3140648/> (20.08.2023)

- Izvršavanje akcije: dronovi mogu izvršavati radnje na temelju odluka algoritama umjetne inteligencije, kao što je let do određene lokacije ili snimanje više podataka.

Umjetna inteligencija donosi niz prednosti dronovima kao što su:

- Povećana učinkovitost: umjetna inteligencija omogućuje dronovima učinkovitije obavljanje zadatka, bez ljudske intervencije. To štedi vrijeme i resurse čineći rad dronovima isplativijim,
- Poboljšana točnost: algoritmi umjetne inteligencije mogu analizirati podatke točnije od ljudi omogućujući dronovima da obavljaju zadatke s većom preciznošću,
- Proširene mogućnosti: umjetna inteligencija omogućuje bespilotnim letjelicama izvođenje šireg spektra zadataka, kao što je prepoznavanje objekata, planiranje putanje i donošenje odluka, i
- Autonomni rad: umjetna inteligencija omogućuje dronovima da rade autonomno, bez potrebe za stalnim ljudskim nadzorom.<sup>44</sup>

Glavna briga povezana s isporukom dronova je sigurnost. Umjetna inteligencija igra ključnu ulogu u ublažavanju rizika i osiguravanju sigurnih operacija. Dronovi pokretani umjetnom inteligencijom mogu otkriti i izbjeći prepreke na svojoj putanji leta, poput zgrada, drveća ili drugih letjelica, koristeći napredne tehnologije računalnog vida i senzora. Ove mogućnost smanjuju vjerojatnost nesreća i sudara, čineći dostavu dronom sigurnijom i za operatere i za javnost.

Dronovi pokretani umjetnom inteligencijom moraju savladati još mnogo izazova prije nego postanu dio naše svakodnevnice. Propisi koji se odnose na autonomne bespilotne letjelice mogu se uvelike razlikovati od zemlje do zemlje, a gotovo sve zemlje zahtijevaju određene certifikate, dozvole i osiguranje kako bi se dronovi mogli komercijalno koristiti. Pitanje koje šira javnost najviše postavlja je pitanje osobne privatnosti jer su dronovi opremljeni kamerama i raznim sensorima i tako predstavljaju potencijalnu invaziju u privatnost svake osobe. Dronovi trebaju biti povezani sa kontrolom zračnog prometa, službama za praćenje vremena i geoprostornim podacima. Ovo povezivanje može biti vrlo kompleksno, zahtjevno, vremenski dugotrajno i skupo te na nekim lokacijama može zahtijevati promjenu ili prenamjenu postojeće

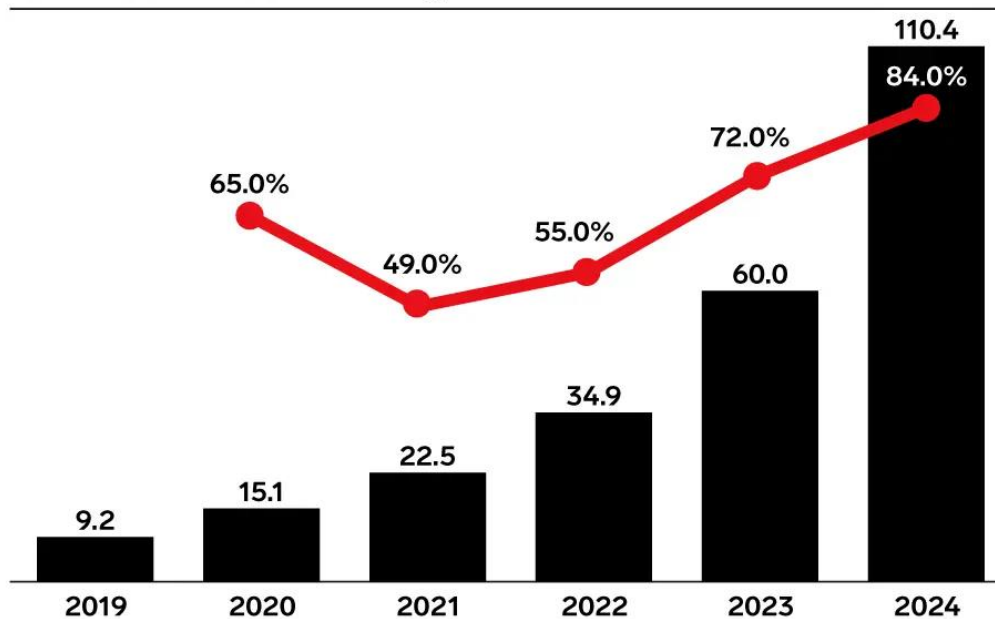
---

<sup>44</sup> Shawky, M., *The Rise of AI Drones: Intelligent Flying Machines*, 24.03.2023., <https://www.linkedin.com/pulse/rise-ai-drones-intelligent-flying-machines-mohamed-shawky> (21.08.2023)

infrastrukture. Ograničeno trajanje baterija također predstavlja prepreku u poslovanju sa dronovima.

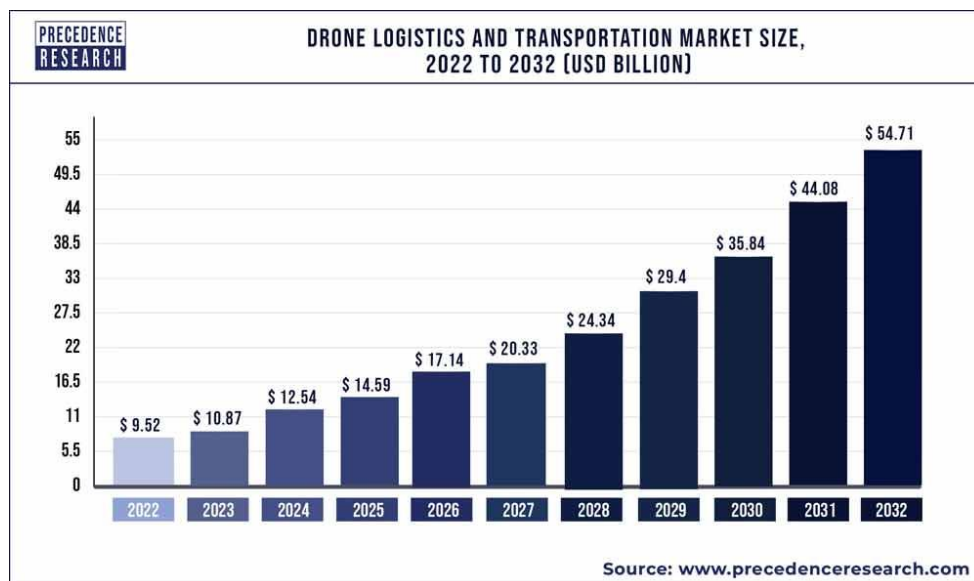
Dronovi su ograničeni trajanjem baterije i dometom što uvelike može otežati izvođenje velikog broja dostava na velikim udaljenostima te je umjetna inteligencija zadužena procijeniti može li dron sa trenutnim stanjem baterije doći do mjesta isporuke i sigurno se vratiti. Ova prepreka može se savladati naprednijim baterijskim sustavima, implementacijom solarnog napajanja ili razvijanjem autonomnih sustava za punjenje i sletanje. Još jedan problem u modernom dobu kao i kod ostale napredne tehnologije preostaje hakiranje i neovlašten pristup uređaju. Potrebno je implementirati sustav koji uvelike otežava hakiranje, prepoznaje kad je uređaj hakiran i ima određene korake koji se poduzimaju ako se uređaj nađe pod napadom hakera, primjerice automatsko zaustavljanje ili sigurno sletanje. Iako dronovi predstavljaju veliku novčanu uštedu, smanjuju vrijeme dostave i dobri su za okoliš široka implementacija još je vrlo daleko.

### **Delivery Drone Units in the US, 2019-2024** *thousands and % change*



Slika 10 - Količina dostavnih dronova u Sjedinjenim Američkim Državama od 2019 do 2024  
Izvor: <https://www.insiderintelligence.com/insights/drone-delivery-services> (21.08.2023)

Trenutno broj dostavnih dronova nije velik i sačinjava se od 60 000 dronova, ali u narednim godinama predviđa se eksponencijalan i rapidan porast. Već 2024. godine predviđa se da će biti 110 000 dostavnih dronova u Sjedinjenim Američkim državama.



Slika 11 - veličina tržišta korištenja dronova u logistici i transportu od 2022 do 2032

Izvor: <https://www.precedenceresearch.com/drone-logistics-and-transportation-market> (21.08.2023)

Tržište logistike prijevoza dronova 2023. godine iznosi 10.98 milijardi dolara i predviđen je enormni porast usluge i vrijednosti ovog tipa dostave sa predviđenom vrijednosti od 54.71 milijarde dolara u nadolazećoj 2032. godini.

Amazon Prime Air glavni je i najnapredniji sustav dostave paketa korištenjem dronova. Dronovi koriste napredne sustave umjetne inteligencije i strojnog učenja kako bi promijenili način na koji se paketi dostavljaju<sup>45</sup>. Čitavo odvijanje dostave paketa obavlja se umjetnom inteligencijom jer su dronovi dizajnirani za autonomni rad i imaju mogućnost donošenja odluka u stvarnom vremenu na temelju podataka o okolišu i uvjetima leta.



Slika 12 - Amazon PrimeAir dron za dostavu

Izvor: <https://time.com/4185117/amazon-prime-air-drone-delivery/> (21.08.2023)

<sup>45</sup> Jaclyn., *Tech Talks: How Amazon's AI-Powered Drones Are Reshaping Delivery.*, 07.2017.

Online: <https://medium.com/m2mtechconnect/tech-talks-how-amazons-ai-powered-drones-are-reshaping-delivery-593e749d92a6> (21.08.2023)

Računalni vid jedan je od najvažnijih senzora koji igra vitalnu ulogu u navigacijskim sposobnostima dronova Amazon Prime Air-a. Uz pomoć kamere visoke rezolucije i naprednih algoritama za obradu slike, dronovi mogu snimati i analizirati svoju okolinu i tako mogu prepoznati objekte i prepreke te mogu samostalno donijeti odluku kako zaobići određenu prepreku. Pažljivo napisani algoritmi umjetne inteligencije i strojnog učenja rade zajedno kako bi optimizirali proces planiranja rute. Također veliku ulogu igra analiza povijesnih podataka, prometnih uvjeta i okoliša, Zahvaljujući tim analizama moguće je drastično skratiti vrijeme leta, smanjiti potrošnju energije i maksimizirati broj uspješnih i pravodobnih isporuka. Najbolji aspekt Prime Aira je njegova potpuna suradnja s umjetnom inteligencijom što im omogućava kontinuirano učenje jer kako se prikuplja sve više podataka iz svake isporuke, algoritmi umjetne inteligencije mogu poboljšati svoje modele. S vremenom autonomne letjelice postaju sve bolje i naprednije te sam Amazon Prime Air postaje pouzdaniji, učinkovitiji i prepoznatljiv u svijetu dostave dronovima. Amazon je početkom godine izjavio da će do kraja 2023. godine obaviti 10 000 dostava svojim korisnicima koristeći svoju flotu letećih robota, ali stvarnost je puno drugačija. Izvještaj iz drugog mjeseca govori da su obavili tek 10 dostava i trend ne pokazuje nikakav planiran rast. Iz Amazona su izjavili da proces traje duže nego što su očekivali i da trenutno provode puno vremena rješavajući pravne procese u koje su uključeni autonomni dronovi.

### 4.3. PREDIKTIVNO ODRŽAVANJE

U umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju, prediktivno održavanje odnosi se na sposobnost korištenja količine podataka za predviđanje i rješavanje potencijalnih problema prije nego što dovedu do kvarova u operacijama, procesima, uslugama ili sustavima. <sup>46</sup>Drugim riječima prediktivno održavanje je pristup održavanju koji koristi analizu podataka i algoritme strojnog učenja i umjetne inteligencije za predviđanje kada je potrebno održavanje određenih strojeva ili njihovih dijelova pomažući logističkim tvrtkama da prepoznaju probleme prije nego što se pojave. Posao umjetne inteligencije je analizirati velike količine podataka pomoću raznih algoritama i pronaći uzorke koje ljudi ne bi mogli. Primjerice umjetnu inteligenciju možemo koristiti za analizu podatka iz strojeva kao što su pokretne trake ili viličari i tako saznati kada je potrebno održavanje. Analiza može uključivati promjene u temperaturi stroja, promjene u

---

<sup>46</sup> *Predictive Maintenance.*, <https://www.datarobot.com/wiki/predictive-maintenance/> (21.08.2023)

vibraciji, brzini rada, zastajkivanju pokretne trake ili druge probleme koji mogu pokazati da je potrebno održavanje. Analizom takvih promjena koje su ljudima teške ili nemoguće za prepoznati možemo popraviti stroj prije nego problem postane ozbiljan i poremeti cijeli tok logističkog poslovanja skladišta. Prediktivno održavanje ne koristi se samo za strojeve već i za nadogradnju i održavanje informacijskih sustava i tako omogućuje optimalne rezultate.

Prediktivni modeli održavanja koje omogućuje umjetna inteligencija i podupire strojno učenje mogu se kvalitetno prilagoditi bilo kojoj vrsti operacije a neke od prednosti su:

- Poboljšana preglednost opskrbnog lanca: prediktivno održavanje nudi poboljšanu preglednost statusa pošiljke i pomaže smanjiti troškove koji su povezani s isporukama koje kasne ili nisu predviđene,
- Smanjeno vrijeme zastoja i produženi životni vijek: prediktivno održavanje može povećati vrijeme neprekidnog rada za 9% i produljuje životni vijek stare imovine za 20%. Stoga prediktivno održavanje može predvidjeti probleme i smanjiti vrijeme zastoja. Mnoge tvrtke imaju konkretne planove za povećanje korištenja prediktivnog održavanja,
- Smanjeni troškovi održavanja: prema nedavnoj studiji prediktivno održavanje može pomoći u uštedi od 8-12% u odnosu na standardne modele prediktivnog održavanja, a kada je riječ o reaktivnom održavanju može uštedjeti oko 40%. Nadalje kako proizvođači doznaju za potencijalne kvarove tjednima ili čak mjesecima unaprijed to može smanjiti troškove održavanja za 18-25%,
- Veća učinkovitost: prediktivno održavanje štedi vrijeme i novac tvrtke povećanjem učinkovitosti proizvodnje. Uz smanjeno vrijeme zastoja i učinkovitije održavanje, oprema radi s maksimalnim kapacitetom. Osim toga kvaliteta je bolja i dolazi do poboljšanja proizvodnog kapaciteta, povećanom korištenju radne snage i životnom vijeku opreme. Što sve dovodi do veće učinkovitosti,
- Ciljano održavanje: prediktivno održavanje tehničarima omogućuje održavanje na temelju uvida koji otkrivaju obrasce kvarova i korelacije s određenim komponentama. Tako tehničari za održavanje objekata mogu obavljati ciljano održavanje, i
- Poboljšana sigurnost: prediktivno održavanje može smanjiti sigurnosne, zdravstvene i ekološke rizike za 14%.<sup>47</sup>

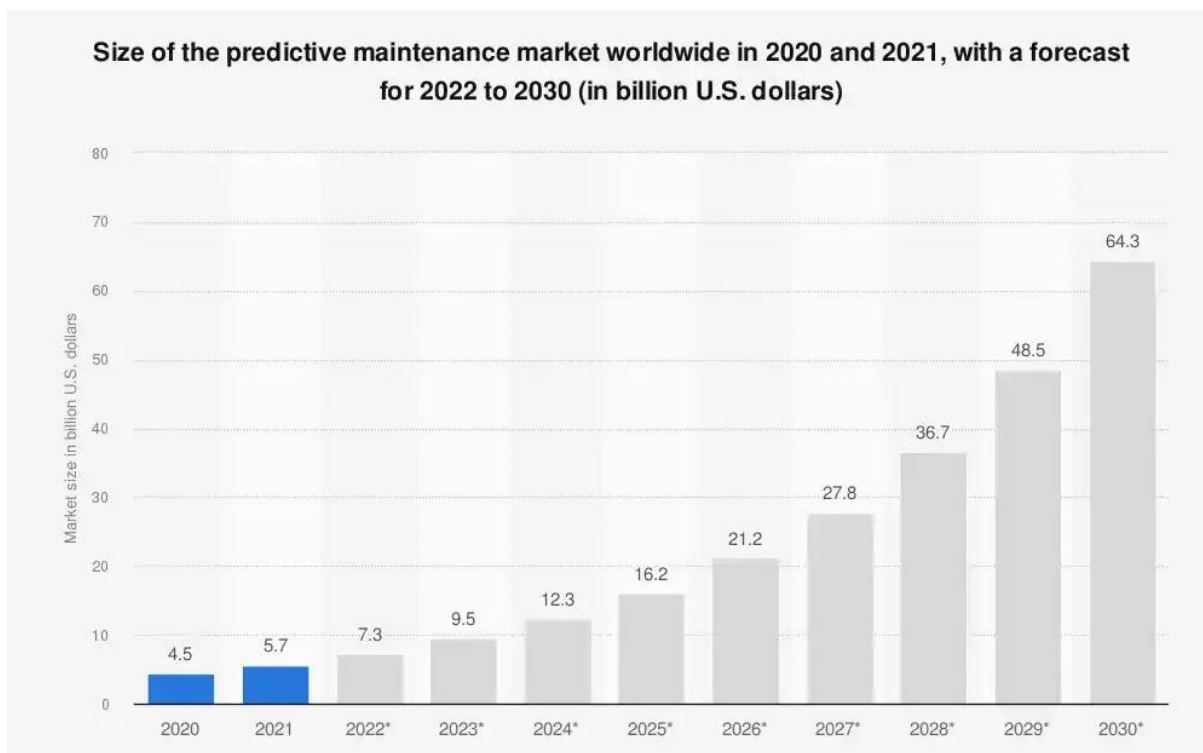
---

<sup>47</sup> Georgiou, M., *Predictive Maintenance: A Game-Changer in Logistics*, 19.05.2023, <https://imagination.net/blog/predictive-maintenance-in-logistics/> (22.08.2023)



Iako prediktivno održavanje donosi velik broj prednosti neki od nedostatak su:

- Velika investicija: prediktivnom održavanju su potrebni veliki novčani izdatci u tehnologiji i radnoj snazi kako bi mogao učinkovito raditi. Vlasnici tvrtke morati će uzeti u obzir velike troškove koji dolaze kod kupnje pametnih senzora i obuke osoblja za rad sa novom tehnologijom, dodatni troškovi su naravno i softver, instalacija softvera te sigurnosni protokoli koje trebaju ugraditi stručnjaci za održavanje,
- Problemi kompatibilnosti pametnih senzora sa postojećim sustavom: cijena i vrsta senzora varira ovisno o vrsti senzora koji su potrebni za operacije. Veliki problem predstavlja kad senzori nisu međusobno kompatibilni odnosno ne podržavaju zajednički rad i ne mogu međusobno komunicirati,
- Neobučeno osoblje za rad na novoj tehnologiji: prediktivno održavanje je nova tehnologija stoga je potrebno obučiti osoblje za rad sa potpuno novom tehnologijom što nije jednostavno. Obuka treba uključivati: kako osoblje treba raditi sa sensorima, kako iščitavati podatke i što napraviti kada sustav ne radi kako treba ili dođe do određene anomalije,
- Briga o privatnosti i sigurnosti: kod implementacije nove tehnologije sve tvrtke su zabrinute za sigurnost svojih podataka i podataka svojih klijenata. Uz implementaciju prediktivnog održavanja podatci o proizvodnji i tvornici šalju se i pohranjuju u baze podataka koje se nalaze izvan tvrtke, i
- Osoblje nesklono promjenama: ljudi se nerado mijenjaju i teško ih je potaknuti da koriste nove sustave poslovanja na koje nisu naviknuti. Tada je potrebno imati stalnu komunikaciju s osobljem kako bi svi bili uvjereni da je promjena uvedena za njihovu dobrobit i dobrobit tvrtke. Također potrebno je uvesti neki oblik motivacije koji će ljude potaknuti na prijelaz na nove tehnologije kao što su novčani bonusi i slanje na certificirana poboljšavanja.



Slika 13 - Veličina tržišta prediktivnog održavanja u 2020 i 2021, sa predviđanjem od 2022 do 2030

Izvor: <https://www.statista.com/statistics/748080/global-predictive-maintenance-market-size/> (04.09.2023)

Može se primijetiti stalni porast u implementaciji prediktivnog održavanja. Iako je to novo područje sa trenutnom vrijednošću od 9.5 milijardi dolara predviđen je veliki porast i implementacija u velik broj logističkih poslovanja.

Trenutni najveći iskorak tehnologije koji može odrađivati posao prediktivne analize u automatiziranim logističkim skladištima naziva se ANYmal. ANYmal je četveronožni robot dizajniran za autonomni rad. Iznimno pokretan robot koji je sposoban za dinamično trčanje i penjanje po teškom terenu. Zahvaljujući ugrađenim sensorima i dubinskim kamerama, ANYmal može percipirati svoje okruženje, točno se lokalizirati, samostalno planirati svoj navigacijski put i pažljivo odabrati uporišta tijekom hodanja. Ima sposobnost da se samostalno kreće kroz višekratno složeno okruženje, a nakon što je vođen kroz okolinu robot zapamti svaki detalj i pronalazi najbrži put za obavljanje svog zadatka. Tijekom rada robot samostalno sigurno izbjegava prepreke i pouzdano se kreće po neravnom terenu. Opremljen je za vizualnu, toplinsku i akustičnu analizu i praćenje opreme i infrastrukture. Inspekcijski algoritmi temeljeni na umjetnoj inteligenciji analiziraju senzorske podatke za tumačenje vrijednosti, klasificiranje rezultata i otkrivanje anomalija



Slika 14 - ANYmal Robot  
Izvor: <https://www.anymal-research.org> (25.08.2023)

Veličina ANYmal robota optimalna je za svladavanje prepreka i on može nositi do 15 kilograma dodatnog tereta. Postavljanje uređaja za rad je izuzetno jednostavno, zahtjeva samo jedno prijenosno računalo, robota i punjač baterija. Ugrađena baterija omogućuje kontinuirani rad od 2-4 sata ovisno o aktivnosti i intenzivnosti zadatka.<sup>48</sup>

#### 4.4. OPTIMIZACIJA RUTE

Optimizacija rute prijevoza jedan je od glavnih aspekata koji se mora zadovoljiti kako bi logističko poslovanje uspješno poslovalo. Ona služi za određivanje najbolje rute koja služi za prijevoz robe od početne do finalne točke. U analizu ulaze podatci kao što su: udaljenost, prometni uvjeti, rokovi dostave, prometni senzori, praćenje GPS-om i vremenske prilike. Koristeći umjetnu inteligenciju da obavi ovaj zadatak i analizira velike količine podataka logističke kompanije mogu optimizirati dostavne rute i tako smanjiti troškove goriva, poboljšati vrijeme dostave i unaprijediti sigurnost vozača. Umjetna inteligencija može se koristiti za analizu prometnih podataka u stvarnom vremenu kako bi se identificirala najbrža ruta za dostavna vozila, uzimajući u obzir i vozila s ručnim upravljanjem i autonomna vozila. To uključuje razmatranje čimbenika kao što su zatvaranje cesta, nesreće i zastoji. Umjetna inteligencija se također može koristiti za optimizaciju ruta na temelju vremenskih uvjeta

---

<sup>48</sup> ANYmal Research, online: <https://www.anymal-research.org/> (25.08.2023)

uzimajući u obzir faktore kao što su kiša ili snijeg<sup>49</sup>. Prednosti optimizacije ruta korištenjem umjetne inteligencije su mnoge:

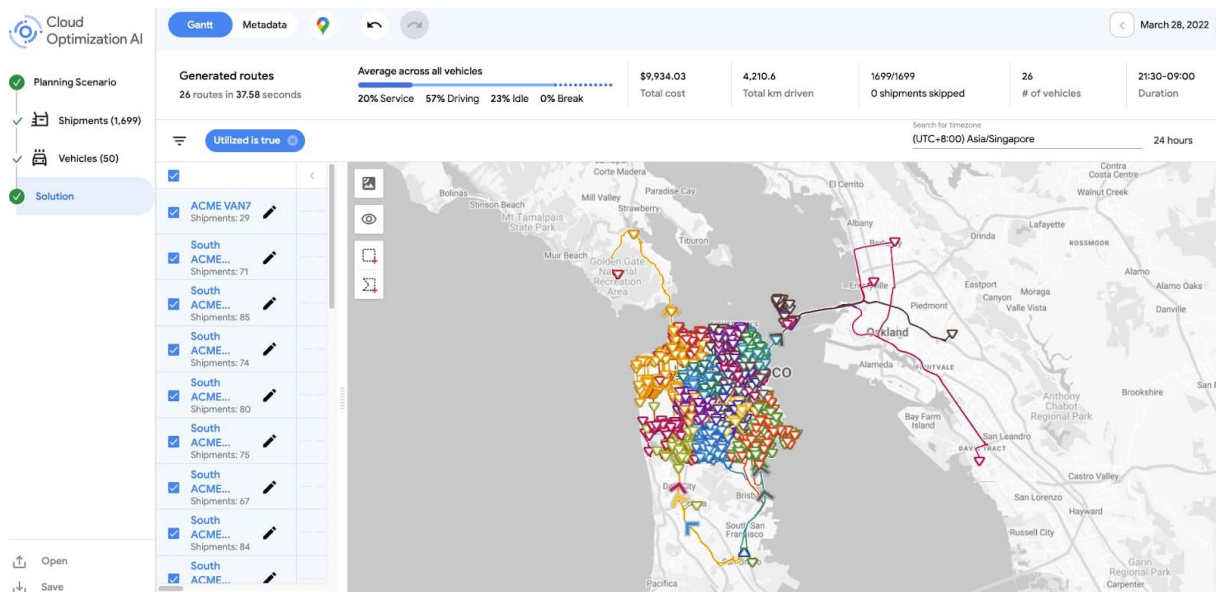
- Prediktivno održavanje voznog parka: korištenje povijesnih podataka i tekuće upotrebe za predviđanje budućih zahtjeva održavanja,
- Ažuriranja u stvarnom vremenu: korisnik u svakom trenutku može znati gdje se nalazi njegova pošiljka i u kojem je stadiju isporuke,
- Točna predviđanja temeljena na podacima: sustav umjetne inteligencije i strojnog učenja može koristiti veliku količinu već prikupljenih podataka i predvidjeti najbolje rute na temelju trenutačnih okolnosti,
- Kontinuirano učenje i poboljšanje: ovaj tip sustava nastavlja učiti kako dobiva više podataka, što znači da će s vremenom postati bolji, i
- Praćenje vozila: omogućuje nadzornicima da u svakom trenutku znaju gdje se nalazi koje vozilo što može biti korisno za pojačanu sigurnost kod prijevoza pošiljki velike vrijednosti.<sup>50</sup>

Naravno kao i svi novi sustavi i ovaj ima pokoji nedostatak. Najveći nedostatak predstavlja to što je sustav još nov i nisu izgladnjeni svi potencijalni problemi koji mogu nastati u svakodnevnoj upotrebi jer je svako korištenje u stvarnim primjerima drugačije. Najbolji trenutni primjer ove tehnologije je „Google Cloud Fleet Routing API“ alat za optimizaciju ruta temeljen na umjetnoj inteligenciji. Ovaj alat uzima u obzir obrasce prometa, vrijeme isporuke i ostale čimbenike kako bi stvorio najučinkovitiju rutu za određenu dostavu.

---

<sup>49</sup> *5 Ways to Use Artificial Intelligence in Logistics*, <https://en.codept.de/blog/5-ways-to-use-artificial-intelligence-in-logistics> (22.08.2023)

<sup>50</sup> *An Overview of Route Optimization Techniques*, Online: <https://optimoroute.com/route-optimization-techniques/#ai> (22.08.2023)



Slika 15 - Primjer ilustracije ruta koje je izradio Cloud Fleet Routing API

Izvor: <https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/google-cloud-optimization-ai-cloud-fleet-routing-api> (22.08.2023)

#### 4.5. UMJETNA INTELIGENCIJA U POMORSKOJ INDUSTRIJI

Pomorska industrija je sektor koji se bavi sigurnim i pouzdanim prijevozom robe na globalnoj razini. Dolaskom novih tehnologija i trendova pomorska industrija se polako prilagođava njihovoj široj implementaciji kako bi ubrzala postojeće poslovanje i dodatno povećala učinkovitost.<sup>51</sup> Umjetna inteligencija pokazala se kao najoptimalnije rješenje za pomorsku industriju primarno u upravljanju kontejnerskom flotom i prediktivnom održavanju. U pomorskom sektoru umjetna inteligencija se koristi za postupno prebacivanje na automatizirane lučke terminale, i tako smanjuje potrebu za ljudskim radom u rukovanju teretom. Također korištenjem prediktivnog održavanja učinkovito produljuje životni vijek opreme, vozila i same logističke infrastrukture analiziranjem i pružanjem odgovarajućih informacija za donošenje odluka na temelju povijesnih podataka koje je već prikupila ili koji su prethodno uneseni u program. Kvalitetan proces pomorske industrije uvelike ovisi o pravovremenoj prognozi pomorskih operacija. Prediktivna priroda umjetne inteligencije čini je još kompatibilnijom s korištenjem u pomorskoj industriji. Pomorska industrija obavlja velik broj operacija kako bi uspješno prevezla pošiljku na svoje odredište. Ove operacije koriste veliku količinu opreme za uspješno održavanje protoka robe kroz dobavni lanac. Tijekom

<sup>51</sup> *The impact of AI-powered predictive maintenance in shipping*,  
Online: <https://www.lotus-containers.com/en/the-impact-of-ai-powered-predictive-maintenance-in-shipping/>  
(30.06.2023)

korištenja oprema se može pokvariti, prestati raditi i tako poremetiti delikatne logističke operacije. Umjetna inteligencija predviđa kvarove i potencijalne probleme i daje priliku da se oni riješe prije nego što poremete poslovanje ili oprema postane nepopravljiva što predstavlja velik problem i velik gubitak vremena i novca.

Nakon uvođenja tehnoloških trendova logističke operacije su doživjele veliku promjenu i veliki preokret. Svi podaci se prikupljaju i analiziraju, tako analizirajući prošle trendove možemo predvidjeti buduće i minimizirati troškove, smanjiti pogreške i poboljšati učinkovitost. Umjetna inteligencija u pomorskoj industriji služi za: navigaciju i optimiziranje rute, smanjenje potrošnje goriva, održavanje brodova i opreme, analiziranje gustoće lučkog prometa i još mnogo toga.

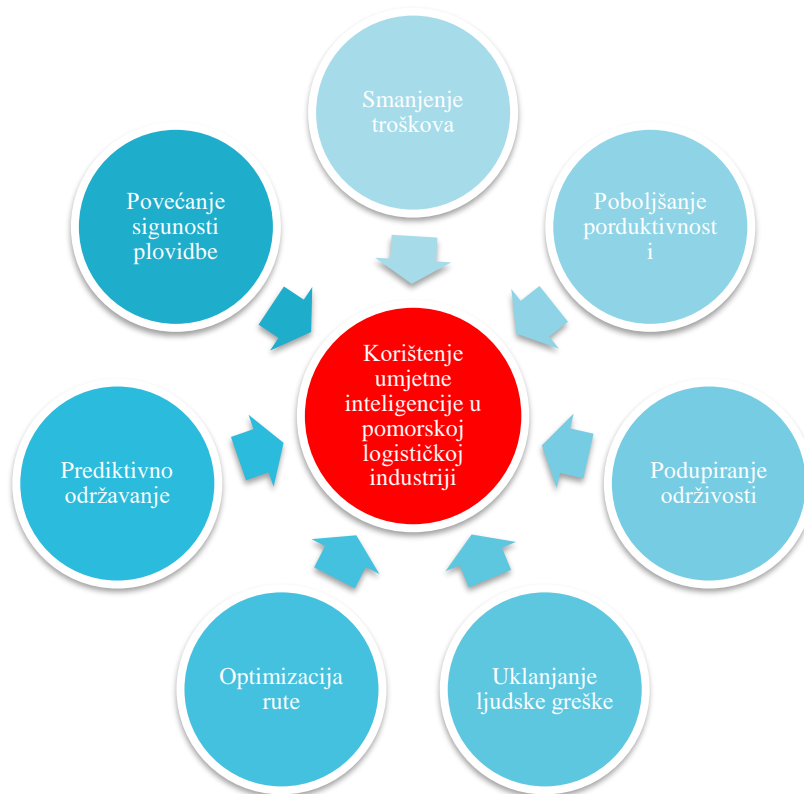
Pregledavajući i analizirajući rute i navigacijske obrasce umjetna inteligencija može upravljati plovilima bez ljudske intervencije, otvarajući mogućnost za autonomne brodove ili one sa minimalnim brojem posade. Ovakvo korištenje omogućuje ostalim radnicima da se usredotoče na ostale bitne zadatke i tako osiguraju sigurnu plovidbu, sigurnu dostavu tereta i povećanu učinkovitost. Optimizacija rute može pomoći da brodovi brže i sigurnije stignu do odredišta i minimiziraju vrijeme na vodi. Umjetna inteligencija može pomoći u planiranju i radu koristeći pojedinosti o lokalnim vremenskim obrascima i prognozama kako bi se pronašle najbrže, najpovoljnije i najsigurnije rute za brod i posadu.

Plovidba i obavljanje operacija na moru koriste velike količine goriva koje je izuzetno skupo i zagađuje okoliš. Umjetna inteligencija može pratiti koliko goriva brod koristi i predložiti strategije koje bi pomogle u smanjivanju potrošnje goriva kako bi smanjili troškove poslovanja. Potrošnja goriva može također dati uvid u neučinkovite procese, pomažući u poboljšanju brodskih operacija.

Održavanje je važan dio efikasnosti broda i njegove sigurnosti, Kad oprema radi na najbolji način posada može bezbrižno obavljati poslove za koje je prvotno zadužena. Manja oštećenja ili istrošenost također mogu utjecati na cjelokupni sustav, uzrokujući njegov pretjerani rad i nepotrebnu potrošnju energije i goriva, povećavajući troškove plovila i potrošnju. Umjetna inteligencija koristi senzore za analizu rada opreme i tako odlučuje gdje je mogući problem. Kad prepozna nekarakterističnu promjenu u korištenju goriva ili korištenju energije može poslati upozorenje posadi da određeni stroj ili određeni dio stroja treba inspekciju ili popravak. Praćenje opreme koristeći umjetnu inteligenciju može omogućiti bolje održavanje opreme povećanjem vidljivosti i svijesti. Oprema može dobiti potrebno održavanje prije

sljedećeg ciklusa inspekcije ili servisa i tako spriječiti neželjene velike kvarove koji bi mogli dovesti u pitanje ukupno poslovanje i sigurnost broda.

Umjetna inteligencija analizira veliku količinu informacija iz velikog broja izvora uključujući radare, sonare i GPS sustave kako bi dala specifične rezultate za svako pojedinačno područje plovidbe. Prilikom plovidbe i dolaska u luke prati ostala plovila i pohranjuje ih za buduće korištenje. Kako pohranjuje sve više informacija tako ih više razumije i sve bolje može pomoći u sigurnijoj navigaciji plovidbe i susretanju što manjeg broja plovila. Ovi podaci omogućuju brodovima da završe putovanje brže jer znaju na koje dokove mogu odmah pristati i što je najvažnije korištenje podataka o uzorku prometa pomaže da se izbjegnu područja s velikim prometom i smanji rizik od sudara. Prednosti korištenja umjetne inteligencije u pomorskoj industriji su brojne a neke od njih uključuju: smanjenje troškova, poboljšanje učinkovitosti, podupiranje održivosti i uklanjanje ljudske pogreške.



Slika 16 - Korištenje umjetne inteligencije u pomorskoj logističkoj industriji  
Izvor: izradio student

Kako umjetna inteligencija postaje sve popularnija na brodovima i plovilima, mnogi članovi posade i mornari zabrinuti su da će izgubiti posao jer računala mogu raditi sve više i više. Međutim, članovi posade ne trebaju brinuti. Dok umjetna inteligencija i strojno učenje mogu pojednostaviti i pomoći u operacijama još uvijek ne mogu automatizirati cjelokupni

proces plovidbe. Pojedinci nude jedinstvene vještine i sposobnosti koje strojevi ne mogu ponoviti, čineći ljudsku prisutnost na brodu neprocjenjivom. <sup>52</sup>

#### 4.6. AUTONOMNA DOSTAVNA VOZILA U LOGITISCI

Klasičan način upravljanja vozila zahtjeva od ljudi da obavljaju sve poslove samostalno. Prvotno odabir rute kojom ćemo se kretati, kontroliranje brzine, upravljanje vozilom, konstantna svijenost što se nalazi oko nas te u svakom trenutku moramo biti spremni reagirati na nagle promjene u prometu. Kad pogledamo što je sve potrebno možemo uvidjeti da bi umjetna inteligencija svakako mogla preuzeti neki od ovih poslova. <sup>53</sup> Koristeći računalnu snagu koju već posjedujemo i povezujući je sa sensorima i sustavima umjetne inteligencije moguće je replicirati postupak upravljanja vozila. U kontekstu logistike autonomna vozila najveću korist pokazuju u pogledu dostave zadnje milje (engl. last mile delivery). Dostava robe od izvora do korisnika predstavlja dugačak i kompleksni lanac opskrbe. Dostava zadnje milje odnosi se na zadnji dio opskrbnog lanca koji predstavlja dostavu robe od lokalnog distribucijskog lanca do finalnog korisnika. Prema istraživanjima dostava zadnje milje zaslužna je za 50% ili više posto cjelokupne dostavne cijene.

Glavni razlozi zašto je posljednja milja toliko skupa za izvršavanje predstavljaju: gužve u prometu, nedostatak adekvatnog parkinga u urbanim područjima, dugačka putovanja do nedostupnih lokacija i potreba dostave više puta jer korisnici nisu kod kuće u određeno vrijeme. Zbog tih razloga velika količina kompanija se počinje oslanjati na autonomna odnosno samovozeća vozila. Vozila bez vozača za dostavu paketa i dronovi za dostavu dva su primarna primjera primjene samovozeće tehnologije za ublažavanje problema dostave zadnje milje. Roboti za dostavu bez vozača učitavaju i prihvataju pakete iz distribucijskog centra i autonomno se kreću do adresa kupaca.

---

<sup>52</sup> *How AI is Changing the Maritime Industry*, 10.04.2023. Online: <https://www.mitags.org/ai-impact-maritime-industry/> (23.08.2023)

<sup>53</sup> Sjafrie, H., *Introduction To Self-Driving Vehicle Technology*, CRC Press, 2019. str. 3





Slika 17 - Starship robot za dostavu

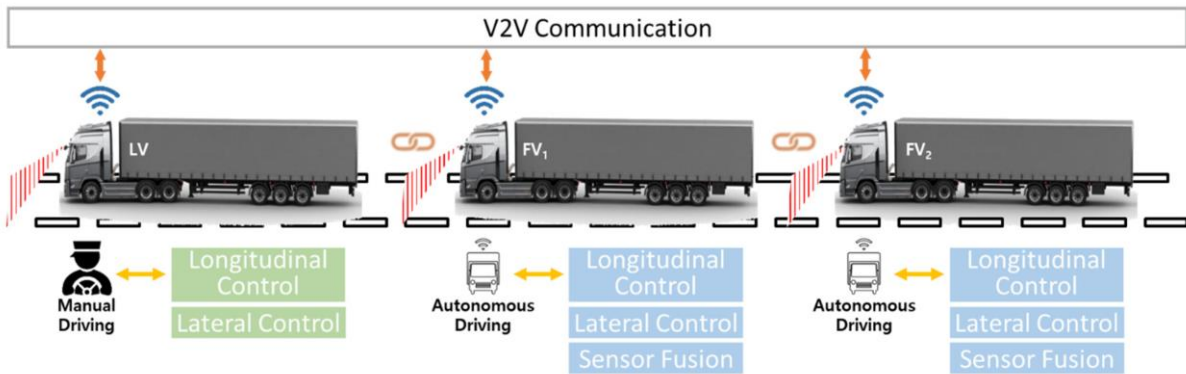
Izvor: <https://www.thegrocer.co.uk/technology-and-supply-chain/robot-grocery-delivery-company-starship-investigating-toddler-hit-and-push-incident/666529.article> (24.08.2023)

Starship roboti za dostavu su autonomna vozila koja najčešće služe za dostavu posljednje milje kao i za dostavu hrane, namirnica ili ostalih paketa na kratkim relacijama. Roboti koriste četvrtu razinu autonomije što znači da se 99% oslanjaju na svoje senzore i umjetnu inteligenciju bez ljudske intervencije te putuju brzinom od 6.4 kilometra po satu što je približno brzom ljudskom hodu. Koriste ekološki prihvatljive baterije koje mogu izdržati jedan dan korištenja te se nakon toga trebaju puniti. Roboti su prilično sigurni za dostavu zbog svoje težine te ih je teško podignuti i ako netko pokuša silom otvoriti pretinac za dostavu ili pokuša ikako ometati robota oglasiti će se glasan alarm.<sup>54</sup> Autonomna vozila uz dostavu zadnje milje unaprjeđuju i dostavu kamionima odnosno dostavu na duže relacije. Iako se pomorski i željeznički prijevozi uvelike koriste za prijevoz tereta na duže relacije ne možemo zanemariti cestovni prijevoz kamionima koji dalje ima značajnu ulogu u prijevozu tereta. Europske zemlje trenutno imaju velik nedostatak vozača kamiona za koji su autonomna vozila potpomognuta umjetnom inteligencijom i strojnim učenjem najbolje rješenje.

Trenutno najrašireniji pristup autonomnoj vožnji kamiona naziva se „*truck platooning*“. To je metoda koja grupira dva ili više kamiona u jedan konvoj. Prvo vozilo predvodi putovanje dok ga ostala vozila automatski slijede održavajući sigurnu razdaljinu. Ovakav pristup donosi bolju iskoristivost goriva, povećava sigurnost prijevoza na prometnicama i poboljšava protok prometa i korištenje cestovne infrastrukture.

---

<sup>54</sup> Starship, Online: <https://www.starship.xyz/the-starship-robot/> (24.08.2023)



Slika 18 - Prikaz komunikacije između vozila (V2V)  
Izvor: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/24/7022> (24.08.2023)

U konvoju kamiona vodeće vozilo upravlja se ručno a sljedeća vozila se upravljaju autonomnom vožnjom, s kratkim razmakom između vozila kamiona. Za uspješnost konvoja u različitim situacijama svaki kamion mora održavati dinamičku stabilnost, a nadalje cijeli sustav mora održavati stabilnost niza. Međutim zbog kratkog dometa pogleda naprijed mogućnosti planiranja putanje sljedećih vozila postaju znatno smanjene. Osim toga u vožnji sa zglobnim teretnim kamionima, fenomen skretanja s putanje koji se javlja na zakrivljenoj cesti otežava sljedećem vozilu da prati putanju kamiona ispred sebe.<sup>55</sup>

Prednosti vozila pokretanih umjetnom inteligencijom logistici:

- Smanjenje troškova: autonomna vozila imaju velik potencijal smanjiti troškove rada kada govorimo o transportu i dostavi. Koristeći algoritme umjetne inteligencije ova vozila mogu voziti bez vozača što može poboljšati učinkovitost i smanjiti troškove,
- Poboljšanje efikasnosti: donošenje odluka u stvarnom vremenu omogućuje poboljšanu optimizaciju rute, smanjenje potrošnje goriva i skraćuje ukupno vrijeme dostave što sve poboljšava efikasnost logističkog poslovanja,
- Poboljšana sigurnost: ljudske pogreške su zaslužne za velik broj nesreća u cestovnom prometu. Autonomna vozila pokretana umjetnom inteligencijom opremljena su kamerama, sensorima, programima i algoritmima za sprječavanje sudara. Tako osiguravaju sigurnost isporuke i smanjuju ljudske žrtve u cestovnom prometu,
- Fleksibilnost poslovanja: autonomna vozila se lako puštaju u promet ili vade iz njega ovisno o trenutnom opsegu posla. Ovo omogućava logističkim poduzećima da se brzo prilagode bez potrebe da zapošljavaju ili otpuštaju zaposlenike, i

<sup>55</sup> Lee, Y., et al.: *A Novel Path Planning Algorithm for Truck Platooning Using V2V Communication*, 08.12.2020., <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/24/7022> (24.08.2023)

- Utjecaj na okoliš: autonomna vozila pokretana umjetnom inteligencijom koja kvalitetno optimiziraju rute putovanja, minimiziraju potrošnju goriva i smanjuju emisije vode održivoj logistici i smanjuju ugljični otisak logističkog poslovanja.<sup>56</sup>

Iako uvođenje autonomnih vozila u logističko poslovanje ima velik broj prednosti i neupitno ima velike koristi za poboljšanje svakog aspekta poslovanja i ima pozitivan utjecaj na korisnike ima i svoje prepreke odnosno nedostatke. Glavni nedostaci su: regulatorne prepreke, percepcija javnosti, tehničke zahtjevnosti i sigurnosna pitanja. Propisi za autonomna vozila još uvijek nisu dovoljno razrađeni kako bi ona bila naša svakodnevnica. Države svijeta imaju još puno posla regulirajući sve pravne aspekte koji dolaze uz autonomna vozila kao što su: sveobuhvatni okviri koji se bave sigurnošću, infrastruktura i sigurnost prikupljanja podataka.

Kao i kod bilo koje nove tehnologije povjerenje javnosti i njezino prihvaćanje presudni su za uspješno usvajanje autonomnih vozila pokretanih umjetnom inteligencijom. Izgradnja povjerenja i pouzdanost ovih vozila zahtijevat će vrijeme i napore u obrazovanju i komunikaciji. Iako su autonomna vozila vrlo tehnološki napredna i dalje je potrebna velika količina novca i vremena koje treba uložiti u umjetnu inteligenciju, senzore i hardverske komponente. Tek kad vozila budu mogla gotovo bez greške i potpuno sigurno funkcionirati u stvarnom svijetu može se govoriti o široj implementaciji. Također autonomna vozila su i dalje preskupa za veliku većinu građana i dok cijena ne padne na razine koje su njima prihvatljive ostati će namijenjena za viši sloj društva. I konačno vrlo kompleksni sustav senzora i programskih sistema autonomnih vozila kreira potencijalne scenarije za hakiranje i kibernetičke napade. Važno je osigurati sigurnost ovih vozila da se takve stvari nikada ne dogode jer predstavljaju veliku opasnost za ljudski život. Iako je tehnologija dostave bez vozača uzela zamah tijekom pandemije, lako će nadživjeti ovo razdoblje, a i tvrtke i potrošači to prepoznaju i već ubiru korist od nje.<sup>57</sup>

#### **4.7. UPRAVLJANJE ZALIHAMA POMOĆU UMJETNE INTELIGENCIJE**

Zalihe se odnose na robu i materijale koje tvrtka namjerava prodati radi zarade. Stoga upravljanje zalihama obuhvaća sve procese i tehnike korištene u proizvodnji, skladištenju i

---

<sup>56</sup> Sherrod, L., *The Future of Logistics with AI-Powered Autonomous Vehicles.*, 01.05.2023.

Online: <https://www.linkedin.com/pulse/future-logistics-ai-powered-autonomous-vehicles-larry-sherrod> (24.08.2023)

<sup>57</sup> Rosenberger, S., *Driverless delivery and last-mile coverage*, 04.02.2022.,

<https://www.deloitte.com/global/en/Industries/infrastructure/perspectives/driverless-delivery-and-last-mile-coverage.html> (24.08.2023)

distribuciji robe. Cilj je osigurati dostupnost prave robe, na pravom mjestu i u pravo vrijeme<sup>58</sup>. To se najbolje postiže praćenjem čitavog inventara od proizvodnje sve do točke prodaje. Tako je moguće pratiti količinu inventara, prodaju, narudžbe i dostave. Umjetna inteligencija ovdje daje dodatnu prednost identificirajući i odgovarajući na nove trendove i promjene ljudskih želja. Uz njenu pomoć zagarantirano je da će uvijek biti dovoljno robe na skladištu da ispuni zahtjeve korisnika. Umjetna inteligencija može pomoći u svim razinama poslovanja. Primjerice označavanje svakog artikla može povećati točnost zaliha na 95%. Umjetna inteligencija u upravljanju zalihama može se koristiti za: pojednostavljenje cijelog procesa, upravljanje zalihama i dostavu, prikupljanje i obradu podataka i pružanje personaliziranog korisničkog iskustva.

Pojednostavljenje cijelog procesa upravljanja zalihama: uz praćenje materijala kojeg imamo u skladištu i dostave istoga upravljanje zalihama podrazumijeva i predviđanje, planiranje i kontrolu inventara. Koristeći prednosti umjetne inteligencije poslovanje može minimizirati ili potpuno izbjeći mogućnost prevelike ili premalene količine inventara. To je zato što umjetna inteligencija može razmotriti potražnju specifičnu za lokaciju, analizirati i povezati uvide u potražnju te otkriti i odgovoriti na potražnju potrošača za određenim proizvodom. Također korištenje umjetne inteligencije minimizira moguće greške koje nastaju kada ljudi prate velike količine inventara i podataka.

Upravljanje zalihama i dostava: skladišta moraju raditi bez ikakvih poteškoća i zastoja kako bi mogla biti konkurentna na tržištu. Problemi upravljanja skladišta kao što su problemi planiranja i nepravilno vođenje inventure može dovesti do manjka u skladištu i kašnjenja u dostavi. Ti problemi stvaraju negativan utjecaj na prihode i zadovoljstvo korisnika. Upravljanje zalihama pomoću umjetne inteligencije rezultira analiziranjem ponašanja kupaca i pomaže poslovanju da uvijek ima dovoljne količine pojedinog proizvoda. Sustavi umjetne inteligencije mogu također pomoći u optimizaciji prijevoza od tvornice do skladišta i od skladišta do klijenta, što dovodi do isporuka na vrijeme i pozitivno utječe na zadovoljstvo kupaca.

Većina poslovanja danas ima veliku količinu korisničkih podataka. Koristeći programe za umjetnu inteligenciju moguće je stvoriti personalizirano iskustvo za svakog postojećeg kupca nudeći proizvode posebno namijenjene njima.

Prednosti poboljšanja upravljanja zalihama koje donosi umjetna inteligencija:

---

<sup>58</sup> Lisowski, E., *AI in inventory management*, 20.10.2022., <https://addepto.com/blog/ai-in-inventory-management/> (25.08.2023)

- Predviđanje potražnje bez napora,
- Automatizirana nabava materijala,
- Upravljanje sigurnosnim zalihama,
- Poboljšana učinkovitost putem algoritama umjetne inteligencije,
- Smanjeni troškovi skladištenja i dostave,
- Smanjeno rastojanje između ponude i potražnje,
- Podrška za pristupačnost podataka, i
- Poboljšana izvedba zaposlenika.

Umjetna inteligencija će promijeniti kako tvrtke vrše način provjere inventara. To će omogućiti tvrtkama da ograniče oslanjanje na ljudski rad i iskoriste svoje zaposlenike i resurse u drugim područjima poslovanja. Poslovanja koja implementiraju sustave umjetne inteligencije u svoj dobavni lanac mogu očekivati velik porast u profitabilnosti, konkurentnosti na tržištu, poboljšane performanse rada zaposlenika i smanjene troškove poslovanja.

## 5. ZAKLJUČAK

Tematika ovog diplomskog rada je umjetna inteligencija koja se svakodnevno sve više implementira u sve sektore logističkog poslovanja. Umjetna inteligencija predstavlja veliki iskorak u svakodnevnom logističkom poslovanju i ima potencijal iz temelja promijeniti svu dinamiku dosadašnjeg poslovanja. Implementacija umjetne inteligencije predstavlja kvalitetno i sigurno rješenje za trenutne probleme u logistici.

Logističko poslovanje predstavlja sve radnje koje omogućuju da se proizvod ili usluga u što manje vremena i uz što manje novca dovedu do potrošača. Danas gotovo sva poslovanja potražuju određenu količinu logističkih usluga, dok su neki ovisni o dostavama materijala za rad ostali gotove proizvode moraju dostaviti svojim kupcima. Trenutno se najviše pokušava usavršiti dostava zadnje milje koja se pokazala kao izuzetno skup proces cjelokupnog logističkog lanca.

Umjetna inteligencija i danas se karakterizira kao jedan od novih i nedovoljno istraženih pojmova pogotovo kad se govori o njejoj implementaciji u svakodnevno poslovanje. Sustavi umjetne inteligencije dizajnirani su da prikupljaju velike količine podataka i koriste razne algoritme kako bi ih analizirali. Nakon provedene analize pronalaze se korelacije i uzroci te se koriste razni obrasci za predviđanje budućih stanja. Umjetna inteligencija omogućuje strojevima da obavljaju određene poslove za koje su bili zaduženi ljudi puno brže, efikasnije i uz manje grešaka. Uvođenje umjetne inteligencije u logističko poslovanje napravljeno je radi poboljšanja i optimiziranja poslovanja te smanjena troškova.

Prednosti koje nudi umjetna inteligencija kao što su brza i precizna analiza velike količine podataka, predviđanje pomoću analiziranja uzoraka i smanjenje troškova poslovanja optimalno su rješenje za postojeće probleme u logistici. Dosadašnja istraživanja su pokazala da se umjetna inteligencija optimalno uklapa u sferu logističkog poslovanja. Implementacija je pokazala značajno poboljšanje učinkovitosti logistike kao i povećanu kvalitetu usluge za korisnike. Glavna prednost umjetne inteligencije u logistici je to što se ona kontinuirano razvija i pronalazi nove načine za smanjenje troškova, poboljšanje usluga i povećanje sigurnosti rada u skladištima. Umjetna inteligencija trenutno je implementirana u velik broj sektora poslovanja kao što su: automatizirana skladišta, dostavni dronovi, prediktivno održavanje, optimizacija rute, pomorska industrija, dostavna vozila i upravljanje zalihama.

Najveći nedostatak šire implementacije umjetne inteligencije u logistiku trenutno predstavljaju visoki troškovi. Velika poduzeća imaju dovoljno novčanih sredstava za implementaciju i dugoročno mogu uštedjeti velike količine novca, ali ipak za manja poslovanja trenutno uvođenje predstavlja prevelik i nedovoljno opravdan trošak. Predviđanja pokazuju da bi zbog automatizacije, umjetne inteligencije i novih tehnologija velika količina ljudi mogla ostati bez posla ne samo u logistici već i u drugim srodnim zanimanjima.

Porast korištenja umjetne inteligencije u logistici nedvojbeno će se nastaviti jer predstavlja novi iskorak u tehnološkoj revoluciji. Prednosti poput poboljšanja poslovanja, smanjenja troškova i rasta sigurnosti uvelike će unaprijediti poslovanje u svim razinama opskrbnog lanca. S vremenom, novim tehnologijama i širom implementacijom doći će do pada cijena te će i manja poslovanja prihvatiti umjetnu inteligenciju kao vitalan dio svog cjelokupnog poslovanja.

## LITERATURA

Knjige:

1. Russel, S., Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Fourth Edition*. 2020.
2. Brown, D., *Artificial Intelligence; 3 Books in 1: Machine Learning for Beginners, Artificial Intelligence for Business and Computer Networking for Beginners: A Complete AI and Deep Learning Guide*, 2019.
3. Hassanine, A, E., et.al., *Artificial Intelligence and Industry 4.0.*, 2022.
4. Panayides, M.P., Song, D.W., *Maritime Logistics: A guide to contemporary shipping and port management*, Kogan Page Limited, 2015.
5. Wilkins, N., *Artificial Intelligence: What You Need To Know About Machine Learning, Robotics, Deep Learning, Recommender Systems, Internet of Things, Neural Networks, Reinforcement Learning, And Our Future*, 2019.
6. Kose, U., Prasath, V.B., Mondal, M., Podder, P., Bharati, S., *Artificial Intelligence And Smart Agriculture Applications*, CRC Press, Florida, 2023.
7. Neil, C., *Artificial Intelligence For Business: How Artificial Intelligence Can Be Applied In Your Company, In Marketing And Find Out How AI Is Revolutionizing Our Life In Healthcare And Medicine*, 2020.
8. Mitchell, M., *Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans*, Pelican, 2019.
9. Merkert, R., Hoberg, K., *Global Logistics and Supply Chain Strategies for the 2020s: Vital Skills for the Next Generation*, Springer, 2023.
10. Sjafrie, H., *Introduction To Self-Driving Vehicle Technology*, CRC Press, 2019.



## Članci:

1. Burns, E., Laskowski, N., Tucci, L., artificial intelligence (AI)., 07.2023.  
Online: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AI-Artificial-Intelligence>
2. Kumar, S., Advantages and Disadvantages of Artificial Intelligence., 25.11.2019.  
Online: <https://towardsdatascience.com/advantages-and-disadvantages-of-artificial-intelligence-182a5ef6588c>
3. Bucholz, K., Where AI is Aiding Productivity., 15.12.2020.  
Online: <https://www.statista.com/chart/23779/ai-productivity-increase/>
4. Napolitano, E., AI eliminated nearly 4000 jobs in May, report says., 02.06.2023.  
Online: <https://www.cbsnews.com/news/ai-job-losses-artificial-intelligence-challenger-report/>
5. Unmudl Skills Team., What Careers Will Likely Be Replaced By AI? 20 Jobs to Watch., 14.09.2023.  
Online: <https://unmudl.com/blog/careers-replaced-by-ai>
6. Dilmegani, C., Top 15 Use Cases and Applications of AI in Logistics in 2023., 12.06.2023.  
Online: <https://research.aimultiple.com/logistics-ai/>
7. Aliche, K., Dilda, V., Succeeding in the AI supply-chain revolution., 30.04.2021.  
Online: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/succeeding-in-the-ai-supply-chain-revolution>
8. Muynck, D, B., The True Role of AI In Logistics., 17.08.2023.  
Online: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/08/17/the-true-role-of-ai-in-logistics/?sh=799c41dc51d3>
9. Miles, S., Sparrow, the new robot from Amazon, drives efficiency and advances careers., 21.02.2023.  
Online: <https://www.iotinsider.com/ai/sparrow-the-new-robot-from-amazon-drives-efficiency-and-advances-careers/>
10. Romaine, E., Types and Applications of Autonomous Mobile Robots (AMRs)., 31.07.2022.  
Online: <https://www.conveyco.com/blog/types-and-applications-of-amrs/>
11. Biba, J., A Guide to Autonomous Mobile Robots., 14.03.2023.  
Online: <https://builtin.com/robotics/autonomous-mobile-robots>
12. Naik, A., The impact of AI on the drone delivery industry., 24.06.2023.  
Online: <https://www.financialexpress.com/business/blockchain-the-impact-of-ai-on-the-drone-delivery-industry-3140648/>
13. Shawky, M., The Rise of AI Drones: Intelligent Flying Machines., 24.03.2023.  
Online: <https://www.linkedin.com/pulse/rise-ai-drones-intelligent-flying-machines-mohamed-shawky>
14. Jaclyn., Tech Talks: How Amazon's AI-Powered Drones Are Reshaping Delivery., 07.2017.  
Online: <https://medium.com/m2mtechconnect/tech-talks-how-amazons-ai-powered-drones-are-reshaping-delivery-593e749d92a6>
15. Georgiou, M., Predictive Maintenance: A Game-Changer in Logistics., 19.05.2023.,  
Online: <https://imagination.net/blog/predictive-maintenance-in-logistics/#2-compatibility-issues-of-smart-sensors-with-current-assets>
16. Sherrod, L., The Future of Logistics with AI-Powered Autonomous Vehicles., 01.05.2023.  
Online: <https://www.linkedin.com/pulse/future-logistics-ai-powered-autonomous-vehicles-larry-sherrod>

17. Lisowski, E., AI in inventory management., 20.10.2022.  
Online: <https://addepto.com/blog/ai-in-inventory-management/>
18. Lee, Y., et al.: *A Novel Path Planning Algorithm for Truck Platooning Using V2V Communication*, 08.12.2020.  
Online: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/24/7022> 24.08.2023.
19. Kolmar, C., 23+ Artificial Intelligence And Job Loss Statistics [2023]: How Job Automation Impacts the Workforce, 11.06.2023.,  
Online: <https://www.zippia.com/advice/ai-job-loss-statistics/> (15.08.2023)

#### Internetske stranice:

1. Logistika – što je to, definicija i značenje., 05.08.2023  
<https://hr.economy-pedia.com/11031425-logistics>
2. 5 Different Types of Logistics., 05.08.2023  
<https://tassgroup.com/logistics/types-of-logistics/>
3. Review of Maritime Transport 2022., 12.08.2023  
<https://unctad.org/rmt2022>
4. How AI is spreading throughout the supply chain., 17.08.2023.  
[https://www.economist.com/special-report/2018/03/28/how-ai-is-spreading-throughout-the-supply-chain?FEATURE\\_ARTICLES\\_V1=0](https://www.economist.com/special-report/2018/03/28/how-ai-is-spreading-throughout-the-supply-chain?FEATURE_ARTICLES_V1=0)
5. How Artificial Intelligence is Changing Warehouse Operations., 30.01.2023.  
<https://motion2ai.com/forklift-telematics-tracking-blog/how-artificial-intelligence-is-changing-warehouse-operations>
6. Amazon introduces Sparrow-a state-of-the-art robot that handles millions of diverse products., 10.11.2022.,  
<https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-introduces-sparrow-a-state-of-the-art-robot-that-handles-millions-of-diverse-products>
7. 5 Ways to Use Artificial Intelligence in Logistics., 21.08.2023.  
<https://en.codept.de/blog/5-ways-to-use-artificial-intelligence-in-logistics>
8. An Overview of Route Optimization Techniques., 22.08.2023.  
<https://optimoroute.com/route-optimization-techniques/#ai>
9. The impact of AI-powered predictive maintenance in shipping., 30.06.2023.  
<https://www.lotus-containers.com/en/the-impact-of-ai-powered-predictive-maintenance-in-shipping/>
10. How AI Is Changing the Maritime Industry., 10.03.2023.  
<https://www.mitags.org/ai-impact-maritime-industry/>
11. Starship., 24.08.2023.  
<https://www.starship.xyz/the-starship-robot/>
12. ANYmal Research., 25.08.2023.  
<https://www.anymal-research.org/>
13. The origin and history of logistics which you might not have heard of., 25.08.2023.  
[https://jwd-group.com/en/knowledge\\_bases/aboutlogistics/](https://jwd-group.com/en/knowledge_bases/aboutlogistics/)
14. A Brief History of Logistics., 27.04.2021.  
<https://www.universalcargo.com/a-brief-history-of-logistics/>

## POPIS SLIKA

Slika 1 - Rapidni rast i pad globalnog lučkog prometa .....	6
Slika 2 - Ogledni problem riješen Evansovim ANALOGY programom (1968) .....	11
Slika 3 - Primjeri implementacije umjetne inteligencije u različite logističke sektore .....	27
Slika 4- Potencijalno stvaranje ekonomske vrijednosti pomoću umjetne inteligencije u sljedećih 20 godina .....	28
Slika 5 - Prikaz robota za slaganje paketa.....	30
Slika 6- Sparrow - vrhunski robot koji rukuje milijunima različitih proizvoda.....	31
Slika 7 - Samovozeći viličar.....	32
Slika 8 - Robot za branje paketa.....	33
Slika 9 - Autonomni robot za inventuru .....	33
Slika 10 - Količina dostavnih dronova u Sjedinjenim Američkim Državama od 2019 do 2024 .....	36
Slika 11 - veličina tržišta korištenja dronova u logistici i transportu od 2022 do 2023 .....	37
Slika 12 - Amazon PrimeAir dron za dostavu.....	37
Slika 13 - Veličina tržišta prediktivnog održavanja u 2020 i 2021, sa predviđanjem od 2022 do 2030.....	41
Slika 14 - ANYmal Robot.....	42
Slika 15 - Primjer ilustracije ruta koje je izradio Cloud Fleet Routing API .....	44
Slika 16 - Korištenje umjetne inteligencije u pomorskoj logističkoj industriji.....	46
Slika 17 - Starship robot za dostavu .....	48
Slika 18 - Prikaz komunikacije između vozila (V2V) .....	49

## **POPIS GRAFOVA**

Graf 1 - Rast produktivnosti do 2035. zbog implementacije umjetne inteligencije (%)..... 21

Graf 2 - Rizik od kompjuterizacije i automatizacije poslova u državama Europske Unije (%)  
..... 23