

Primjena inovativnih tehnologija i umjetne inteligencije u cestovnom transportu

Vrhovski, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:446356>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-19**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Integrirani prijediplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovna ekonomija,
Trgovina i međunarodno poslovanje

PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA I UMJETNE
INTELIGENCIJE U CESTOVNOM TRANSPORTU

Diplomski rad

Vrhovski Petra

Zagreb, rujan 2024.

Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Integrirani prijediplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovna ekonomija,
Trgovina i međunarodno poslovanje

**PRIMJENA INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA I UMJETNE
INTELIGENCIJE U CESTOVNOM TRANSPORTU**

**APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ROAD TRANSPORT**

Diplomski rad

Student: Petra Vrhovski

JMBAG: 0067584049

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Dora Naletina

Zagreb, rujan, 2024.



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

(mjesto i datum)

(vlastoručni potpis studenta)

SAŽETAK

Umjetna inteligencija postaje sve značajniji element svakodnevnog života s primjenom u različitim sektorima uključujući i cestovni promet. Zahvaljujući svojoj sposobnosti oponašanja ljudskih aktivnosti poput zaključivanja, učenja, planiranja i kreativnosti, umjetna inteligencija značajno doprinosi razvoju inovativnih rješenja u transportnoj industriji. Temeljna tehnologija na kojoj počiva umjetna inteligencija su umjetne neuronske mreže inspirirane strukturom ljudskog mozga. Ovaj rad proučava povijest i razvoj umjetne inteligencije kao i njezinu ulogu u cestovnom prometu. Poseban naglasak stavljen je na analizu njezine dosadašnje primjene u raznim tehnologijama, od senzora i sustava za praćenje vozila, do naprednih sustava autonomne vožnje. Istražuje se utjecaj navedenih tehnologija na povećanje učinkovitosti, sigurnosti i kvalitete usluga u prometnoj industriji, kao i na poboljšanje radnih uvjeta i produktivnosti zaposlenika. Cilj ovog rada je prikazati kako umjetna inteligencija djeluje, istražiti načine na koje poboljšava i unaprjeđuje cestovni promet te kroz analizu provedenih istraživanja i mišljenja stručnjaka predvidjeti njezin budući utjecaj na razvoj novih tehnologija u ovoj industriji.

Ključne riječi: inovativne tehnologije, umjetna inteligencija, cestovni promet

SUMMARY

Artificial intelligence is becoming an increasingly important part of everyday life, with applications across various sectors, including road transport. Thanks to its ability to mimic human activities like reasoning, learning, planning, and creativity, artificial intelligence plays a key role in developing innovative solutions within the transport industry. At the core of artificial intelligence technologies are artificial neural networks, which are modeled on the structure of the human brain. This thesis the history and development of artificial intelligence, along with its role in road transport. The focus is on analyzing how AI has been applied so far in different technologies, ranging from sensors and vehicle tracking systems to advanced autonomous driving systems. It looks at how these technologies impact efficiency, safety, and service quality in the transport industry, as well as how they improve working conditions and employee productivity. The aim of this thesis is to explain how AI works, explore the ways it enhances and improves road transport, and, through the analysis of existing research and expert opinions, predict its future impact on the development of new technologies in the industry.

Key words: innovative technologies, artificial intelligence, road transport

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i ciljevi istraživanja.....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	1
2. POJMOVNO ODREĐENJE I KARAKTERISTIKE INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA..	3
2.1. Definiranje inovativnih tehnologija u cestovnom prometu	3
2.2. Povijesni razvoj inovativne tehnologije u cestovnom transport	4
2.3. Važnost i ciljevi inovativnih tehnologija u cestovnom transportu.....	7
3. POJMOVNO ODREĐENJE I KARAKTERISTIKE UMJETNE INTELIGENCIJE	20
3.1. Definiranje umjetne inteligencije.....	20
3.2. Povijesni razvoj i opća obilježja umjetne inteligencije	21
3.3. Prednosti i nedostaci primjena umjetne inteligencije.....	23
4. STUDIJA SLUČAJA PRIMJENE INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA I UMJETNE INTELIGENCIJE U CESTOVNOM TRANSPORTU	27
4.1. Pregled postojećih istraživanja	27
4.2. Metodologija istraživanja	32
4.3. Rezultati istraživanja	32
4.4. Ograničenja i preporuke za buduća istraživanja	42
5. ZAKLJUČAK	43
POPIS LITERATURE.....	45
POPIS SLIKA.....	52
ŽIVOTOPIS	53

1. UVOD

1.1. Predmet i ciljevi istraživanja

Sve veća primjena inovativnih tehnologija i umjetne inteligencije u cestovnom transportu ima značajan utjecaj na različite aspekte društva, uključujući ekonomiju, okoliš i opću kvalitetu života. Digitalizacija cestovnog transporta, koja uključuje autonomna vozila, sustave za upravljanje prometom temeljene na umjetnoj inteligenciji (UI) i druge napredne tehnologije, donosi značajne promjene povećanjem sigurnosti, učinkovitosti i održivosti prometnih sustava. Cilj je analizirati trenutačne i buduće primjene umjetne inteligencije u cestovnom prometu, istražujući kako tehnologije poput autonomnih vozila, inteligentnih transportnih sustava i naprednih analitičkih alata mogu doprinijeti poboljšanju efikasnosti i sigurnosti, ali i smanjenju štetnog utjecaja na okoliš. Posebna pažnja posvećuje se analizi utjecaja tih tehnologija na ponašanje vozača i sigurnost prometa, s posebnim naglaskom na smanjenje ljudskih pogrešaka te tako poboljšati opću sigurnost prometa. Implementacija umjetne inteligencije u cestovni promet ne samo da smanjuje mogućnost grešaka, već omogućuje i napredne sigurnosne sustave koji predviđaju i reagiraju na potencijalne opasnosti u stvarnom vremenu.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Prilikom izrade diplomskog rada korišteni su sekundarni izvori podataka odnosno znanstveni članci, knjige, internet izvori te publikacije vezane za proučavanu temu. Prilikom pisanja rada korišteno je nekoliko znanstvenih metoda. Tako je provedeno kvalitativno istraživanje, odnosno sistematsko prikupljanje i analiza kvalitativnih podataka dobivenih iz sekundarnih izvora. Korištenje tehnike poput sadržajne analize omogućuje dublje razumijevanje širih konteksta i implikacija primjene umjetne inteligencije u prometu. Induktivna metoda korištena je za analizu specifičnih primjera i izoliranih podataka kako bi se formirali opći zaključci o trendovima i uzorcima u digitalizaciji prometa te samoj primjeni inovativnih tehnologija i umjetne inteligencije na cestovni promet. Metoda komparacije korištena je u svrhu identifikacije sličnosti i razlika u primjeni i učincima tehnologija.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Rad se sastoji od pet poglavlja.

Prvo poglavlje je uvod, u ovom uvodnom poglavlju objašnjava se predmet i cilj rada.

Predstavljaju se izvori i metode prikupljanja podataka koji će se koristiti za izradu rada. Također, uvod sadrži pregled sadržaja i strukture cijelog diplomskog rada, postavljajući osnovu za daljnje detaljne analize.

Drugo poglavlje teorijski definira pojam inovativnih tehnologija, potom se definira povijesni razvoj, uloga i važnost inovativnih te njihova primjena u prometu.

U trećem poglavlju analiziraju se pojava umjetne inteligencije, povijesni razvoj kao i opća obilježja te prednosti i nedostaci same primjene umjetne inteligencije.

Četvrto poglavlje predstavlja provedenu studiju slučaja primjene inovativnih tehnologija i umjetne inteligencija u cestovnom transportu u kojem se vrši pregled postojećih istraživanja, metodologija, rezultati istraživanja te smjernice za buduća istraživanja.

Posljednje poglavlje je zaključak.

2. POJMOVNO ODREĐENJE I KARAKTERISTIKE INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA

2.1. Definiranje inovativnih tehnologija u cestovnom prometu

Pojam inovativna tehnologija obuhvaća širok spektar tehnoloških rješenja i inovacija kojima se poboljšava sigurnost, učinkovitost, udobnost i održivost prometa te se odnose se na nove, napredne ili poboljšane tehnologije koje donose promjene u različitim industrijama. To mogu biti sve vrste tehnologija, uključujući softver, hardver, mrežne sustave, biotehnologiju i druge. Primjeri inovativnih tehnologija uključuju 5G mreže, kvantno računanje, blockchain, biomedicinske uređaje i zelenu energiju. Umjetna inteligencija (UI) specifičan je podskup inovativnih tehnologija koji se fokusira na razvoj sustava sposobnih oponašati ljudsku inteligenciju. UI obuhvaća tehnike poput strojnog učenja, dubokog učenja, prirodne obrade jezika, računalnog vida i drugih metoda koje omogućuju računalima da uče iz podataka, donose odluke i rješavaju probleme bez potrebe za izričitim programiranjem za svaku situaciju (Jackson, 2019).

Razlika između inovativnih tehnologija i umjetne inteligencije može se sagledati kroz nekoliko aspekata. Prvo, inovativne tehnologije predstavljaju širi pojam koji obuhvaća različite tehnološke napretke, dok je UI specifična disciplina unutar tog okvira, usmjerena na inteligentne sustave. Drugo, inovativne tehnologije mogu se primjenjivati u različitim područjima, dok je UI usredotočen na kreiranje strojeva i sustava koji izvršavaju zadatke koji obično zahtijevaju ljudsku inteligenciju. Na kraju, inovativne tehnologije prisutne su u gotovo svim industrijama, dok UI igra ključnu ulogu u zadacima vezanim uz analizu podataka, automatizaciju i stvaranje sustava sposobnih za učenje i prilagodbu. Inovativne tehnologije često se usko povezuju sa izrazom inteligentni transportni sustav (Hunt, 2014).

Izraz ITS ili inteligentni transportni sustavi, odnosi se na interakciju informacijskih i komunikacijskih tehnologija u prometne sustave kako bi se poboljšala sigurnost i učinkovitost upravljanja prometom (Mandžuka, 2017). Porast potreba za prijevozom i gužve na prometnicama potaknuli su potrebu za novim pristupom rješavanju problema mobilnosti. Osim smanjenja potrebe za fizičkim kretanjem korištenjem virtualnih rješenja, poput telekomunikacija, interneta, rada na daljinu i učenja na daljinu, sve veću važnost dobivaju razvoj i primjena skupa kibernetičkih rješenja poznatih kao inteligentni transportni sustavi (Bošnjak, 2006). Taj novi pristup integrira tehnološke inovacije u prometne sustave kako bi se poboljšala učinkovitost, sigurnost i upravljanje prometom. Sustavi nadzora, kontrolni sustavi,

informatijski sustavi za putnike te komunikacijski sustavi među vozilima i infrastrukturom zajedno čine inteligentni transportni sustav. Ova tehnološka rješenja omogućuju dinamičko prilagođavanje prometnih tokova, brže reagiranje na prometne incidente te pružanje relevantnih informacija vozačima i putnicima kako bi se olakšalo putovanje i smanjile gužve na prometnicama. Ukratko, inteligentni transportni sustavi predstavljaju inovativni odgovor na izazove prometne mobilnosti, koristeći tehnološke mogućnosti kako bi se unaprijedila kvaliteta, sigurnost i učinkovitost prometa. Inovativne tehnologije i inteligentni transportni sustav međusobno su povezani te se koriste zajedno kako bi se unaprijedio prometni sustav. Inovativne tehnologije obuhvaćaju širok spektar tehnoloških inovacija koje se primjenjuju kako bi se poboljšale značajke poput sigurnosti, učinkovitosti, udobnosti i održivosti (Baričević, 2001). One uključuju električna vozila, autonomna vozila, napredne sustave potpore vozaču (ADAS), sustave za dijeljenje prijevoza, elektroničku naplatu cestarine i mnoge druge tehnološke inovacije koje mijenjaju način na koji se ljudi kreću. Dok, inteligentni transportni sustavi predstavljaju integraciju informacijske tehnologije i komunikacijskih tehnologija kako bi se poboljšalo upravljanje prometom. Uključuju sustave za nadzor prometa, upravljanje prometnim tokovima, informacijske sustave za putnike, komunikacijske sustave između vozila (V2V), kao i vozila i infrastrukture (V2X), pametne semafore i mnoge druge tehnologije (Jackson, 2019).

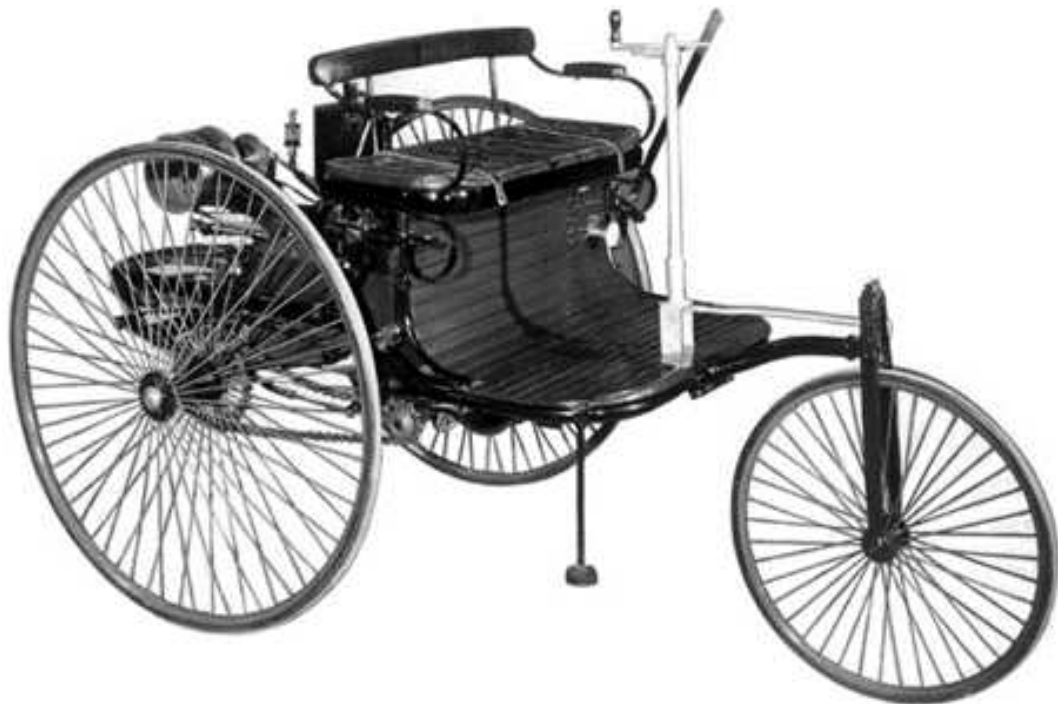
Dakle, iako su inovativne tehnologije i inteligentni transportni sustavi često sinonimi te koriste slične tehnologije i koncepte, inovativne tehnologije su širi pojam te se odnose na širok spektar tehnoloških inovacija u prometu, dok se inteligentni transportni sustavi fokusiraju na integraciju tih tehnologija radi poboljšanja prometnog sustava kao cjeline.

2.2. Povijesni razvoj inovativne tehnologije u cestovnom transport

Suvremeni napredak donosi mnoge prednosti, no s razvitkom i inovacijama pojavili su se potencijalni problemi zbog kojih je potreban razvoj novih rješenja. Urbanizacija i porast stanovništva doveli su do prenapučenosti i velikih gužvi na prometnicama, što uzrokuje produženo vrijeme putovanja, veću potrošnju goriva i veću emisiju štetnih plinova te zahtijeva izmjene u postojećim prometnim infrastrukturama (COE, 2017). Zbog svega navedenog, pojavljuje se sve veća potražnja za novijim i modernijim vozilima sa razvijenim funkcijama koji predstavljaju rješenje na navedene probleme. Inovativna tehnologija u prometu razvijala se kroz dugotrajan i složen proces, potaknut stalnim izazovima i potrebama društva. Nekoliko osnovnih faza i ključnih događaja su oblikovali razvoj inovativne tehnologije u prometu, kao

što je sam početak razvoja automobila sa početkom u 19. i 20. stoljeću koji se temeljio na ključnim izumima poput motora s unutarnjim izgaranjem. Ova faza obilježena je osnovnim inovacijama kao što je unutarnje izgaranje, prve ceste i signalizacije. Ovaj tehnološki skok, uz doprinos inženjera poput Nicolausa Cugnota, koji je konstruirao prvo motorno vozilo na parni pogon, otvorio je vrata modernom prometu. Unatoč početnim nedostacima, poput velikih dimenzija i nepraktičnosti prvih vozila, razvoj motora s unutarnjim izgaranjem omogućio je stvaranje prvih automobila od kojih je najpoznatiji onaj Karla Benza iz 1886. Godine (Slika 1), čime je započela nova era u prometu. Kako se tehnologija razvijala, tako je i društvo počelo prihvaćati automobile kao sastavni dio svakodnevnog života (Toronto Public Library, 2015).

Slika 1. Prvi automobil



Izvor: *Enciklopedija.hr* (2013). Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/automobil>

Henry Ford odigrao je ključnu ulogu u ovom prijelazu, uvođenjem revolucionarne metode masovne proizvodnje koja je omogućila proizvodnju automobila u velikim količinama. Fordova pokretna traka iz 1913. godine značajno je smanjila troškove proizvodnje, što je automobile učinilo pristupačnijima široj javnosti. Pokretna traka omogućila je velikoserijsku proizvodnju, pa je iz tvornice izlazilo i do 9.000 automobila dnevno. Ova inovacija ne samo da je promijenila način proizvodnje automobila, već je i potaknula razvoj cijele prometne infrastrukture, od cestovnih mreža do sustava prometne signalizacije (Binder & Bell Rae,

2013).

Izgradnja prometne infrastrukture postala je ključna za podršku sve većem broju vozila na cestama. Razvoj autocesta omogućio je brži i učinkovitiji prijevoz na duge udaljenosti, dok je rastući broj prometnih nesreća ubrzao uvođenje sigurnosnih inovacija kao što su sigurnosni pojasevi, zračni jastuci i sustavi protiv blokiranja kočnica. Ove mjere nisu samo unaprijedile sigurnost u prometu, već su postavile temelje za daljnje inovacije u automobilskom sektoru (History.com Editors, 2010).

Napretkom tehnologije otvarale su se mogućnosti za daljnju elektrifikaciju vozila. Iako su se prvi hibridni i električni automobili pojavili još sredinom 19. stoljeća, tek su napredak u tehnologiji baterija i električnih motora tijekom kasnog 20. stoljeća omogućili da električna vozila postanu praktična alternativa automobilima s unutarnjim izgaranjem. Ova tranzicija prema električnim vozilima odigrala je ključnu ulogu u smanjenju emisija štetnih plinova i borbi protiv klimatskih promjena, postajući jedan od glavnih ciljeva moderne automobilske industrije (Tehnofunc, 2012). Napredak informacijske tehnologije donio je novu dimenziju u promet, omogućujući razvoj pametnih prometnih sustava (ITS) i naprednih sustava potpore vozaču (ADAS). Ovi sustavi, koji se oslanjaju na računala, senzore i komunikacijske tehnologije, omogućili su stvaranje autonomnih vozila koja mogu samostalno upravljati i donositi odluke u prometu. Ovaj tehnološki napredak nije samo povećao sigurnost i udobnost u vožnji, već je otvorio nove mogućnosti za budućnost prometa, gdje bi autonomna vozila mogla postati norma i svakodnevnica. Velik napredak u tehnologiji obilježava razvoj pametnih telefona i mobilnih aplikacija koje su dodatno je transformirale prometne navike ljudi. Pojava aplikacija za dijeljenje prijevoza, kao što su carpooling i dijeljenje bicikala, omogućila je ljudima da učinkovitije koriste resurse, smanjujući time prometne gužve i zagađenje te je ovaj oblik dijeljenja prijevoza, zajedno s razvojem sustava postao je važan dio urbanog prometa, posebno u velikim gradovima. Na kraju, sve veći fokus na održivost postao je jedan od ključnih pokretača inovacija u prometu. Rastuća svijest o utjecaju klimatskih promjena i potreba za smanjenjem emisija stakleničkih plinova potaknula je razvoj novih, održivih pogonskih sustava. Električna vozila, zajedno s alternativnim gorivima poput vodika i biogoriva, predstavljaju budućnost prometa koja je usmjerena na očuvanje okoliša i smanjenje negativnog utjecaja na planet (Boukerche, Tao, Sun, 2020). Kroz sve ove faze i događaje, inovativna tehnologija nije samo odgovorila na potrebe i izazove suvremenog društva, već je i aktivno oblikovala dananji moderni promet. Od prvih parnih vozila do

autonomnih automobila i električnih bicikala, tehnologija je neprestano napredovala, pružajući rješenja koja poboljšavaju naš svakodnevni život i otvaraju nove perspektive za budućnost (Abduljabbar i sur., 2019).

2.3. Važnost i ciljevi inovativnih tehnologija u cestovnom transportu

Zbog sve većeg i rastućeg interesa za modernizacijom sustava u urbanom prometu dolazi do razvoja različitih rješenja koja su namijenjena suočavanju sa izazovima u prometu. Budućnost se ne može predvidjeti, kao što ni sva inovativna rješenja ne mogu unaprijed predvidjeti sve okolnosti, što stvara određene rizike i neizvjesnost. Urbani promet predstavlja kompleksan skup pitanja, izazova i neriješenih problema koji zahtijevaju pažljivo razmatranje kako bi se osigurala visoka razina kvalitete života. Promet u gradovima suočava se s problemima poput zagušenja, zagađenja zraka, nedostatka parkinga i sigurnosnih pitanja, te se stoga traže inovativna rješenja kako bi se ti izazovi prevladali. To uključuje razvoj pametnih prometnih sustava, promicanje javnog prijevoza, poticanje alternativnih načina prijevoza poput biciklizma i pješčenja te promoviranje električnih i autonomnih vozila. Povećana količina prometa izazov je za kvalitetu života u urbanim područjima zbog značajnih posljedica za okoliš, kao što su emisije zraka i buke, ali i sve veće smanjenje prostora za slobodno kretanje koje nestaje zbog povećanja prometne infrastrukture (Božičević, 2002). U konačnici, uspješno rješavanje problema u urbanom prometu zahtijeva stalno istraživanje, testiranje i prilagodbu inovativnih tehnologija i strategija kako bi se osigurala održiva i ugodna prometna iskustva za sve građane. Ključnu ulogu u poboljšanju učinkovitosti, sigurnosti i održivosti prometnog sustava imaju inovativne tehnologije. Glavni ciljevi i važnost primjene inovativnih tehnologija u prometu obuhvaćaju nekoliko ključnih aspekata kao što su poboljšanje sigurnosti, povećanje učinkovitosti te smanjenje emisija i održivost što dovodi do gospodarskog rasta (Williams, 2008).

Sigurnost u prometu jedan je od ključnih ciljeva razvoja inovativnih tehnologija, a smanjenje prometnih nesreća postaje sve ostvarivije zahvaljujući naprednim sustavima pomoći vozaču (*engl.* Advanced Driver Assistance Systems, ADAS). Ovi sustavi, koji uključuju funkcije poput automatskog kočenja u nuždi, nadzora mrtvog kuta i održavanja vozila unutar trake, značajno doprinose smanjenju ljudskih pogrešaka koje su često glavni uzrok prometnih nesreća. Korištenjem umjetne inteligencije i algoritama, ADAS sustavi omogućuju stalni nadzor prometnih uvjeta putem kamera i senzora, postavljenih kako u vozilima, tako i duž prometnih cesta. Ovi sustavi mogu brzo detektirati opasnosti poput nesreća, prepreka ili

drugih prijetnji na cesti, omogućujući pravovremenu reakciju prometnih kontrolnih centara i hitnih službi, čime se skraćuje vrijeme intervencije i povećava sigurnost sudionika u prometu. Autonomna vozila, koja se sve više pojavljuju na cestama, predstavljaju još jedan veliki korak naprijed prema sigurnijem prometu. Opremljena nizom naprednih senzora i tehnologija, autonomna vozila mogu reagirati brže i preciznije od ljudskih vozača, smanjujući rizik od nesreća uzrokovanih ometanjem ili umorom. Prema izvješću Instituta za osiguranje automobila (IIHS), sustavi za izbjegavanje sudara temeljeni na inovativnim tehnologijama i umjetnoj inteligenciji pokazali su se sposobnima smanjiti sudare za do 70 % (Cliff, 2021). ADAS sustavi, osim što smanjuju broj nesreća, također doprinose smanjenju stresa vozača, čineći vožnju sigurnijom i ugodnijom, tako da uz niz senzora, kamera i radara pruža važne informacije vozaču u stvarnom vremenu. Značajke ADAS-a uključuju automatsko kočenje u slučaju opasnosti, održavanje vozila u traci, nadzor mrtvih kutova i dr.. Povećava se sigurnost putnika, smanjuje se stres vozača u vožnji i samim time doprinosi smanjenju ukupnog broja prometnih nesreća i ozbiljnih posljedica (Thalen, 2006).

Osnovne značajke ADAS sustava usmjerene su na povećanje sigurnosti u prometu kroz nekoliko ključnih funkcionalnosti. Sustav za detekciju i izbjegavanje pješaka omogućuje vozilu da prepozna prisutnost pješaka i pravovremeno reagira kako bi se izbjegle nesreće (Emam, Haggag, Mohamed, 2021). Upozorenje i korekcija napuštanja trake pomažu vozaču da zadrži vozilo unutar svoje vozne trake, smanjujući rizik od nenamjernog skretanja i prelaska u drugu traku. Prepoznavanje prometnih znakova omogućuje vozilu da automatski prepozna i odgovara na prometne znakove, dok automatsko kočenje u nuždi osigurava brzu reakciju u kritičnim situacijama. Detekcija mrtvog kuta upozorava vozača na vozila ili objekte u područjima koja nisu vidljiva u retrovizorima, smanjujući time opasnost od sudara prilikom promjene trake. Ovi sustavi koji spašavaju živote ključni su za uspjeh primjene ADAS-a. Oni uključuju najnovije standarde i izvršavaju više zadataka na osnovi vizije kako bi podržali multimediju u stvarnom vremenu, obradu slike i podsustave za spajanje senzora. Modernizacija aplikacija ADAS-a prvi je korak prema ostvarivanju autonomnih vozila. Radi na način da su autonomna rješenja (*engl.* autonomus application solutions) podijeljena u različite čipove, nazvane sistemi na čipu (SoC). Ti čipovi povezuju senzore sa izvršiteljima putem sučelja i elektroničnih kontrolnih jedinica visoke performanse (ECU) (Kamalova, 2017).

Kroz razvoj vozila istraživane su brojne mogućnosti za smanjenje posljedica prometnih

nesreća. Danas se ta rješenja dijele u dvije skupine, a to su sustavi pasivne i sustavi aktivne sigurnosti. Pasivna sigurnost koja obuhvaća niz sustava i elemenata koji se aktiviraju tijekom sudara, smanjujući rizik od ozljeda vozača i putnika. Ti sustavi ne djeluju preventivno kao što djeluju sustavi aktivne sigurnosti, već stupaju na snagu u trenutku nesreće kako bi se izbjegle ozljede ili kako bi se smanjio rizik od ozljeda. Osim toga, obuhvaća sve konstrukcijske elemente na vozilu koji su dizajnirani kako bi se smanjio rizik od ozljeda i smrtnosti svih sudionika u prometu (Zelenika, 2001).

Primjeri sustava pasivne sigurnosti u vozilima uključuju sigurnosni pojas, zračne jastuke i konstrukciju karoserije. Sigurnosni pojas sprječava kretanje putnika u trenutku sudara, što je ključna mjera zaštite te su jedan od najvažnijih elemenata jer sprječavaju da putnici budu izbačeni sa svojih sjedala tijekom sudara. Istraživanja su pokazala kako se korištenjem sigurnosnog pojasa smanjuje rizik od težih ozljeda za oko 50 %. Zračni jastuci, s druge strane, smanjuju snagu udarca i štite osjetljive dijelove tijela, poput glave i prsnog koša. Zračni jastuci djeluju u kombinaciji sa sigurnosnim pojasi, njihova učinkovitost značajno opada ako pojas nije pravilno vezan. Konstrukcija karoserije vozila osmišljena je tako da apsorbira i rasprši energiju udarca i na taj način smanji štetu, čime se dodatno povećava sigurnost svih putnika u vozilu. Tehničke inovacije omogućuju da se najveći dio sile sudara raspodjeli na dijelove vozila koji nisu izravno povezani sa kabinom, čime se smanjuje pritisak na putnike i smanjuju se potencijalne ozljede. Aktivna sigurnost uključuje sve sustave i konstrukcijske mjere na vozilu koje pomažu u izbjegavanju nezgoda, odnosno obuhvaća širok raspon sustava koji djeluju preventivno kako bi se smanjila vjerojatnost od prometnih nezgoda. Ovi sustavi se aktiviraju prilikom pokretanja vozila i ostaju aktivni tijekom vožnje, kontinuirano prateći stanja senzora. Na temelju podataka senzora, računalo procjenjuje treba li aktivirati neki od sustava. Glavna zadaća sustava aktivne sigurnosti je smanjenje vjerojatnosti prometne nesreće. Ovi sustavi postali su neizostavni dio modernih automobila, a njihova važnost raste sve više zbog sve većeg broja vozila na cestama i složenosti prometnih situacija (Finogeev i sur., 2019).

Neki od sustava aktivne sigurnosti u vozilima uključuju sustav protiv blokiranja kotača (ABS) koji sprječava blokiranje kotača prilikom kočenja, omogućava vozaču da zadrži kontrolu nad vozilom i izbjegne proklizavanje, zatim, elektronički program stabilnosti (ESP) koji radi na sprječavanju zanošenja vozila kod skretanja ili vožnje zavojitim cestama te sustav kontrole proklizavanja. Ovi sustavi ne samo da povećavaju sigurnost na cestama, već također

olakšavaju svakodnevnu vožnju, smanjujući stres i omogućujući vozačima da se koncentriraju na vožnju. Razvoj inovativnih tehnologija u prometu, stoga, nije samo usmjeren na povećanje sigurnosti i smanjenje nesreća, već i na transformaciju cjelokupnog prometnog sustava u sigurniji, učinkovitiji i pouzdaniji sustav, koji može odgovoriti na sve veće izazove modernog društva (Yunlihong Industrial & Trade Co., 2022).

Još jedan od važnih ciljeva primjene inovativnih tehnologija u cestovnom transportu je učinkovitost jer omogućuje smanjenje troškova, potrošnje resursa i vremena putovanja, istovremeno smanjujući negativne učinke na okoliš. Korištenjem naprednih navigacijskih aplikacija koje prikupljaju podatke u stvarnom vremenu, moguće je izbjeći prometne gužve, radove na cestama ili prometne nesreće, što rezultira boljim planiranjem ruta i smanjenjem troškova. Ove tehnologije omogućuju vozačima da dobiju točne i ažurirane informacije, čime se optimizira vrijeme putovanja i smanjuje potrošnja goriva. Također, poticanje korištenja javnog prijevoza može dodatno smanjiti troškove. Masovni oblici prijevoza poput autobusa, tramvaja i vlakova smanjuju broj vozila na cestama što dovodi do smanjenja zagušenja i manje potrošnje goriva po osobi. Primjena umjetne inteligencije (UI) u optimizaciji ovih procesa igra ključnu ulogu u smanjenju opterećenja na cestovnu infrastrukturu, što dodatno povećava učinkovitost cestovnog prometa. Jedan od temeljnih elemenata postizanja veće učinkovitosti je razvoj pametne infrastrukture koja se prilagođava prometnim uvjetima u stvarnom vremenu. Pametna infrastruktura se prilagođava prometnim uvjetima u stvarnom vremenu da bi se optimizirao protok vozila te uključuje korištenje naprednih tehnologija za optimizaciju prometa, što obuhvaća integraciju informacijskih i komunikacijskih tehnologija (ICT) u prometne sustave, energetske mreže, vodovod i kanalizaciju, zgrade, i javne servise. (Mrowczynska I sur., 2017). Primjer takve tehnologije su dinamički prometni znakovi, koji mogu mijenjati informacije prikazane vozačima u stvarnom vremenu, prilagođavajući ograničenja brzine i davanje uputa ovisno o trenutnim uvjetima na cesti. Dinamički prometni znakovi igraju ključnu ulogu u upravljanju prometom, jer omogućuju pravovremeno informiranje vozača o nesrećama, radovima na cesti, prometnim uvjetima ili dostupnosti parkirnih mjesta. Ovi znakovi koriste tehnologiju poput LED ekrana kako bi se prilagodili trenutnim uvjetima na cesti, što pomaže u smanjenju rizika od nesreća i optimizaciji prometa (Perallos et al., 2015). Primjerice, u slučaju loših vremenskih uvjeta, dinamički znakovi mogu automatski smanjiti ograničenje brzine, dok u slučaju nesreća mogu preusmjeriti promet na alternativne rute kako bi se izbjegli zastoji. Umjetna inteligencija ima ključnu ulogu u učinkovitom upravljanju i korištenju dinamičkih prometnih znakova. Sustavi UI koriste

podatke prikupljene s prometnih kamera i senzora kako bi analizirali trenutne uvjete na cestama u stvarnom vremenu. Korištenjem algoritama strojnog učenja, umjetna inteligencija može predvidjeti prometne gužve, vremenske uvjete ili nesreće te prilagoditi prikaze na dinamičkim znakovima u skladu s tim, čime se povećava sigurnost i učinkovitost upravljanja prometom (Singh i sur., 2021).

Dinamički prometni znakovi imaju ključnu ulogu u optimizaciji prometa i povećanju sigurnosti na cestama. Prilagođavanjem ograničenja brzine u skladu s trenutnim prometnim i vremenskim uvjetima, ovi znakovi mogu automatski smanjiti brzinu kada se pojave loši vremenski uvjeti poput kiše ili magle, čime se povećava sigurnost vožnje. Osim toga, dinamički znakovi omogućuju brzo informiranje vozača o nesrećama, radovima na cesti ili drugim izvanrednim situacijama, pružajući im alternativne rute kako bi se izbjegli zastoji i smanjili rizici i kašnjenja. Također, dinamički znakovi pružaju važne informacije o prometnim uvjetima, uključujući gužve, preusmjerenja i vremenske uvjete poput magle, leda ili kiše. U urbanim područjima, gdje je problem parkiranja često izražen, ovi znakovi mogu prikazivati dostupnost parkirnih mjesta u stvarnom vremenu, smanjujući nepotrebno kruženje vozila u potrazi za parkirnim mjestom i dodatno smanjujući prometne gužve. U situacijama kada je to potrebno, dinamički znakovi mogu označiti zatvorene trake ili preusmjeriti promet u različitim smjerovima, što je posebno korisno u hitnim situacijama ili tijekom većih prometnih gužvi. Ovi znakovi jasno prikazuju koje su trake zatvorene i nude vozačima alternativne pravce, čime se osigurava bolja kontrola prometa i smanjuju potencijalni problemi na cestama. Također, autonomni sustavi UI mogu automatski upravljati dinamičkim znakovima, smanjujući potrebu za ljudskom intervencijom i povećavajući brzinu reakcije na promjenjive uvjete na cestama. U kontekstu pametnih gradova, UI može koordinirati različite prometne sustave, uključujući javni prijevoz, parkiranje i pješačke staze, omogućujući sveobuhvatno i učinkovito upravljanje prometom, što značajno doprinosi povećanju učinkovitosti prometnih mreža. (Radu, Costea, Stan, 2020).

Promicanje električnih vozila i poboljšanje infrastrukture za punjenje istih ključni su koraci u smanjenju emisija stakleničkih plinova i povećanju učinkovitosti u prometu. Primjenom električnih vozila u prometu, koji koriste električnu energiju za pokretanje, umjesto tradicionalnog motora s unutarnjim izgaranjem, dovelo bi do značajnog smanjenja zagađenja okoliša. Izvori električne energije za ta vozila mogu varirati, uključujući gorive elemente s izravnom pretvorbom kemijske energije u električnu, kao i sunčane baterije, poput onih koje

se koriste u solarnim automobilima (Stojkov i sur., 2014).

Električna vozila obično proizvode manje emisija štetnih plinova i imaju nižu potrošnju goriva u usporedbi s konvencionalnim vozilima s unutarnjim izgaranjem, što ih čini popularnim izborom za smanjenje ekološkog onečišćenja i ovisnosti o fosilnim gorivima. Time se ne samo smanjuje zagađenje okoliša, već se također povećava energetska učinkovitost u transportnom sektoru, što je ključno za održivi razvoj i borbu protiv klimatskih promjena (Arya i sur., 2024).

Također, električni kamioni (Slika 2) koji postaju sve prisutniji u današnjem prometu, značajno doprinose poboljšanju učinkovitosti na cestama. Električni kamioni predstavljaju značajan iskorak u smanjenju onečišćenja u transportnoj industriji, koja je jedan od najvećih izvora emisija stakleničkih plinova. Električni kamion je vozilo na baterije dizajnirano za prijevoz tereta, prijenos specijalizirane robe i obavljanje drugih korisnih radova. Ova vozila, koja koriste isključivo električnu energiju za pogon, sve više dobivaju na značaju kako se tehnologija razvija i kako raste svijest o potrebi za održivim načinima transporta. Iako su električni kamioni prisutni na tržištu već više od stotinu godina, tek su nedavna tehnološka unapređenja i poboljšanje infrastrukture omogućili njihovu širu primjenu. Očekuje se da će ovi kamioni postati uobičajen prizor na cestama diljem svijeta u narednim godinama, jer velike kompanije sve više promoviraju i uvode ova vozila u svoj vozni park, što je potaknulo pravu revoluciju u sektoru cestovnog transporta. E-kamion, ili električni kamion, vrsta je vozila posebno dizajnirana za sektor prijevoza, koristeći električnu energiju za pogon. Ovi kamioni su različiti od tradicionalnih dizelskih kamiona, jer se oslanjaju isključivo na baterije za rad. To znači da umjesto unutarnjeg izgaranja, E-kamioni su opremljeni jednim ili više električnih motora koji crpe energiju iz velikih baterijskih paketa instaliranih unutar vozila (Zhao, Ahmed i Rizzoni, 2018). Osmišljeni su kako bi ponudili održivo rješenje za prijevoz tereta, prijenos specijalizirane robe i obavljanje drugih korisnih radova, koristeći električnu energiju umjesto fosilnih goriva. Ovi kamioni su različiti od tradicionalnih dizelskih kamiona ne samo po pogonskom sustavu već i po dizajnu koji omogućuje optimizaciju prostora i učinkovitosti. Vanjski dizajn može podsjećati na tradicionalne kamione, ali odsutnost konvencionalnog motora često rezultira tišim radom. E-kamioni su dio šire kategorije električnih vozila (EV), ali su posebno prilagođeni za komercijalni prijevoz, dostavu tereta i druge industrijske primjene. Električni motori, koji crpe energiju iz velikih baterijskih paketa instaliranih unutar vozila, omogućuju tiši rad i manje vibracija, što pridonosi smanjenju buke i

povećanju udobnosti vozača. E-kamioni postaju sve češći prizor u logistici, teretnom prometu i transportnoj industriji, nudeći novi pristup rješavanju zahtjeva prijevoza tereta. Međutim, puno je nepoznatog te je pitanje na što se trebamo usredotočiti, na rješenja za punjenje ili na same električne kamione. Bez odgovarajuće infrastrukture za punjenje, teško je dobiti više električnih kamiona na cestama. No, bez više električnih kamiona na tržištu, teško je podržati bolju infrastrukturu za punjenje. Kako bi se ubrzala elektrifikacija cestovnog transporta, važno je započeti izgradnjom pristupačnih i obuhvatnih mreža punjenja. Kada je infrastruktura za punjenje pouzdana i pokriva dovoljno područja, krajnji kupci su spremniji kupiti električne kamione. (Bal i Vleugel, 2017). Međutim, unatoč mnogim prednostima, električni kamioni se suočavaju s nekoliko značajnih izazova (Botsford i Szczepanek, 2009).

Jedan od glavnih izazova je ograničen domet, koji je posebno problematičan za teške kamione s prikolicom, jer takvi zadaci brzo troše bateriju, a električni kamioni su potpuno ovisni o električnoj energiji, ne mogu nastaviti voziti nakon što energija nestane. Česta stajanja radi punjenja produžuju vrijeme putovanja, što može biti veliki nedostatak u industriji gdje su brzina i učinkovitost ključni. Na primjer, iako Tesla Cybertruck u najvišoj opremi tvrdi da ima domet od 500 km, ovaj domet se može značajno smanjiti kada kamion vuče teški teret, što ga čini manje atraktivnim kao radno vozilo. Još jedan izazov je nedostatak odgovarajuće infrastrukture za punjenje. Bez dovoljno razvijene mreže punionica, teško je podržati masovnu upotrebu električnih kamiona, posebno u ruralnim područjima gdje su duga putovanja uobičajena. Problem se dodatno pogoršava u uvjetima ekstremnih temperatura, koje mogu utjecati na performanse baterije, otežavajući punjenje i smanjujući domet vozila (Botsford, Szczepanek, 2009). Također, jedan od nedostataka je i vrijeme punjenja što je veći domet, to je baterija veća, vrijeme punjenja ovisit će o veličini baterije. Česta stajanja i vrijeme koje je potrebno za punjenje vozila stvorit će značajan trošak kada vozilo samo stoji. Vrijeme punjenja ide ruku pod ruku s dometom: što je veći domet, to je veća baterija; što je veća baterija, to duže traje punjenje. Nekima bi kratki domet mogao biti prihvatljiv ako bi i vrijeme punjenja bilo kratko. No, trenutno većini električnih vozila još uvijek treba više od sat vremena za potpuno punjenje s najbržim dostupnim sustavima, dok mnogi kućni punjači traju još duže, nekim vozilima treba cijela noć da se napuni potpuno prazna baterija. Osim toga, kombinacija nosivosti i težine baterija također predstavlja problem za električne kamione. Baterije dodaju znatnu težinu vozilu, što može utjecati na maksimalnu nosivost i učinkovitost. Iako električna vozila ne moraju uzeti u obzir teški motor s unutarnjim izgaranjem, baterijski paketi su još uvijek prilično teški, a za pogon kamiona potrebni su veliki paketi, što može

oduzeti značajan dio nosivosti (Lee, Thomas, Brown, 2013).

Također, još uvijek je ograničen izbor kamiona, tržište električnih vozila polako raste, no izbor električnih kamiona je još uvijek ograničen u usporedbi sa onima koji se odluče za dizelske modele. Unatoč ovim izazovima, prednosti električnih kamiona su brojne i značajne. Prije svega, smanjenje emisija stakleničkih plinova i onečišćujućih tvari ima ključno značenje za poboljšanje kvalitete zraka, posebno u sredinama gdje su razine onečišćenja vrlo visoke. Električni kamioni mogu igrati ključnu ulogu u borbi protiv klimatskih promjena, a prijelaz na električni prijevoz može pozitivno utjecati na reputaciju poduzeća među kupcima i poslovnim partnerima koji sve više cijene ekološku odgovornost. Niži operativni troškovi su još jedna od značajnih prednosti električnih kamiona. Iako su početni troškovi kupnje veći, električni kamioni imaju niže troškove održavanja i niže cijene energije u usporedbi s gorivima poput dizela (Bal, Vleugel, 2017).

Električna energija je obično jeftinija od dizelskog goriva, a električna vozila imaju manje pokretnih dijelova, što rezultira smanjenim troškovima održavanja i popravaka. Uz to, mnoge vlade širom svijeta nude poticaje za kupnju električnih kamiona, uključujući porezne olakšice, povrate novca i subvencije, što može dodatno smanjiti početne troškove i učiniti električne kamione atraktivnijom opcijom. Manje buke koju proizvode električni kamioni još je jedna prednost koja je posebno važna u urbanim područjima. Električni pogon stvara manje buke, što je korisno za dostave u gradskim sredinama gdje su propisi o buci strogi. Tiši rad omogućuje isporuke ranije ujutro ili kasno navečer, bez ometanja stanovnika, što povećava fleksibilnost u planiranju logističkih operacija. Električni kamioni također potiču tehnološke inovacije u razvoju baterija, infrastrukturi za punjenje i sustavima upravljanja energijom (Rylander, Andersson, 2023).

Kako potražnja za električnim vozilima raste, daljnji napretci će poboljšati doseg baterije, brzinu punjenja i ukupnu učinkovitost ovih vozila. Ove inovacije neće koristiti samo industriji prijevoza tereta, već će imati pozitivne implikacije i za druga električna vozila. Još jedan važan aspekt električnih kamiona je njihova povezanost s održivim izvorima energije. Kada se električni kamioni napajaju obnovljivom energijom, smanjuje se onečišćenje, što doprinosi globalnim naporima za smanjenje emisija i borbu protiv klimatskih promjena. Mnoge vlade i kompanije prepoznaju ovaj potencijal te ulažu u razvoj obnovljivih izvora energije i infrastrukture za punjenje kako bi podržale širu primjenu električnih kamiona. Sve ove

prednosti ukazuju na veliki potencijal električnih kamiona u budućnosti prijevoza tereta. Iako postoje izazovi, posebno u smislu dometa i infrastrukture za punjenje, tehnologija se neprestano razvija, a tržište električnih vozila nastavlja rasti. Kombinacija ekoloških, ekonomskih i tehnoloških prednosti mogla bi učiniti električne kamione ključnim igračima u globalnim naporima za smanjenje emisija i stvaranje održivijih prometnih rješenja. Električni kamioni ne samo da predstavljaju važan korak prema održivijem transportnom sustavu, već također otvaraju nove mogućnosti za inovacije i razvoj u industriji koja se suočava s velikim izazovima i potrebom za promjenama (Rylander i Andersson, 2023).

Slika 2. Električni kamion

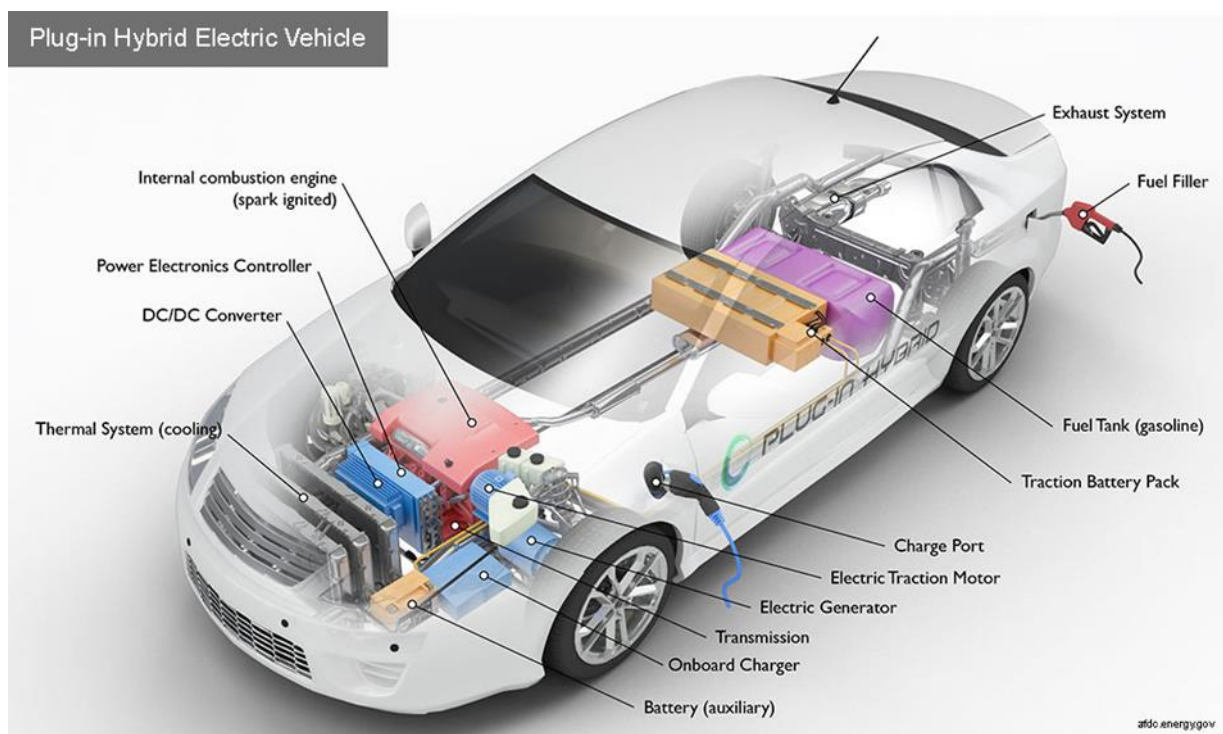


Izvor: NL (2021.) Dostupno na: <https://www.novolist.hr/ostalo/auto-moto/svedski-strucnjaci-izracunali-da-su-teski-kamioni-na-elektricni-pogon-vrlo-skora-buducnost-ali-pod-jednim-uvjetom/>

Usko povezano sa učinkovitosti primjene inovativnih tehnologija u cestovnom transportu su i autonomna vozila. Autonomna tehnologija može značajno unaprijediti učinkovitost cestovnog prometa na više načina. Ova vozila posjeduju sve funkcije kao i standardna vozila, no za njihovo upravljanje nije potreban čovjek, već se pokreću i upravljaju samostalno (autonomno), neovisno o ljudskom faktoru. Drugim riječima, to su vozila koja mogu prepoznati svoje okruženje i djelovati u njemu bez intervencije čovjeka (Schreurs, Steuer, 2016). Koriste naprednu tehnologiju koja kombinira senzore, bateriju i upravljačke sustave te je njihov smještaj unutar automobila (vidi Slika 3), omogućuju im da se kreću od polazišta do

odredišta uz minimalno ili potpuno izostavljeno sudjelovanje čovjeka (Anderson i sur., 2016). Autonomna vozila primjenjuju napredne sustave i inovativne tehnologije, pružajući potencijal za transformaciju prometnog sustava, povećanje sigurnosti na cestama i mnoge druge prednosti. Opremljena su naprednim sensorima, umjetnom inteligencijom i sustavima za prepoznavanje i reagiranje na okolinu. Prema predviđanjima, do 2025. godine na cestama će biti oko 8 milijuna autonomnih ili polu-autonomnih vozila. Prije nego što se u potpunosti stave u promet, autonomna vozila moraju proći kroz šest razina tehnološkog napretka pomoći vozaču. Društvo inženjera automobilskih motora (SAE) definira ovih šest razina automatizacije, od razine 0 (potpuno ručno upravljanje) do razine 5 (potpuno autonomno upravljanje) (Barać, 2021: 27).

Slika 3. Smještaj akumulatorskih baterija



Izvor: Korak u prostor (2019) Dostupno na: <https://korak.com.hr/dijelovi-hibridnog-automobila/>

Autonomna vozila mogu se kategorizirati prema različitim razinama automatizacije, od potpune ljudske kontrole do potpune autonomije. Na razini 0, poznatoj kao "bez automatizacije", vožnja je u potpunosti kontrolirana od strane čovjeka. Vozilo nema sposobnost samostalnog upravljanja, a sve odluke i kontrolu, uključujući upravljanje, kočenje, ubrzavanje i promjenu smjera, donosi vozač. Iako postoje tehnologije poput ABS-a, ESC-a i sustava za kočenje u nuždi, one samo privremeno interveniraju u hitnim situacijama, dok je

glavna kontrola uvijek u rukama vozača. Razina 1 je najniža razina automatizacije u modernim vozilima. Označava "pomoć vozaču", gdje vozač i dalje zadržava potpunu kontrolu nad većinom funkcija vozila, ali određeni sustavi pružaju podršku tijekom vožnje. Na primjer, tempomat omogućava vozilu da održava unaprijed zadanu brzinu bez potrebe da vozač stalno pritišće papučicu gasa. Ova razina predstavlja prvi korak prema autonomnoj vožnji, gdje tehnologija preuzima određene zadatke, ali vozač i dalje ima dominantnu ulogu (Wiseman, 2014). Zatim, razina 2, ili "djelomična automatizacija vožnje", donosi značajan napredak u odnosu na prethodne razine, uvodeći napredne sustave pomoći vozaču poznate kao ADAS. Na ovoj razini, sustav može preuzeti potpunu kontrolu nad ubrzavanjem, usporavanjem, kočenjem i upravljanjem. Međutim, vozač mora biti spreman preuzeti kontrolu nad vozilom u bilo kojem trenutku. Primjeri takvih sustava uključuju Tesla Autopilot i Cadillac Super Cruise, koji i dalje zahtijevaju spremnost vozača za intervenciju ako to sustav zatraži. Na razini 3, poznatoj kao "uvjetna automatizacija vožnje", vozila postižu značajan napredak te označavaju prekretnicu u razvoju autonomnih automobila jer vozila na ovoj razini imaju potpunu kontrolu nad svim aspektima vožnje. Iako sustav može upravljati funkcijama poput ubrzanja i kočenja bez stalnog nadzora vozača, i dalje postoji granica do koje autonomni sustav može samostalno upravljati vozilom. U nekim situacijama, sustav će zatražiti od vozača da preuzme kontrolu, kao što je slučaj s Audi Traffic Jam Pilot sustavom, koji omogućava vozilu da u prometnim gužvama samostalno upravlja vožnjom (Audi AG, 2018).

Razina 4 donosi "visoku automatizaciju vožnje" kao što je prikazano na slici 4, a pri čemu vozila mogu samostalno intervenirati ako dođe do kvara sustava ili neočekivane situacije, bez potrebe za ljudskom pomoći i intervencijom. Ako sustav otkrije problem, vozilo može donijeti odluke i poduzeti potrebne korake kako bi osiguralo sigurnost putnika i drugih sudionika u prometu. Iako vozila na ovoj razini ne zahtijevaju ljudsku interakciju, vozač i dalje ima mogućnost preuzimanja kontrole. Ovakav tip vožnje obično je podržan u određenim područjima. Na kraju, razina 5 predstavlja vrhunac razvoja autonomnih vozila, gdje ljudska intervencija nije potrebna ni u jednom području vožnje (Royo, Ballesta-Garcia, 2019). Za razliku od prethodnih razina, vozila na razini 5 potpuno su autonomna i obavljaju sve zadatke u vožnji samostalno, oslanjajući se na napredne inteligentne sustave. Ova vozila, podržana 5G tehnologijom koja omogućava povezivanje s drugim vozilima, semaforima i cestama, prolaze testiranja u nekoliko dijelova svijeta, iako još nisu dostupna široj javnosti. Ova tehnologija omogućava vozilima da prikupljaju podatke iz šireg okruženja, čime se dodatno povećavaju njihova sigurnost i učinkovitost.

Slika 4. Autonomno vozilo



Izvor: Appen.com (2022). Dostupno na: <https://www.appen.com/blog/autonomous-vehicles-the-most-challenging-task-in-ai>

Još jedan od najvažnijih ciljeva primjene inovativnih tehnologija je gospodarski rast zbog potencijala da poboljša produktivnost, inovaciju i učinkovitost u raznim sektorima. Umjetna inteligencija (UI) ima značajan potencijal za poticanje gospodarskog rasta kroz brojne aspekte. Dolazi do povećanja produktivnosti automatizacijom rutinskih i ponavljajućih zadataka, čime se oslobađa radna snaga za složenije i kreativnije poslove (Davenport i Ronanki, 2018). Kroz analizu velikih količina podataka, umjetna inteligencija identificira i implementira učinkovitije radne procese u industrijama poput proizvodnje, logistike i financija, što dovodi do optimizacije procesa i povećane ukupne produktivnosti. U području inovacija i razvoja novih proizvoda, tehnologije i umjetna inteligencija imaju ključnu ulogu. Analizom znanstvenih i tehničkih podataka, inovativne tehnologije i umjetna inteligencija ubrzavaju istraživačke procese, omogućujući brže otkrivanje novih tehnologija i proizvoda. Tvrtke koriste UI za prikupljanje i analizu podataka o korisnicima, što im omogućuje stvaranje prilagođenih proizvoda i usluga koje bolje zadovoljavaju potrebe tržišta, povećavajući time konkurentnost i zadovoljstvo kupaca. Umjetna inteligencija također značajno poboljšava kvalitetu usluga u sektorima poput zdravstva i financija. U zdravstvu

unapređuje dijagnostiku, personalizira tretmane i poboljšava upravljanje zdravstvenim sustavima, što rezultira boljom skrbi za pacijente i smanjenjem troškova (Barešić, 2023).

U financijskom sektoru, poboljšava sigurnost transakcija, omogućuje dublju analizu tržišta i učinkovitije upravljanje rizicima i tako doprinosi sigurnijem i efikasnijem poslovanju. Osim toga, UI optimizira resurse, što je posebno važno u energetsom sektoru i poljoprivredi. U energetsom sektoru, optimizira i poboljšava proizvodnju, distribuciju i potrošnju energije čime se smanjuju troškovi i povećava održivost. U poljoprivredi, podržava preciznu poljoprivredu, omogućujući bolju upotrebu resursa poput vode i gnojiva te predviđanje vremenskih uvjeta, čime se povećava produktivnost i smanjuje otpad. Razvoj novih tržišta i poslovnih modela također je potpomognut tehnologijama UI, posebice u električnoj trgovini i digitalnim platformama (Kamalova, 2017).

Inovativne tehnologije omogućuju napredna rješenja poput personaliziranog marketinga i optimizacije korisničkog iskustva, što rezultira stvaranjem novih tržišta i poslovnih prilika. Istovremeno, potiču rast start-up ekosustava te omogućava novim tvrtkama razvoj inovativnih proizvoda i usluga, što doprinosi stvaranju novih radnih mjesta i gospodarskom rastu. Učinkovitije donošenje odluka još je jedna prednost koju umjetna inteligencija donosi. Kroz precizniju analizu podataka i prediktivnu analitiku, omogućuje donošenje informiranijih odluka, smanjuje rizik i povećava uspješnost poslovnih strategija (Balaž, Lugović, 2015). Također, pomaže u predviđanju tržišnih trendova i potreba potrošača, omogućujući tvrtkama da se pravovremeno prilagode i iskoriste nove prilike. Konačno, značajno poboljšava radne uvjete, povećavajući sigurnost na radnom mjestu putem nadzora i analize rizika te prevencije nesreća. Igra ključnu ulogu u razvoju vještina, prilagođavanju obrazovnih programa specifičnim potrebama tržišta čime se povećava zaposlenost te osigurava da radnici budu bolje pripremljeni za buduće izazove. Sve ove primjene tehnologija doprinose učinkovitijem, sigurnijem i prilagodljivijem radnom okruženju, što dodatno potiče gospodarski rast i razvoj.

3. POJMOVNO ODREĐENJE I KARAKTERISTIKE UMJETNE INTELIGENCIJE

3.1. Definiranje umjetne inteligencije

Umjetna inteligencija predstavlja jedno od najizazovnijih i dinamičnih polja tehnološkog razvoja u današnjem svijetu. Dok je ljudski um kompleksan i ponekad teško shvatljiv, umjetna inteligencija nastoji simulirati i razumjeti njegove funkcije. Definirana kao sposobnost sustava ili uređaja da oponaša ljudsko ponašanje i reagira na vanjske podražaje, ispravljanja grešaka te čak izražavanja kreativnosti (Abduljabbar i sur., 2019). Umjetna inteligencija posjeduje nekoliko karakteristika, među kojima su sposobnost upravljanja, optimizacije i obrade velikog broja informacija, brzo reagiranje na te informacije, osjetilnu percepciju, te sposobnost pamćenja i učenja iz iskustava i situacija (Europski parlament., 2020).

Umjetna inteligencija temelji se na složenim sustavima koji koriste neuronske mreže. Ovo omogućuje savladavanje velike količine informacija i znanja, učenje putem iskustva, komunikaciju s ljudima ili drugim strojevima te reagiranje na podražaje i donošenje odluka. Ovo područje počiva na pretpostavci da se ljudska inteligencija može dovoljno precizno razumjeti i opisati kako bi se stvorio stroj koji ju može stimulirati. Ovo dovodi do filozofske rasprave o prirodi uma i etičkim pitanjima stvaranja umjetnih bića sa sposobnostima ljudske inteligencije. Postoji zabrinutost da bi napredak umjetne inteligencije mogao predstavljati opasnost za čovječanstvo ako napreduje neometano, dok se istovremeno brine o mogućnosti masovne nezaposlenosti zbog nove tehnološke revolucije. Iako je potpuno kopiranje ljudske inteligencije i svijesti daleko od postignuća, napredak u ovom polju omogućuje razvoj strojeva koji ne samo da simuliraju određene aspekte ljudskog razmišljanja, već ih u nekim slučajevima i nadmašuju u brzini, preciznosti i sposobnosti obrade informacija (Shah i sur., 2021).

U većini situacija, ljudi nadgledaju proces učenja umjetne inteligencije, provjeravajući i potvrđujući njene dobre odluke te sprečavajući loše. Međutim, postoje i sustavi umjetne inteligencije koji su namijenjeni samostalnom učenju, poput nekih videoigara. Ti sustavi apsorbiraju ogromne količine podataka za trening i obuku, analizirajući ih radi ispravaka i unaprjeđenja te koriste različite obrasce za predviđanje budućih stanja i ponašanja. U današnje vrijeme, tehnike umjetne inteligencije su postale ključni faktor u tehnološkoj industriji, pružajući važnu podršku u rješavanju mnogih kompleksnih problema u područjima poput matematike, softverskog inženjerstva i operativnih istraživanja. Iako tehnologija neprekidno

napreduje, uvijek će postojati zadaci koje ljudi mogu obaviti bolje i preciznije od računala, i obrnuto. Ljudski mozak ima svoje ograničenje u prihvaćanju, procesuiranju i pohranjivanju informacija, što računalni uređaji koji koriste umjetnu inteligenciju nemaju. Umjetna inteligencija spaja računalnu znanost, psihologiju, robotiku i niz drugih disciplina, a njena primjena već sad ima velik utjecaj u industrijama poput zdravstva, prijevoza, financija i proizvodnje. Razvoj u ovom polju otvara vrata inovacijama koje će promijeniti način na koji živimo i radimo, ali također postavlja i važna pitanja o etici, sigurnosti i utjecaju na ljudski rad u budućnosti (Modhvadia, 2023).

3.2. Povijesni razvoj i opća obilježja umjetne inteligencije

Povijest umjetne inteligencije seže duboko u prošlost, obuhvaćajući logičke discipline koje su bitno pridonijele njezinom razvoju. Ovo se područje proteže od davnih vremena, uključujući i razdoblje antike te rađanje filozofije i logike. Mnoga pitanja i hipoteze o spoznaji koja su se razmatrala tijekom duge povijesti filozofije ponovno su postavljena i preispitana s pojavom umjetne inteligencije (COE, 2017). Povijest umjetne inteligencije često počinje pitanjima o njezinu nastanku, što vodi do istraživanja ranih računalnih teorija i filozofskih rasprava o prirodi inteligencije. Kao znanstvena disciplina, umjetna inteligencija svoj je razvoj započela 1950-ih godina, u velikoj mjeri zahvaljujući radu britanskog matematičara i logičara Alana Turinga (Berlinski, 2001).

U 1950. godini Turing je osmislio Turingov test, eksperiment kojim se procjenjuje sposobnost stroja da oponaša ljudsko ponašanje do te mjere da se ne može razlikovati od čovjeka u komunikaciji. Ovaj test postao je temeljno pitanje u razvoju umjetne inteligencije, može li stroj zaista misliti? Umjetna inteligencija kao disciplina službeno je utemeljena 1956. godine na Ljetnom istraživačkom projektu u Dartmouthu, gdje su znanstvenici istraživali mogućnosti stvaranja inteligentnih strojeva. Ovaj događaj označio je početak povijesti UI i postavio smjernice za buduća istraživanja (Fetzer, 1990).

Tijekom 1960-ih godina došlo je do značajnih napredaka u razvoju područja umjetne inteligencije, uključujući stvaranje programa za šah i rješavanje problema. Ovi programi demonstrirali su potencijal umjetne inteligencije u obavljanju složenih zadataka koji zahtijevaju strateško planiranje i logičko razmišljanje. Među važnijim postignućima toga razdoblja bio je razvoj šahovskih programa koji su se mogli natjecati protiv ljudi, pokazujući sposobnost računala u strateškom razmišljanju. U 1966. godini Joseph Weizenbaum je razvio

ELIZU, jednog od prvih chatbota, koji je pokazao sposobnost računalnog sustava da komunicira na prirodan način. ELIZA je otvorila put razvoju modernih virtualnih asistenata i chatbotova koji danas koriste prirodni jezik za interakciju s korisnicima. Početkom 1970-ih, entuzijazam za umjetnu inteligenciju bio je na vrhuncu, s velikim optimizmom i ulaganjima. Ipak, rezultati nisu ispunili očekivanja, što je dovelo do razočaranja i smanjenja interesa za daljnja istraživanja. Ovaj period poznat je kao "zima umjetne inteligencije", obilježen padom financiranja i istraživanja zbog neuspješnih događaja u postizanju svojih ciljeva. Unatoč poteškoćama, tijekom 1980-ih umjetna inteligencija je oživjela zahvaljujući razvoju ekspertnih sustava, dizajniranih za rješavanje specifičnih problema koristeći stručno znanje i pravila te se umjetna inteligencija transformirala u industriju. Sustavi poput MYCIN-a, koji se koristio za dijagnosticiranje bolesti, te XCON-a, razvijenog za konfiguriranje računalnih sustava, postigli su komercijalni uspjeh i pokazali kako umjetna inteligencija može pružiti značajnu pomoć u poslovnim i medicinskim okruženjima. Do 1990-ih godina, s rastom računalne moći, umjetna inteligencija ponovno je postala središnji fokus istraživanja (Valerjev, 2006).

Jedan od ključnih trenutaka tog razdoblja bio je 1997. godine, kada je IBM-ov Deep Blue računalni sustav porazio svjetskog šahovskog prvaka Garija Kasparova. Ova pobjeda simbolizirala je snagu računalnih algoritama i strojnog učenja, te pokazala kako umjetna inteligencija može riješiti složene probleme analizom milijuna poteza u sekundi. Tijekom 2000-ih, strojno učenje i duboke neuronske mreže postale su ključni elementi razvoja umjetne inteligencije, omogućujući računalima da uče iz podataka i unapređuju svoje performanse (Hunt, 2014). Ove tehnologije dovele su do primjene umjetne inteligencije u svakodnevnim životnim situacijama, poput virtualnih asistenata kao što su Siri i Alexa i autonomnih vozila. U 2010-ima, umjetna inteligencija ušla je u novu fazu razvoja zahvaljujući proboju dubokog učenja i masovnih podataka. Umjetna inteligencija se ističe kao jedna od sedam ključnih elemenata u transformaciji četvrte industrijske revolucije. Tih sedam ključnih elemenata obuhvaćaju umjetnu inteligenciju, robotiku, nanotehnologiju, Internet stvari (IoT), autonomna vozila, kvantno računarstvo te 3D tisak. Složene neuronske mreže omogućile su izvanredne rezultate u mnogim područjima, a jedan od najimpresivnijih primjera je AlphaGo, sustav koji je 2016. godine pobijedio svjetskog prvaka u igri Go, Lee Sedola. Brojne inovacije u području umjetne inteligencije dovele su do ključnih iskoraka u razvoju inteligentnih sustava, a jedan od istaknutih primjera napretka bio je Kismet, socijalni robot. Istraživanja koja su prethodila stvaranju Kismeta, robota osmišljenog za prepoznavanje i oponašanje ljudskih emocija,

započela su 1997. godine, dok je projekt realiziran 2000. godine. Kismet je nastao u Laboratoriju za umjetnu inteligenciju na MIT-u, pod vodstvom dr. Cynthije Breazeal. Opremljen nizom senzora, mikrofonom te naprednim programiranjem koje je simuliralo "processe ljudskih emocija", ovaj robot bio je sposoban interpretirati i izražavati niz emocionalnih stanja. U jednom intervjuu za MIT News, Breazeal je istaknula kako ljudi često strahuju da tehnologija umanjuje našu ljudskost, no Kismet, po njezinim riječima, zapravo slavi ljudskost, budući da napreduje zahvaljujući interakcijama s ljudima (Breazeal, 2004).

Već spomenuti virtualni asistenti kao što su Siri i Alexa postali su dio svakodnevnog života. Tijekom predstavljanja iPhonea u 2011. godini, Apple je lansirao Siri, svojeg virtualnog asistenta, dok je Amazon tri godine kasnije uveo Alexu. Oba asistenta oslanjala su se na obradu prirodnog jezika kako bi razumjeli i odgovarali na pitanja korisnika (Allen, 2021). Iako su predstavljali značajan korak naprijed u interakciji čovjeka i stroja, ti su sustavi imali svoja ograničenja. Poznati kao "sustavi naredbi i kontrole", Siri i Alexa bili su sposobni odgovoriti na unaprijed definirani skup pitanja, ali nisu mogli pružiti odgovore izvan tog zadanog opsega. Ovi primjeri ilustriraju kako umjetna inteligencija postaje sve prisutnija u svakodnevnom životu, s potencijalom za daljnji razvoj u budućnosti (Geek.hr., 2024).

3.3. Prednosti i nedostaci primjena umjetne inteligencije

Naše društvo temelj je ljudske inteligencije, no kad bismo imali pristup inteligenciji koja je znatno veća od naše, mogli bismo postići nevjerojatne stvari izvan granica naše trenutne sposobnosti. Potencijal umjetne inteligencije i robotike leži u oslobađanju ljudi od ponavljajućih zadataka te u značajnom poboljšanju naše efikasnosti. To bi potaknulo veći broj ljudi da se posvete umjetnosti i stvaranju, doprinoseći tako stvaranju mirnijeg i obilnijeg svijeta. Umjetna inteligencija sve više postaje i dio našeg svakodnevnog života, otvarajući vrata mogućnostima koje su nekada bile nezamislive. Davenport i Ronanki (2018) naglašavaju da iako umjetna inteligencija još uvijek ne doseže složenost i univerzalnost ljudske inteligencije, izuzetno je učinkovita u izvršavanju specifičnih zadataka. Utjecaj UI na svijet i organizacije već je značajan.

PwC (2017) predviđa da bi globalni BDP mogao porasti za 14 % do 2030. godine zahvaljujući primjeni umjetne inteligencije, što predstavlja dodatnih 15,7 bilijuna dolara i ističe umjetnu inteligenciju kao jednu od najvećih poslovnih prilika u suvremenom

gospodarstvu. Iako su prednosti umjetne inteligencije očite, važno je pažljivo razmotriti i nedostatke. U nastavku će biti istaknute prednosti koje omogućuje umjetna inteligencija, potičući inovacije, ali isto tako bit će riječi o nedostacima koji zahtijevaju pažnju (Grbić, 2023).

Pozitivni učinci ove tehnologije posebno su vidljivi u poslovima koji zahtijevaju preciznost i pažnju prema detaljima. Umjetna inteligencija pokazala se korisnom u prepoznavanju obrazaca i procesa gdje često premašuje ljudske sposobnosti u određenim zadacima. Zahvaljujući svojoj sposobnosti, rezultiralo je smanjenjem broja grešaka koje su prije bile znatno veće zbog ljudskih faktora. Ljudi, koliko pažljivi bili, skloni su umoru, dekoncentraciji, dok automatizirani sustavi ne gube fokus, održavajući optimalan radni učinak bez prekida. Osim toga, automatizacijom monotonih svakodnevnih zadataka koji se moraju često obavljati, automatizirani sustavi nadmašuju ljude jer mogu ponavljano analizirati ulazne podatke i konstantno, s istom preciznošću, izvoditi potrebne radnje, što omogućuje ljudima da se posvete kreativnijim i strateški zahtjevnijim poslovima. Mogu se optimizirati i složeniji zadaci, poput vizualne inspekcije kvalitete u proizvodnji, gdje algoritmi mogu detaljno pregledati proizvode na temelju unaprijed definiranih kriterija i otkriti nepravilnosti koje bi ljudskom oku mogle promaknuti, testiranja softvera, izrade faktura i drugih. Korištenjem naprednih algoritama, ovi sustavi mogu precizno obraditi složene financijske informacije, smanjujući vrijeme potrebno za izvršenje takvih zadataka i eliminirajući mogućnost ljudske pogreške. Također, umjetna inteligencija igra ključnu ulogu u optimizaciji procesa, čime se smanjuje rizik od ljudskih grešaka i povećava učinkovitost u zadacima kao što su analiza podataka, proizvodnja i logistika. Uvođenje umjetne inteligencije u logistiku dovodi do niza prednosti. Automatizacijom ponavljajućih zadataka poduzeća mogu ostvariti značajne uštede troškova, istovremeno smanjujući ovisnost o ručnoj radnoj snazi. Ova automatizacija povećava učinkovitost ubrzavanjem izvršenja zadataka i podizanjem razine točnosti, čime se smanjuje broj grešaka. Također, preraspodjela ljudskih resursa s ponavljajućih zadataka na strateške uloge optimizira ukupnu produktivnost. Sustavi umjetne inteligencije obavljaju zadatke brzo i precizno, što dovodi do pojednostavljenih procesa i značajnog smanjenja pogrešaka. Korištenjem sposobnosti analize velikih skupova podataka, umjetna inteligencija omogućuje donošenje informiranih odluka, čime potiče operativna i strateška poboljšanja. Nadalje, korisnička podrška temeljena na umjetnoj inteligenciji omogućuje brže i preciznije interakcije, poboljšavajući korisničko iskustvo i potičući dugoročnu lojalnost. Točnost umjetne inteligencije minimizira greške, što dodatno jača pouzdanost logističkih operacija.

Kroz detaljnu analizu podataka, umjetna inteligencija kontinuirano potiče inovacije i poboljšanja u logističkim procesima. Praćenje i nadzor u stvarnom vremenu, omogućeni umjetnom inteligencijom, poboljšavaju vidljivost lanca opskrbe, osiguravajući transparentnost i kontrolu. Osim toga, optimizacijom ruta i operacija, umjetna inteligencija doprinosi smanjenju potrošnje goriva i emisija, i tako potiče održive i ekološki prihvatljive logističke prakse (Logistics Asia, 2023).

Ovaj napredak omogućuje UI da potiče inovacije, donoseći značajne pomake u raznim sektorima, uključujući zdravstvo, poljoprivredu, transport i mnoge druge industrije. Osim toga, algoritmi strojnog učenja mogu obraditi ogromne količine podataka, što omogućuje brže i preciznije donošenje odluka, čime se organizacijama daje konkurentska prednost na dinamičnim tržištima. Umjetna inteligencija također povećava sigurnost na radnom mjestu kroz prediktivno održavanje strojeva, što smanjuje broj nesreća uzrokovanih kvarovima opreme, dok autonomna vozila doprinose sigurnijem prometu. Dodatno, UI nudi dostupnost 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu, što je posebno korisno s obzirom na to da istraživanja pokazuju da ljudi mogu biti produktivni samo 3 do 4 sata dnevno. Ljudi također trebaju pauze i slobodno vrijeme kako bi uskladili svoj radni i privatni život. UI može raditi beskonačno bez pauza, razmišljati mnogo brže od ljudi i istovremeno obavljati više zadataka s preciznim rezultatima. Primjer toga su online chatbotovi za korisničku podršku, koji pružaju trenutnu pomoć korisnicima u bilo koje vrijeme i na bilo kojem mjestu. Korištenjem umjetne inteligencije i obrade prirodnog jezika, chatbotovi odgovaraju na uobičajena pitanja i rješavaju probleme, osiguravajući konstantnu korisničku uslugu (Ibrahim i Hassan, 2019).

Većina ljudi danas nije svjesna koliko je umjetna inteligencija prisutna u njihovim životima i koliko je često koriste. Bilo da je riječ o pametnim telefonima, pametnim kućanskim uređajima, uslugama različitih poduzeća ili obavljanju svakodnevnih poslova, jasno je da UI značajno utječe na naš svakodnevni život i način na koji obavljamo razne zadatke. Unatoč svim prednostima i koristima koje umjetna inteligencija donosi čovječanstvu, postoje i nedostaci koje sa sobom nosi umjetna inteligencija (Ibrahim i Hassan, 2019). Integracija umjetne inteligencije u područje logistike donosi prednosti, ali također uvodi niz izazova koji zahtijevaju pažnju. Jedna od značajnih prepreka odnosi se na znatna početna ulaganja potrebna za nabavu potrebne tehnologije i osiguranje adekvatne obuke osoblja, posebno za manja poduzeća koja posluju s ograničenim financijskim resursima jer troškovi povezani s implementacijom sofisticiranih sustava UI mogu biti izrazito visoki. Još neki od nedostataka

primjene umjetne inteligencije su da automatizacija potaknuta umjetnom inteligencijom vjerojatno će rezultirati smanjenjem broja radnih mjesta u različitim sektorima, što može povećati ekonomske nejednakosti u društvu (Ojo, Babajide, Latifat Ojo., 2023). Uz to, umjetna inteligencija otvara razne etičke dileme, poput kršenja privatnosti, nepravednu pristranosti algoritama i autonomno donošenja odluka u ključnim područjima kao što su pravosuđe i zdravstvo. Prekomjerna ovisnost o sustavima umjetne inteligencije može društvo učiniti iznimno ranjivim na različite vrste rizika, posebno na kvarove sustava i kibernetičke napade. Kako se UI sve više integrira u ključne sektore poput zdravstva, financija, prometa i energetike, povećava se mogućnost da kvarovi ili zlonamjerni napadi prouzroče probleme u poslovanju. Povećana upotreba digitalnih asistenata može potaknuti ljudsku lijenost, budući da prepuštanje rutinskih zadataka strojevima, poput računanja ili pohrane informacija, može negativno utjecati na naše sposobnosti pamćenja i analize.

Složenost sustava UI također može dovesti do nepredvidivih posljedica, izazivajući zabrinutost zbog mogućih nenamjernih ishoda i nedostatka odgovornosti. Nedostatak empatije kod sustava umjetne inteligencije predstavlja dodatni izazov, posebno u interakciji s ljudima, jer dok sustavi mogu brzo i učinkovito izvršavati zadatke, nedostaje im sposobnost razumijevanja i reagiranja na ljudske emocije, što može otežati potpunu angažiranost u situacijama poput prodaje ili marketinga, gdje su emocije ključne za donošenje odluka. Osim toga, umjetna inteligencija ne napreduje na način na koji to čini ljudska inteligencija, ona se temelji na prethodno učitanim podacima i iskustvima. Iako sustavi umjetne inteligencije mogu ponavljati iste zadatke, prilagodbe i poboljšanja zahtijevaju ručne izmjene kodova, a strojevi su ograničeni na zadatke za koje su razvijeni. Ukoliko im se zada nešto izvan tog okvira, često pružaju beskorisne ili pogrešne rezultate, što može imati ozbiljne negativne posljedice (Emam, Haggag i Mohamed, 2021).

4. STUDIJA SLUČAJA PRIMJENE INOVATIVNIH TEHNOLOGIJA I UMJETNE INTELIGENCIJE U CESTOVNOM TRANSPORTU

4.1. Pregled postojećih istraživanja

Mnoga su istraživanja provedena kako bi se istražila primjena umjetne inteligencije u cestovnom prometu. Ova istraživanja obuhvaćaju različite aspekte, od autonomnih vozila koji samostalno upravljaju i donose odluke u stvarnom vremenu do implementacije pametnih transportnih sustava koji koriste tehnologije i umjetnu inteligenciju za optimizaciju prometa. Osim autonomne vožnje, primjena umjetne inteligencije u prometu obuhvaća i prediktivno održavanje vozila (Boukerche, Tao, Sun, 2020). Korištenjem senzora i analitičkih alata temeljenih na umjetnoj inteligenciji, vozila i cestovna infrastruktura mogu se kontinuirano nadzirati kako bi se predvidjeli kvarovi ili problemi prije nego što se dogode. To omogućuje proaktivno održavanje, čime se izbjegavaju veći kvarovi, smanjuju troškovi popravaka i povećava pouzdanost transportnih mreža. Sa brzim tempom razvoja umjetne inteligencije (UI) pruža neviđene mogućnosti za poboljšanje performansi različitih industrija i poslovanja, uključujući sektor transporta. Inovacije koje uvodi UI uključuju visoko napredne računalne metode koje oponašaju način rada ljudskog mozga. Primjena umjetne inteligencije u području transporta ima za cilj prevladavanje izazova povećane potražnje za putovanjima, emisija CO₂, sigurnosnih briga i očuvanje okoliša. S obzirom na dostupnost ogromne količine kvantitativnih i kvalitativnih podataka te UI u ovom digitalnom dobu, postalo je vjerojatnije rješavanje ovih problema na učinkovitiji i djelotvorniji način. Uspješna primjena umjetne inteligencije zahtijeva dobro razumijevanje odnosa između UI i podataka s jedne strane, te karakteristika i varijabli transportnog sustava s druge strane (GraduateWay, 2021).

U mnogim slučajevima teško je u potpunosti razumjeti odnose između karakteristika prometnog sustava stoga se metode umjetne inteligencije mogu predstaviti kao pametno rješenje za takve složene sustave kojima se ne može upravljati tradicionalnim metodama. Mnogi istraživači su pokazali prednosti umjetne inteligencije u transportu. Također, postoji mnogo metoda UI koje se koriste u transportu, kao što su umjetne neuronske mreže (*engl.* Artificial Neural Networks, ANN) (Miles i Walker, 2006). ANN se mogu koristiti za planiranje cesta, javni prijevoz, otkrivanje prometnih nesreća i predviđanje prometnih uvjeta. One se dijele na metode nadziranog i nenadziranog učenja. Metode nadziranog učenja uključuju strojeve s potpornim vektorima (*engl.* Support Vector Machines, SVM), probabilističke neuronske mreže, (*engl.* Probabilistic Neural Networks, PNN), mreže s

radijalnom bazom (*engl.* Radial Basis Networks, RBN), K-Nearest Neighbors i Decision Tree, dok nenadzirane neuronske mreže uključuju pohlepno slojevito učenje (*engl.* greedy layer-wise) i analizu klastera (*engl.* cluster analysis) (Hasan, Whyte i Al Jassmi, 2019).

Jedan od takvih primjera primjene umjetne inteligencije u logistici, uz ANN, je prediktivni softver za održavanje koji omogućuje kompletnu analizu kamiona i ostalih vozila u vezi s potencijalnim kvarovima i planiranim popravcima. Takvo rješenje produžuje životni vijek voznog parka i smanjuje operativne troškove. Za učinkovitija predviđanja, softver koristi IoT (Internet stvari) uređaje kao što su senzori na vozilu koji međusobno komuniciraju. Ti senzori prate lokaciju vozila putem GPS-a, dok senzori OBD II (onboard diagnostics II) prate brzinu motora, položaj papučice gasa i brzinu vožnje. Podaci sa svih senzora zatim se šalju na server putem mobilne podatkovne mreže dok se vozilo kreće. Zahvaljujući takvom pristupu, upravitelji voznog parka dobivaju detaljan zapis podataka o vozilu, potrošnji goriva, performansama motora, ruti, lokaciji, vozaču, vremenu i isporuci. Sa svim podacima koje posjeduju, na vrijeme se mogu naručiti dijelovi i komponente, planirati dostupnost vozila i izbjeći tehnički i logistički problemi. Najistaknutiji primjer takvog softvera je Hitachi Predictive Maintenance za upravljanje voznim parkom, koji pokreće Google Cloud. Platforma koristi podatke iz interneta stvari (IoT), metode održavanja usmjerene na pouzdanost (RCM) i tehnologije umjetne inteligencije (UI) kako bi korisnicima pružila visoku razinu učinkovitosti u održavanju voznog parka te osigurala veću pouzdanost opreme i imovine. Softver Hitachi Predictive Maintenance prikuplja, analizira i procjenjuje podatke s IoT senzora i vanjskih skupova podataka, kao što su vremenski podaci. Nakon toga, prikupljene podatke obrađuju algoritmi strojnog učenja, koji omogućuju praćenje voznog parka, procjenu stanja imovine te analizu performansi (The App Solutions, 2023).

Industrija prijevoza prošla je kroz višestruke promjene i revolucije tijekom posljednjih nekoliko stotina godina i sada smo na fazi gdje se postižu veliki proboji u obliku umjetne inteligencije u prijevozu. Bilo da je riječ o samovozećim automobilima koji donose veću pouzdanost na cestama, praćenju stanja cesta radi poboljšane sigurnosti ili analizi protoka prometa radi veće učinkovitosti, umjetna inteligencija privlači pažnju lidera u sektoru prijevozu diljem svijeta. Tehnologija postaje ključan alat u rješavanju složenih izazova s kojima se susreću suvremeni prometni sustavi, omogućujući pametnije planiranje, sigurnije vožnje i optimalnije korištenje infrastrukture (Olugbade i sur., 2022).

Mnogi u sektoru prijevoza već su prepoznali ogroman potencijal umjetne inteligencije, što je vidljivo iz sve većih investicija i implementacije ovih tehnologija u svakodnevne prometne sustave. Prema trenutnim prognozama, globalno tržište prognozira rast te da će vrijednost umjetne inteligencije u transportu doseći 3 870 milijuna dolara do 2026. godine. Takva ulaganja mogu pomoći tvrtkama da iskoriste napredne tehnologije poput računalnog vida i strojnog učenja kako bi oblikovale budućnost prijevoza tako da se poveća sigurnost putnika, smanje prometne nesreće i smanji gužva u prometu. Duboko učenje i strojno učenje u prijevozu također mogu pomoći u stvaranju "pametnih gradova", kao što je u Glasgowu, gdje tehnologija prati vrijeme zadržavanja vozila, prekršaje parkiranja i gustoća prometa (Mrowczynska i sur., 2017).

Nova gradska tehnološka platforma integrirat će tokove podataka, analizirati informacije, predstaviti ih u smislenom formatu te ih učiniti dostupnima za korištenje javnosti, poslovnim subjektima i akademskoj zajednici. Platformi će se pristupati putem web stranica i aplikacija za pametne telefone, po nazivom MyGlasgow (STEP UP Smart Cities, 2023). Jedan od primjera ulaganja u napredne tehnologije su samovozeći automobili, odnosno autonomna vozila (AV) koja se oslanjaju se na softver UI temeljen na tehnikama dubokog učenja. Ovaj pristup funkcionira tako da uči vozilo kako voziti uz održavanje sigurne udaljenosti, vožnja unutar trake, kontrole, izbjegavanje sudara itd. Predviđa se da će AV značajno promijeniti način na koji se prometni sustavi upravljaju diljem svijeta, a njihov utjecaj na sigurnost prometa i prometne gužve je detaljno predviđen, zajedno s njihovim potencijalom da promijene ponašanje u putovanjima. (Barać, 2021). Da bi se postigao ovaj cilj, proizvođači automobila počeli su raditi u ovom području kako bi ostvarili potencijal i riješili trenutne izazove u ovom području kako bi postigli očekivani rezultat. U tom smislu, prvi izazov bi bio prilagoditi i usvojiti postojeću tehnologiju u konvencionalna vozila kako bi ih se preobrazilo u gotovo očekivana autonomna vozila. Tehnologije poput detekcije prometa i prometnih znakova igraju ključnu ulogu u povećanju sigurnosti. Zbog velikog broja smrti i prometnih nesreća uzrokovanih nedostatkom pažnje vozača, proizvođači automobila pokušavaju integrirati ADAS sustave s umjetnom inteligencijom i računalnim vidom (CV). Jedna funkcija koja pomaže vozaču je prepoznavanje prometnih znakova (TSR). Ovo je tehnologija s kojom vozilo može prepoznati prometne znakove postavljene na cesti, kao što je ograničenje brzine, obaveza propusnosti ili stop, a sve to moguće je uz pomoć računalnog vida i konvolucijskih neuronskih mreža. Prepoznavanje prometnih znakova je ključno za autonomna vozila, koja koriste ove informacije za donošenje odluka o brzini, skretanjima, i drugim aspektima vožnje.

Ove tehnologije poboljšavaju sigurnost na cestama, omogućuju bolje upravljanje prometom i podržavaju razvoj autonomnih vozila. Umjetna inteligencija pomaže u obradi velikih količina podataka u stvarnom vremenu, što omogućuje preciznije i brže donošenje odluka u prometnim situacijama. (Radu, Costea i Stan, 2020).

Još jedan značajan doprinos umjetne inteligencije je detekcija pješaka koja koristi kamere i senzore za prikupljanje vizualnih informacija iz okoline. Algoritmi za računalni vid analiziraju slike kako bi prepoznali pješake, njihove pokrete i položaj u prostoru. Ključna za autonomna vozila, koja moraju identificirati pješake kako bi izbjegla nesreće i donijela sigurne odluke o kretanju i kočenju. U vozilima s naprednim sustavima pomoći vozaču, detekcija pješaka može aktivirati upozorenja ili automatsko kočenje kako bi se spriječile nesreće. U gradskim sigurnosnim sustavima, detekcija pješaka može pomoći u praćenju i analizi sigurnosti na pješačkim prijelazima i u zonama velike koncentracije pješaka (Brunetti I sur., 2018).

Pametno parkiranje je još jedan primjer kako UI može olakšati svakodnevni život. Na primjer, ako se u gradu održava koncert ili drugi veći događaj, UI može pomoći u identificiranju područja koja će vjerojatno biti pretrpana i preporučiti parkirna mjesta unaprijed. Ovo pomaže vozačima da izbjegnju prometne gužve i uštede vrijeme. Jedan od najvećih problema u prijevozu s kojim se putnici redovito suočavaju je prometna gužva. Umjetna inteligencija za prijevoz tu je da se nosi s ovim izazovom kroz praćenje stanja cesta. Kako bi optimizirala protok prometa, algoritmi umjetne inteligencije analiziraju podatke u stvarnom vremenu iz različitih izvora, uključujući senzore, prometne kamere i GPS uređaje. U uslugama teretnog prijevoza i transporta, GPS praćenje odnosi se na korištenje tehnologije globalnog sustava pozicioniranja (GPS) za praćenje i nadzor stvarne lokacije, kretanja i statusa vozila, imovine ili pošiljki u stvarnom vremenu. Ova tehnologija oslanja se na mrežu satelita kako bi osigurala točne i kontinuirane podatke o poziciji, koji se zatim prenose u centralni sustav za analizu. GPS praćenje donijelo je pravu revoluciju u upravljanje operacijama teretnog prijevoza i transporta, pružajući brojne važne prednosti, poput praćenja u realnom vremenu. Korištenjem GPS tehnologije, tvrtke mogu pratiti točnu lokaciju svojih vozila ili pošiljki u svakom trenutku. Ova vidljivost poboljšava operativnu učinkovitost omogućavajući bolju koordinaciju i donošenje odluka. Zatim, optimizacija ruta, praćenjem ruta i kretanja vozila, GPS tehnologija pomaže identificirati najučinkovitije rute, smanjujući potrošnju goriva, vrijeme isporuke i operativne troškove. Još jedna od prednosti je sigurnost imovine, GPS praćenje

poboljšava sigurnost omogućujući nadzor pošiljki ili imovine visoke vrijednosti, odvrćući od krađe te pomažući u pronalaženju u slučaju krađe. Također GPS praćenje se često koristi za praćenje radnih sati vozača kako bi se osigurala usklađenost s propisima i spriječio umor vozača. U slučaju hitnih situacija ili nesreća može pružiti precizne informacije o lokaciji za pravovremeni odgovor i pomoć. GPS sustavi praćenja mogu pružiti kupcima točne i ažurirane informacije o njihovim pošiljkama, poboljšavajući zadovoljstvo i povjerenje kupaca. Ove prednosti čine GPS praćenje neophodnim alatom u modernim logističkim i transportnim sustavima, omogućujući učinkovitije, sigurnije i bolje upravljane operacije (Efret Limited 2023).

Pametni sustavi upravljanja prometom dinamički prilagođavaju vrijeme svjetlosnih signala i preusmjeravaju vozila, smanjujući gužve i poboljšavajući učinkovitost. Putnicima se pružaju ažurirane informacije poput mogućih nesreća, prognoza prometa ili blokada cesta. Također, obavještavaju se o najkraćem putu i tako im pomažu da stignu do odredišta bez upadanja u prometne probleme. Na taj način, UI ne samo da rješava problem neželjenog prometa, već također smanjuje vrijeme čekanja i poboljšava sigurnost na cesti. (Ranyal, Sadhu i Jain, 2022).

Automatsko prepoznavanje registracijskih pločica (*engl.* Automatic License Plate Recognition, ALPR) također doprinosi modernizaciji prometa, omogućujući identifikaciju vozila putem registracijskih oznaka. ALPR je sustav identifikacije koji prepoznava brojeve registracijskih pločica nakon učinkovite detekcije iz stečenih slika. Ovaj sustav također igra značajnu ulogu u provedbi zakona i pružanju usluga u pametnim gradovima. To je automatski sustav koji može identificirati vozilo prepoznavanjem znakova na registracijskoj pločici, a ključan je za kontrolu prometa i upravljanje kriminalnim aktivnostima, pametnim parking sustavima i raznim aplikacijama (Kaur, Kumar i Gupta, 2022).

Napredni sustavi monitoriranja vozača koriste umjetnu inteligenciju za praćenje ponašanja vozača i uvjeta na cesti. Korištenjem senzora i algoritama UI, automobili mogu prepoznati potencijalno opasne situacije, poput umora ili pospanosti vozača, te pravovremeno reagirati kako bi spriječili nesreće. Kao odgovor, sustav UI može poduzeti preventivne mjere, poput zaustavljanja vozila ili prelaska na autonomni način vožnje. Napredni sustavi pomoći vozaču koriste algoritme UI za otkrivanje potencijalnih opasnosti, pružanje upozorenja vozačima u stvarnom vremenu i, u nekim slučajevima, poduzimanje korektivnih radnji za sprječavanje

nesreća. Ovo ne samo da poboljšava sigurnost vozača i putnika, već također doprinosi smanjenju troškova osiguranja i ublažavanju rizika od nesreća uzrokovanih ljudskom pogreškom (Khayyam i sur., 2020).

4.2. Metodologija istraživanja

Istraživanje je bazirano na sekundarnim podacima prikupljenim iz raznih relevantnih izvora, uključujući znanstvene radove, industrijske izvještaje, vladine dokumente i online baze podataka. Korištenje sekundarnih podataka omogućava sveobuhvatnu analizu postojećih informacija i trendova u području cestovnog transporta. Za stjecanje sveobuhvatnog uvida u primjenu umjetne inteligencije i inovativnih tehnologija u cestovnom transportu korištene su različite istraživačke metode. Na početku je korištena komparativna metoda koja je omogućila analiziranje različitih aspekata primjene umjetne inteligencije i inovativnih tehnologija u prometnom sustavu. Pomoću nje proučeni su njihovi učinci na gospodarstvo i okoliš, kao i povijesni razvoj, prednosti i nedostaci tih tehnologija. Ova metoda omogućava razumijevanje kako različiti pristupi i tehnologije utječu na učinkovitost prometa, troškove i ekološki utjecaj. Kako bi se dobio jasniji uvid, korištena je metoda analize i sinteze, kojom su razdvojene kompleksne informacije o tehnologijama poput automatskog prepoznavanja registarskih pločica, pametnog parkiranja i sustava pomoći vozaču. Ova metoda omogućava razumijevanje kako ove tehnologije doprinose poboljšanju prometnih sustava i smanjenju negativnog utjecaja na okoliš. Induktivna metoda bila je ključna za izvlačenje općih zaključaka iz konkretnih podataka. Na temelju specifičnih studija slučaja i iskustava s primjenom tehnologija UI u cestovnom transportu, istraženi su opći trendovi i zaključci o njihovom utjecaju na održivost prometa, sigurnost i ekonomsku učinkovitost.

4.3. Rezultati istraživanja

Neki od istaknutih primjera poduzeća koja su uvela inovativne tehnologije i umjetnu inteligenciju u svoje poslovne procese uključuju BMW i Croatia osiguranje. BMW kao vodeći globalni proizvođač automobila, koristi umjetnu inteligenciju u raznim aspektima svog poslovanja, uključujući proizvodne procese, razvoj autonomnih vozila i unaprjeđenje korisničkog iskustva putem personaliziranih rješenja u vozilima. Ova integracija omogućuje BMW-u optimizaciju operacija, smanjenje troškova i povećanje sigurnosti vozila. Upotreba umjetne inteligencije ključan je element procesa digitalne transformacije u BMW Grupi. BMW Grupa već koristi inovativne tehnologije i primjenjuje umjetnu inteligenciju kroz cijeli lanac vrijednosti kako bi generirala dodanu vrijednost za korisnike, proizvođače, zaposlenike i

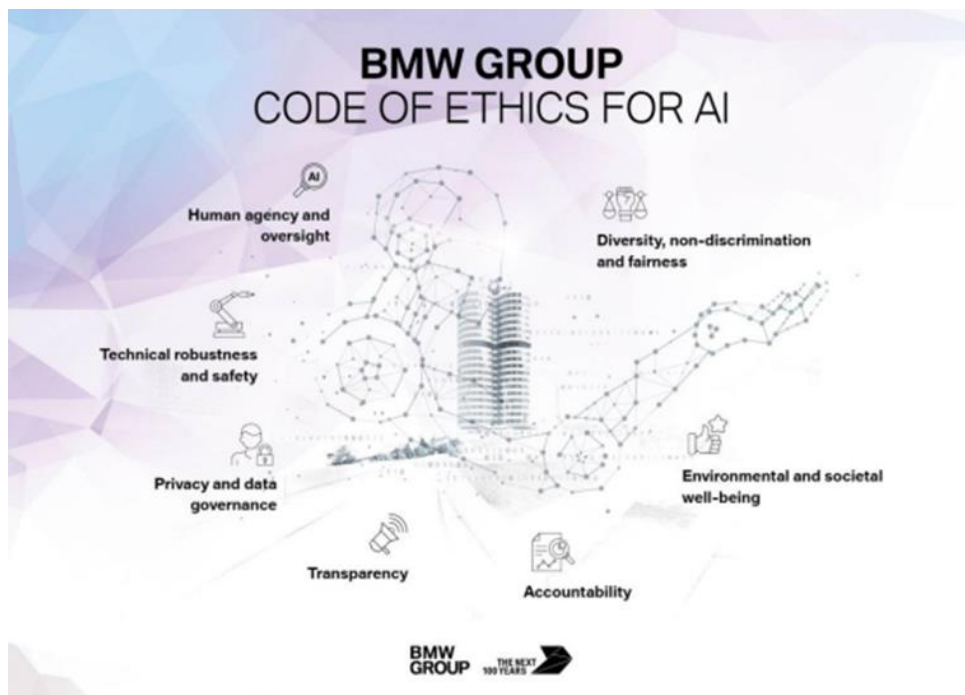
procesu. Na temelju ključnih zahtjeva koje je formulirala EU za pouzdanu umjetnu inteligenciju, BMW Grupa je razvila sedam temeljnih načela koja reguliraju primjenu umjetne inteligencije unutar same tvrtke. Ova će se načela kontinuirano usavršavati i prilagođavati prema potrebi s obzirom na višeslojnu primjenu UI u svim područjima tvrtke (BMW GROUP Corporate Communications, 2020). Na taj će način BMW Grupa otvoriti put za proširenje upotrebe UI i povećati svijest među svojim zaposlenicima o potrebi osjetljivosti prilikom rada s tehnologijama UI. Sedam načela sažeti su na Slici 5, koja obuhvaćaju razvoj i primjenu umjetne inteligencije u BMW Grupi jesu ta da BMW osigurava odgovarajući ljudski nadzor nad odlukama koje donose aplikacije umjetne inteligencije, čime se jamči da svaki korak u procesu ostaje pod kontrolom ljudskih operatera. Osim toga, tvrtka razmatra i razvija metode koje omogućuju ljudima da interveniraju i ponište odluke algoritama u slučaju da se pokaže da one nisu u skladu s etičkim ili operativnim standardima. Time se dodatno osigurava odgovornost i transparentnost u korištenju umjetne inteligencije, čime se minimiziraju rizici i održava povjerenje u tehnologiju. Njihov cilj je razviti robusne i pouzdane aplikacije umjetne inteligencije koje su u skladu s važećim sigurnosnim standardima, osiguravajući visoku razinu sigurnosti i učinkovitosti. U tom procesu, posebna se pažnja posvećuje smanjenju rizika od neželjenih posljedica i pogrešaka koje bi mogle proizaći iz autonomnog rada sustava UI. Implementacijom strogih sigurnosnih protokola i kontinuiranim praćenjem performansi aplikacija UI, BMW Grupa nastoji postići ravnotežu između inovacije i sigurnosti, istovremeno minimizirajući potencijalne negativne učinke na korisnike i širu zajednicu. Istovremeno, BMW Grupa unapređuje i proširuje najsuvremenije mjere zaštite privatnosti i sigurnosti podataka kako bi obuhvatila sve aspekte pohrane i obrade podataka unutar aplikacija umjetne inteligencije. To uključuje primjenu rigoroznih sigurnosnih protokola za zaštitu podataka korisnika, kao i osiguravanje transparentnosti u načinu na koji se podaci prikupljaju, pohranjuju i koriste.

BMW Grupa posebno se fokusira na usklađenost s globalnim zakonodavstvom o zaštiti podataka, poput GDPR-a, kako bi zajamčila da svi sustavi UI ne samo da pružaju visoku razinu performansi, već i štite privatnost i sigurnost korisnika u svakom koraku procesa. Ovim pristupom, BMW osigurava povjerenje korisnika i održava visoke standarde u korištenju umjetne inteligencije. Težeći transparentnosti, BMW Grupa zalaže se za to da njihove aplikacije UI budu lako razumljive korisnicima i da procesi koji stoje iza tih tehnologija budu jasni i dostupni. To uključuje objašnjavanje načina na koji sustavi donose odluke, kao i otvorenu komunikaciju s korisnicima i partnerima u vezi s primjenom odgovarajućih

tehnologija. Osim toga, BMW Grupa poštuje ljudsko dostojanstvo te se obvezuje izgraditi pravedne aplikacije umjetne inteligencije, sprječavajući diskriminaciju i nepoštivanje od strane aplikacija umjetne inteligencije. U skladu s tim, razvija i koristi aplikacije UI koje promiču ekološko i društveno blagostanje korisnika, zaposlenika i partnera, usklađujući svoje djelovanje s ciljevima ljudskih prava i održivosti, uključujući borbu protiv klimatskih promjena i zaštitu okoliša. Primjena umjetne inteligencije BMW Grupe trebaju biti provedene na način da rade odgovorno (Group Corporate Communications, 2020).

BMW Group pokrenuli su projekt pod nazivom: "Projekt AI". Projekt AI pokrenut je 2018. godine kako bi osigurao da se tehnologije umjetne inteligencije koriste etički i učinkovito te se stoga osigurava brzo dijeljenje znanja i tehnologije širom tvrtke. Projekt igra ključnu ulogu u kontinuiranom procesu digitalne transformacije u BMW Grupi te podržava učinkovit razvoj i rast pametnih tehnologija i umjetne inteligencije. Jedan od rezultata projekta AI je alat portfelja koji stvara transparentnost u širokoj primjeni tehnologija za donošenje odluka na temelju podataka. Ovaj portfelj D³ (*engl.* Data Driven Decisions) trenutno obuhvaća 400 slučajeva upotrebe, od kojih je više od 50 dostupno za redovitu operaciju (Khayyam, H., et al., 2020).

Slika 5. BMW Group code of ethics



Izvor: BMW Group. "Seven Principles for AI (2020).

S druge strane, Croatia osiguranje, kao vodeća osiguravateljska kuća u regiji, koristi umjetnu inteligenciju za optimizaciju obrade zahtjeva za osiguranje, prediktivnu analitiku rizika i poboljšanje korisničke podrške. Primjena umjetne inteligencije u ovim područjima omogućuje bržu obradu podataka, točnije procjene rizika te personaliziranije i učinkovitije usluge za klijente. Kontinuirano ulaže u inovacije kako bi poboljšalo korisničko iskustvo i osiguralo konkurentsku prednost na tržištu osiguranja, prateći globalne trendove u digitalnoj transformaciji. Croatia osiguranje, kao vodeći digitalni osiguratelj koji posluje u sastavu Adris grupe, uvelo je inovativnu tehnologiju na hrvatsko i europsko tržište osiguranja koja koristi umjetnu inteligenciju za značajno poboljšanje sustava procjene šteta na motornim vozilima. Ovaj napredni digitalni sustav kombinira rad rotacione 360° mehaničke platforme, video opreme i sustava za detekciju oštećenja i izračun troškova popravka, s ciljem ubrzavanja procesa i povećanja točnosti procjene. Rješenje omogućuje da vozači ostanu u vozilu, dok se procjena štete obavlja za manje od tri minute, što je pet puta brže od tradicionalnih metoda. Automatizirani sustav procjene šteta temelji se na tehnologiji koja je već integrirana u proces prijave šteta putem QR koda, omogućujući klijentima brzu, jednostavnu i samostalnu prijavu štete u nekoliko minuta, bez potrebe za ispunjavanjem papirne dokumentacije (Croatia osiguranje, 2023).

Umjetna inteligencija donosi značajne promjene u samu logistiku, logističke procese i upravljanje opskrbnim lancem, omogućavajući bolju optimizaciju ruta, preciznije upravljanje zalihama te povećanje ukupne učinkovitosti poslovanja. Korištenjem naprednih alata UI i tehnologijama, tvrtke mogu ne samo smanjiti operativne troškove, već i poboljšati vrijeme isporuke, čime se povećava zadovoljstvo korisnika. Također, umjetna inteligencija pomaže u predviđanju potražnje, što omogućuje tvrtkama da preciznije planiraju resurse i smanje rizik od zaliha viška ili nestašice te se efikasnije upravlja resursima. Umjetna inteligencija donosi temeljne promjene u logistici i upravljanju opskrbnim lancem, omogućujući značajna poboljšanja u učinkovitosti, smanjenju troškova i optimizaciji ključnih operacija. Algoritmi umjetne inteligencije važni su za optimizaciju ruta, omogućujući logističkim tvrtkama planiranje najučinkovitijih putanja za dostavu. Ovi algoritmi pomažu smanjiti potrošnju goriva, skratiti vrijeme putovanja i poboljšati ukupnu učinkovitost opskrbnog lanca. Optimizacija ruta funkcionira tako da sustavi UI prikupljaju podatke i informacije iz različitih izvora, poput GPS-a, prometnih izvješća i povijesnih podataka o isporukama. Ti se podaci zatim analiziraju kako bi se prepoznali obrasci i moguće prepreke u prometu. Na temelju rezultata analize, algoritmi UI razvijaju optimizirane rute uzimajući u obzir trenutne prometne

uvjete, prioritete dostava i kapacitete vozila. Rute se dinamički prilagođavaju u skladu s promjenama u prometnim uvjetima i neočekivanim kašnjenjima (Emam, Haggag i Mohamed, 2021).

Glavne prednosti obuhvaćaju manju potrošnju goriva, jer optimizirane rute skraćuju prijeđenu udaljenost, smanjuju potrošnju energije i potrošnju goriva, kao i kraće vrijeme isporuke zahvaljujući optimiziranim rutama. Također, točne i brze isporuke povećavaju zadovoljstvo kupaca te jačaju njihovo povjerenje, što doprinosi poboljšanju ukupnog korisničkog iskustva. Uz optimizaciju ruta, primjena umjetne inteligencije također igra ključnu ulogu u unapređenju upravljanja zalihama. Unapređuje upravljanje zalihama pružanjem točnih prognoza potražnje, optimizacijom razina zaliha i smanjenjem rizika od prekomjernih zaliha ili nestašica. Ključne tehnologije u upravljanju zalihama uključuju predviđanje potražnje, pri čemu UI analizira povijesne podatke o prodaji i tržišne trendove kako bi točno predvidio buduću potražnju. Također, algoritmi UI omogućuju optimizaciju zaliha, preporučujući optimalne razine zaliha koje balansiraju troškove držanja s potrebom zadovoljenja potražnje kupaca (Ranyal, Sadhu i Jain, 2022).

Automatizirano obnavljanje zaliha osigurava da sustavi automatski pokreću narudžbe kada zalihe padnu ispod unaprijed postavljenih minimalnih razina. Ovaj proces omogućuje kontinuiranu opskrbu bez potrebe za ručnom intervencijom, što značajno poboljšava učinkovitost. Među ključnim prednostima ovakvog upravljanja zalihama su smanjeni troškovi skladištenja, jer optimizacija razine zaliha smanjuje troškove održavanja, poput skladištenja i rukovanja zalihama, te smanjuje količinu nepotrebnog otpada. Poboljšana dostupnost proizvoda osigurava da su artikli spremni za kupce u trenutku kada trebaju, čime se smanjuje rizik od propuštenih prodajnih prilika. Zahvaljujući tome, poduzeća mogu održavati visoku razinu zadovoljstva kupaca, a istovremeno optimizirati poslovne procese. Povećana učinkovitost postiže se automatizacijom ključnih procesa upravljanja zalihama, koji pojednostavljuju upravljanje zalihama i oslobađaju resurse za druge zadatke. Također, još neki od primjera poduzeća koji implementiraju inovativne tehnologije i umjetnu inteligenciju u poslovanje je DHL, kao globalni lider u logistici, implementirao je napredni sustav optimizacije ruta temeljen na umjetnoj inteligenciji koji omogućuje analizu podataka o prometu u stvarnom vremenu i prilagođava isporuke prema promjenjivim zahtjevima. Ovaj sustav donio je impresivne rezultate, uključujući smanjenje potrošnje goriva za 15 % i poboljšanje vremena isporuke za 10%. Tehnologija umjetne inteligencije omogućila je

značajno povećanje operativne učinkovitosti, uštede goriva, brže vrijeme isporuke. Osim optimizacije ruta, DHL je započeo implementaciju umjetne inteligencije u svakodnevne operacije skladištenja, gdje ponavljajući i poslovi, poput sastavljanja pojedinačnih stavki u jedinstvene jedinice za isporuku, sve češće obavljaju roboti. Ovi roboti, vođeni tehnologijom UI, preuzimaju zadatke poput sastavljanja pošiljaka, što omogućuje ljudskim radnicima da se usmjere na nadzor i rješavanje potencijalnih problema, dok su oslobođeni monotonije sastavljanja tisuća pošiljaka. Ovakva primjena tehnologije ne samo da optimizira procese, već također predstavlja početak budućnosti logistike, u kojoj umjetna inteligencija preuzima ključne operativne funkcije, omogućujući veću produktivnost i učinkovitost u globalnim opskrbnim lancima (AI in logistics & supply chains, 2024).

Još jedno od poduzeća koja primjenjuje umjetnu inteligenciju u svoje svakodnevno poslovanje je Walmart koji koristi UI za predviđanje potražnje i upravljanje zalihama. Analizom povijesnih podataka o prodaji i tržišnih trendova, Walmart optimizira razine zaliha, postizujući 30 % smanjenje troškova povezanih s održavanjem zaliha te povećanje dostupnosti proizvoda za 20 %. Ova optimizacija zaliha ne samo da smanjuje operativne troškove, već također osigurava kontinuiranu dostupnost proizvoda, čime se poboljšava korisničko iskustvo i povećava zadovoljstvo kupaca. Walmart koristi sustav za upravljanje zalihama s podrškom za umjetnu inteligenciju koji je ključan je za opskrbu kupaca onim što trebaju, kada to trebaju, i po niskim cijenama koje očekuju od Walmarta. Sustav upravljanja zalihama također se oslanja na integraciju podataka iz svih prodajnih kanala, kombinirajući uvide iz fizičke i digitalne prodaje. Kao trgovac s višekanalnim pristupom, Walmart analizira prodajne podatke iz svojih trgovina i online platformi kako bi osigurao jednostavno iskustvo kupovine, posebno tijekom razdoblja povećane potražnje poput blagdana. Ova visoka razina tehnološke integracije omogućuje Walmartu da prilagodi zalihe u stvarnom vremenu, osiguravajući optimalne razine dostupnosti proizvoda i zadovoljstvo kupaca (Walmart, 2023).

U Hrvatskoj, odnosno u Rijeci dolazi do postupnog uvođenja automatiziranih sustava upravljanja prometom s ciljem modernizacije i optimizacije prometa u urbanim područjima. Jedan od ključnih koraka u ovom procesu je implementacija inteligentnih semaforskih sustava na raskrižjima, koji su sposobni prilagoditi rad semafora u stvarnom vremenu na temelju trenutnog prometnog stanja. Inteligentni semafori su opremljeni naprednim softverom koji omogućava samostalno upravljanje prometom u slučaju prekida veze s upravljačkim centrom. Ova investicija, ukupno vrijedna oko 570.706,82 eura (4,3 milijuna kuna), trebala bi značajno

poboljšati protočnost prometa u Rijeci. (Grad Rijeka, 2020).

Napretkom umjetne inteligencije očekuju se velike promjene i revolucija u budućnosti transporta. Razvoj tehnologija umjetne inteligencije potiče značajne transformacije u načinu na koji se kreću ljudi i roba, stvarajući efikasnije, sigurnije i ekološki održivije prometne sustave. Ovaj dio fokusira se na nove i inovativne trendove u primjeni umjetne inteligencije u transportu, uključujući Hyperloop, leteće automobile, dronove, robotaksije i mnoge druge inovacije. Hyperloop, kao futuristički sustav brzog prijevoza, koristi vakuumske tunele za postizanje izuzetno velikih brzina (vidi Slika 6), dok leteći automobili i dronovi predstavljaju nove mogućnosti za urbanu mobilnost, smanjujući zagušenja u prometu. Robotaksiji, autonomna vozila bez vozača, obećavaju revoluciju u javnom prijevozu, omogućujući ekonomičniji i praktičniji prijevoz (Rossow, 2022).

Sve ove inovacije, potpomognute tehnologijama i umjetnom inteligencijom, otvaraju vrata budućnosti u kojoj će promet biti brži, sigurniji i prilagođeniji potrebama modernog društva. Jedna od već spomenutih inovacija je Hyperloop, novi sustav prijevoza velike brzine koji je osmislio Elon Musk, predviđa korištenje putničkih kapsula koje putuju kroz niskotlačne cijevi brzinama većim od 600 mph. Ova tehnologija obećava da će se ubrzati putovanje na dugim relacijama što će dovesti do bržeg i energetski učinkovitijeg transporta. Umjetna inteligencija igra ključnu ulogu u pretvaranju Hyperloopa u stvarnost. Podržatelji tvrde da bi Hyperloop mogao biti jeftiniji i brži od putovanja vlakom ili automobilom te jeftiniji i manje zagađujući od zračnog putovanja. Osnovna ideja Hyperloopa prema Muskovom viđenju je da putničke kapsule putuju kroz cijev, iznad ili ispod zemlje (Özbek i sur., 2021) Da bi se smanjio trenje, većina zraka se uklanja iz cijevi pomoću pumpi. Tvrde da je i brži i jeftiniji za izgradnju u usporedbi s tradicionalnom visokobrzinskom željeznicom. Stoga bi se Hyperloop mogao koristiti kako bi se smanjio pritisak na zagušene ceste, olakšalo putovanje između gradova te potencijalno otkrilo značajne ekonomske koristi. Tehnologija Hyperloopa još uvijek je u razvoju iako osnovni koncept postoji već mnogo godina, ali većina usluga se očekuje kasnije u budućnosti, budući da su testiranja tehnologije još uvijek u ranoj fazi. Još uvijek nije jasno gdje će se zapravo uspostavljati Hyperloopi, ali nekoliko kompanija je pripremila rute u SAD-u, Europi i drugdje. Potencijalne rute uključuju New York do Washington DC-a, Pune do Mumbaja, Kansas City do St. Louisa, Bratislavu do Brna, Vijaywadu i Amaravati, te mnoge druge (Dudnikov, 2017).

Slika 6. Hyperloop



Izvor: Topcontent (2024). Dostupno na: <https://topcontent.com/ai/en/sample/9b192c22-7289-4fdf-b245-b4f781d63968>

Jedna od inovativnih usluga autonomnih vozila uskoro dolazi u Hrvatsku pod nazivom Verne, koju će u Zagrebu 2026. godine lansirati vodeća automobilska kompanija Rimac. Ovaj projekt predstavlja značajan iskorak u razvoju autonomnih vozila u regiji, a također potvrđuje rast Rimac Automobila kao globalnog lidera u automobilskoj industriji. Kompanija, koju je osnovao Mate Rimac, započela je kao skromni garažni projekt, ali je ubrzo postala jedan od vodećih proizvođača električnih superautomobila i inovatora u automobilskoj industriji. Osnovan u garaži kao jednočlani projekt od strane Matea Rimca, Rimac je postao izuzetno poželjan brend, s mnogim tradicionalnim proizvođačima automobila koji su angažirali ovu startup kompaniju da im pomogne u izgradnji vlastitih električnih superautomobila. Osim što su stvorili rekordni hiperautomobil Nevera, Rimac je 2021. iznenadio preuzimanjem Bugattija od Volkswagena, što je rezultiralo stvaranjem nove kompanije pod imenom Bugatti Rimac. Sada tvrtka s električnim hiperautomobilom koji postiže 256 mph, sprema se lansirati vlastiti robotaksi. Rimac radi na tehnologiji autonomne vožnje još od 2017. godine, a 2021. godine tvrtka je dobila 200 milijuna eura od EU-a za razvoj robotaksi vozila kao dio plana oporavka Hrvatske vrijednog 6,3 milijarde eura. Tvrtka je također dobila financiranje od Hyundaija i Kie. Ranije nazvan Projekt 3 Mobility, novoimenovani Verne vodit će Marko Pejković kao CEO i Adriano Mudri, dizajner Nevere, kao glavni dizajner. Robotaksi će biti potpuno električan i oslanjat će se na autonomnu tehnologiju tvrtke Mobileye, koja je u vlasništvu

Intela i opskrbljuje autonomne sustave i napredne vozačke pomoćne tehnologije mnogim proizvođačima automobila. Verne će koristiti Mobileye Drive, samovozeći sustav koji koristi EyeQ čip izraelske tvrtke, kao i program za prikupljanje podataka nazvan Road Experience Management (REM), koji koristi stvarne podatke vozila opremljenih Mobileye tehnologijom za izradu globalne 3D karte. Vozilo je potpuno autonomno razine 4, što znači da nema tradicionalnih kontrola poput upravljača i papučica. Također su uklonjeni i drugi poznati elementi poput brisača i bočnih retrovizora, radi smanjenja otpora zraka i poboljšanja aerodinamičkog iskustva. Prvo vozilo Verne izgleda radikalno drugačije od većine samovozećih automobila na cestama danas (vidi Slika 7). Verne robotaksi je elegantniji i znatno manji, s općim izgledom dvovratnog hatchbacka. Prostrano stakleno krovno područje i nagnuti prednji vjetrobran zatvaraju unutrašnjost koja je luksuznija od prosječnog robotaksija. Zaslona RoboTaxi-a veličine 43 inča gotovo zauzima širinu instrument ploče i uključuje widgete za medije, kontrolu kabine i vremenske prilike. Centralni widget posvećen je navigaciji, s dizajnom koji podsjeća na Tesla ili Waymo, s osvijetljenom linijom koja se proteže od virtualnog vozila kako bi vozač mogao pratiti putovanje. Verne navodi da će putnici moći slušati svoju glazbu ili gledati filmove na širokom zaslonu. Vozilo je opremljeno s ukupno sedamnaest zvučnika, uključujući Dolby Atmos zvučni sustav (MoveElectric, 2024).

Robotaksi se može pozvati putem mobilne aplikacije, slično kao Uber ili Waymo. Putem aplikacije korisnici mogu prilagoditi određene postavke, poput temperature, osvjetljenja i čak mirisa, prije nego što se vozilo uopće pojavi. Iako proizvodnja vozila još nije započela, planirano je da se vozila proizvode u novoj tvornici u Hrvatskoj. Nakon pokretanja usluge u Zagrebu, Verne planira proširiti svoju prisutnost na druge europske gradove, uključujući Ujedinjeno Kraljevstvo i Njemačku, a kasnije i na Bliski istok. Ovaj projekt dodatno učvršćuje poziciju Rimac Automobila kao globalnog lidera u naprednim tehnologijama mobilnosti, pružajući novi, inovativni pristup urbanom prijevozu (Forbes Hrvatska, 2024).

Slika 7. RoboTaxi Verne



Izvor: Thomas Hundal (2024). Dostupno na: <https://www.theautopian.com/rimacs-verne-robotaxi-is-the-first-autonomous-vision-of-the-future-that-makes-sense/>

Rezultati istraživanja jasno pokazuju da primjena umjetne inteligencije i inovativnih tehnologija u cestovnom prometu donosi višestruke koristi. Poboljšanja u sigurnosti, učinkovitosti i održivosti, uz pozitivne ekonomske učinke, čine ove tehnologije ključnima za budući razvoj prometnih sustava. Unatoč izazovima kao što su tehnološka neizvjesnost i nedostatak regulative, prednosti ovih tehnologija nadmašuju potencijalne prepreke, čineći ih od velike važnosti za modernizaciju i unapređenje cestovnog prometa. Istraživanje stavova i mišljenja o umjetnoj inteligenciji provedeno u srpnju 2023. godine od strane Ipsos-a na nacionalno reprezentativnom uzorku od 1000 ispitanika starijih od 16 godina dodatno je istaknulo javni dojam na primjenu ove tehnologije. Rezultati su pokazali kako oko 80% ispitanika priznaje da ima malo ili gotovo nikakvo znanje o umjetnoj inteligenciji, dok preostalih 20% ispitanika, uglavnom mlađa populacija u dobi od 16 do 29 godina, visoko obrazovani pojedinci i oni s višim primanjima, tvrde da su dobro ili izvrsno upoznati s pojmom i primjenom UI. Ljudi pokazuju optimizam u vezi s potencijalom umjetne inteligencije, osobito u kontekstu poboljšanja komunikacije među ljudima različitih jezika i kultura, pri čemu više od 50% ispitanika vjeruje da bi umjetna inteligencija mogla igrati

značajnu ulogu u tom procesu. Uz to, oko 45% ispitanika vjeruje da bi umjetna inteligencija mogla značajno doprinijeti razvoju gospodarskih sektora, što pokazuje rastuće povjerenje u potencijal ovih tehnologija da unaprijede različite industrije (Ipsos, 2023).

4.4. Ograničenja i preporuke za buduća istraživanja

Kako bi se buduća istraživanja unaprijedila i proširila, potrebno je uzeti u obzir nekoliko ključnih faktora. Ograničen broj istraživanja može rezultirati nedovoljno reprezentativnim rezultatima. U ovom diplomskom radu korišteni su isključivo sekundarni podaci. Primjena objektivnijih metoda, poput analize stvarnih prometnih podataka te konzultiranje s relevantnim stručnjacima iz ovog područja, mogla bi dovesti do točnijih uvida u ponašanje vozača. Digitalizacija cestovnog prometa, uz brzi napredak tehnologije, dovodi do ubrzanih promjena u prometnom okruženju. To znači da rezultati istraživanja brzo postaju zastarjeli ako se ne provode redovita ažuriranja i prilagodbe istraživačkih modela. Redovita ažuriranja istraživanja kroz longitudinalne studije mogla bi pružiti bolji uvid u trendove i promjene u percepciji i ponašanju vozača.

Preporuke za buduća istraživanja bila bi provođenje longitudinalnih istraživanja, odnosno praćenje kako se tehnologija prometa i umjetna inteligencija razvija kroz vrijeme i kako to utječe na promet i vozače. Takva istraživanja bi omogućila bolje razumijevanje dugoročnih utjecaja i dinamike promjena. Upotreba statističkih modela, implementacija naprednih statističkih modela mogla bi pomoći u detaljnijem razumijevanju čimbenika koji utječu na percepciju i iskustva vozača, čime bi se omogućila preciznija analiza kompleksnih interakcija unutar digitalnog prometa. Kombinacija dubinskih intervjua s vozačima i kvantitativnih metoda omogućila bi sveobuhvatniji uvid u njihove stavove, percepcije i iskustva s primjenom umjetne inteligencije. Posebnu pozornost potrebno je posvetiti pitanjima sigurnosti i održivosti, s naglaskom na utjecaj električnih i autonomnih vozila na okoliš i sigurnost u prometu. Važno je istražiti kako ove tehnologije mogu doprinijeti smanjenju emisija i poboljšanju prometne sigurnosti. Istraživanja bi također trebala usporediti različite pristupe primjene tehnologije i umjetne inteligencije u cestovnom prometu u različitim gradovima i regijama kako bi se identificirale najbolje prakse i razumjele kontekstualne varijable koje utječu na digitalni promet. Implementacija ovih preporuka omogućila bi budućim istraživanjima da detaljnije istraže složene izazove povezane s digitalizacijom cestovnog transporta, pružajući temelje za razvoj učinkovitijih strategija i tehnologija koje će unaprijediti sigurnost, učinkovitost i efikasnost prometnih sustava.

5. ZAKLJUČAK

Zaključno, primjena inovativnih tehnologija i umjetne inteligencije u cestovnom transportu predstavlja nezaobilazan smjer razvoja koji će značajno transformirati ovaj sektor. Umjetna inteligencija je u posljednjih nekoliko desetljeća doživjela značajan napredak, transformirajući mnoge aspekte svakodnevnog života, uključujući i cestovni transport. Cestovni transport predstavlja jedno od najstarijih i najopsežnijih, ali i vrlo osjetljivih sektora za primjenu umjetne inteligencije. Zbog složenosti transportnih aktivnosti i širokog spektra koji obuhvaća, ovaj sektor je oduvijek bio među prvima koji su prihvaćali najnovije tehnologije i inovacije kao što je slučaj i danas, s primjenom umjetne inteligencije.

Povećana efikasnost, smanjenje troškova te smanjenje štetnih utjecaja na okoliš samo su neki od razloga koji potiču rastuću upotrebu umjetne inteligencije u transportnom sektoru. Njena primjena donijela je značajna poboljšanja, učinila je život jednostavnijim, sigurnijim i bržim, a njen daljnji razvoj nastavlja unaprjeđivati kvalitetu života paralelno s tehnološkim napretkom. Posebno u prometu, umjetna inteligencija ima potencijal stvoriti revolucionarne promjene, od autonomnih vozila do inteligentnih prometnih sustava koji komuniciraju međusobno, smanjujući gužve i emisije stakleničkih plinova. Primjena digitalnih tehnologija, poput GPS navigacije, mobilnih aplikacija za prijevoz te senzora i kamera, sve više olakšava i unaprjeđuje vozačko iskustvo.

Kako se tehnologija ubrzano razvija, a njezin utjecaj širi, budućnost digitalizacije cestovnog prometa donosi mnoštvo obećanja. Posebnu ulogu imaju električna i autonomna vozila, koja su u središtu ove tehnološke revolucije, ne samo da donose povećanu sigurnost, nego značajno doprinose i smanjenju negativnog utjecaja na okoliš, omogućujući ekološki održiviji prijevoz. Primjena umjetne inteligencije će u narednim godinama značajno utjecati na tržište rada. Potražnja za visoko kvalificiranim stručnjacima nastaviti će rasti, dok će se, s druge strane, smanjiti potreba za radnim mjestima kao što su vozači motornih vozila zbog razvoja autonomnih vozila.

S obzirom na trenutni manjak vozača na tržištu i ograničenja koja proizlaze iz njihovih radnih kapaciteta, sposobnost isporuke robe ili pravovremeni prijevoz putnika postaju izazovni. Zagovornici umjetne inteligencije smatraju da je upravo ovo ključan argument za njezinu daljnju primjenu i razvoj u transportnom sektoru. Iako postoje brojni izazovi, poput prilagodbe prometne infrastrukture, autonomna vozila predstavljaju budućnost koja se

ubrzano približava. Uvođenje koncepata poput RoboTaxi-a, autonomnih vozila koja pružaju usluge prijevoza bez potrebe za vozačem i tako otvara nove perspektive za urbani prijevoz, pružajući rješenja koja će smanjiti prometne gužve i olakšati pristup javnom prijevozu. Međutim, ostvarivanje punog potencijala digitalizacije zahtijeva kontinuirano istraživanje i razvoj te prilagodba postojećih pravnih i etičkih okvira. Pitanja kao što su sigurnost podataka, odgovornost u slučaju nesreća i zaštita privatnosti bit će ključna za održivost ovih inovacija. Umjetna inteligencija i digitalne tehnologije u cestovnom prometu predstavljaju neizbježan smjer budućeg razvoja, s potencijalom da značajno promijene način na koji se krećemo i upravljamo prometom. Međutim, uspjeh ovih inovacija ovisit će o pažljivom upravljanju, kontinuiranoj inovaciji i koordiniranoj suradnji svih dionika. Promišljeno i odgovorno pristupanje ovim izazovima osigurat će da nove tehnologije donesu dugoročnu korist, stvarajući održiv, siguran i učinkovit prometni sustav za buduće generacije.

POPIS LITERATURE

1. Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., Bagloee, S. A. (2019.), Applications of Artificial Intelligence in Transport: An Overview, *Sustainability*, 11(1), 189 <https://doi.org/10.3390/su11010189>
2. Allen, J. (2021.), 10 years of Siri: the history of Apple's voice assistant, preuzeto 19. lipnja 2024. s <https://www.techradar.com/news/siri-10-year-anniversary>
3. Arya, R., Soni, M., Soomar, A. M., i Keshta, I. (2024.), Battery-operated electric vehicles and plug-in hybrid electric vehicles, preuzeto 10. lipnja 2024. s <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23814-7.00008-0>
4. Audi MediaCenter (b. d.), Audi Piloted Driving: Traffic Jam Pilot, preuzeto 15. lipnja 2024. s <https://www.audi-mediacycenter.com/en/videos/video/footage-audi-a8-audi-ai-traffic-jam-pilot-3785>
5. Bal, F., Vleugel, J. (2017.), *The Impact of Hybrid Engines on Fuel Consumption and Emissions of Heavy-Duty Trucks*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, preuzeto 10. lipnja 2024. s <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/ESUS17/ESUS17019FU1.pdf>
6. Balaž, Z., Lugović, S. (2015.), Umjetna inteligencija u poučavanju mišljenja i donošenju odluka - socio-tehnička perspektiva, *Polytechnic and Design*, 3(1), 1-12 <https://doi.org/10.19279/TVZ.PD.2015-3-1-01>
7. Barać, A. (2021.), *Sigurnost i pouzdanost autonomnih vozila*, magistarski rad, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.
8. Barešić, A. (2023.), AI4Health.Cro, preuzeto 03. srpnja 2024. s <https://www.softcom.com/2023/ai4health>
9. Baričević, H. (2001.), *Tehnologija cestovnog prometa*, Rijeka: Glosa.
10. Berlinski, D. (2001.), *The Advent of the Algorithm: The 300-Year Journey from an Idea to the Computer*. New York: Mariner Books, Harcourt.
11. Binder, A. K., Bell Rae, J. (2013.), *Automotive Industry*, preuzeto 20. lipnja 2024. s <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry>
12. BMW Group Corporate Communications. (2020.), *BMW Group Code of Ethics for Artificial Intelligence*, preuzeto 25. lipnja 2024. s https://www.bmwgroup.com/content/dam/grpw/websites/bmwgroup.com/downloads/EN_G_PR_CodeOfEthicsForAI_Short.pdf

13. Bošnjak, I. (2006.), *Inteligentni transportni sustavi - ITS 1*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti
14. Botsford, C., Szczepanek, A. (2009.), *Fast charging vs. slow charging: Pros and cons for the new age of electric vehicles*, preuzeto 4. lipnja 2024. s <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.406.8734&rep=rep1&type=pdf>
15. Boukerche, A., Tao, Y., Sun, P. (2020.), Artificial intelligence-based vehicular traffic flow prediction methods for supporting intelligent transportation systems, *Computer Networks*, 182, preuzeto s <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107484>
16. Božičević, D. (2002.), *Suvremene transportne tehnologije*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.
17. Breazeal, C. (2004.), *Designing Sociable Robots*, Cambridge, MA: The MIT Press.
18. Brunetti, A., Buongiorno, D., Trotta, G. F., Bevilacqua, V. (2018.), Computer vision and deep learning techniques for pedestrian detection and tracking: A survey, *Neurocomputing*, 300, 17-33, preuzeto s <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.01.092>
19. Cliff, S. (2021.), *Automated Driving System Safety*, preuzeto 20. lipnja 2024. s <https://www.iihs.org/>
20. COE. (2017.), *History of artificial intelligence*, preuzeto 1. lipnja 2024. s <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/history-ofai>
21. Davenport, T. H., i Ronanki, R. (2018.), Artificial intelligence for the real world, *Harvard Business Review*, 96(1), 108-116, preuzeto s https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=QUhNN6QAAAAJ&citation_for_view=QUhNN6QAAAAJ:XtJa11BXPS4C
22. DHL. (2024.), *AI in logistics & supply chains*, preuzeto 25. lipnja 2024. s <https://www.dhl.com>
23. Efret Limited. (2023.), *What is GPS tracking in freight and transportation?*, preuzeto 10. kolovoza 2024. s <https://www.efret.eu/logistics-dictionary/what-is-gps-tracking>
24. Emam, O., Haggag, R. M. Y., Mohamed, N. (2021.), *A survey paper in transportation logistics based on artificial intelligence*, preuzeto 3. srpnja 2024. s https://www.researchgate.net/publication/356195442_A_Survey_Paper_in_Transportation_Logistics_based_on_Artificial_Intelligence
25. Europski parlament, Glavna uprava za komunikaciju. (2020.), *Što je umjetna inteligencija i kako se upotrebljava?*, preuzeto 10. srpnja 2024. s

- https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2020/9/story/20200827STO85804/20200827STO85804_hr.pdf
26. Fetzer, J. H. (1990.), What is Artificial Intelligence? Artificial Intelligence: Its Scope and Limits, *Studies in Cognitive Systems*, 4, 1-25. Pristupljeno 03.07.2024., s <https://link.springer.com/>
 27. Finogeev, A., Finogeev, A., Fionova, L., Lyapin, A., Lychagin, K. A. (2019.), Intelligent monitoring system for smart road environment, *Journal of Industrial Information Integration*, 15, 15-20, preuzeto s <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.05.003>.
 28. Forbes Hrvatska. (2024.), *Predstavljen Rimčev robotaksi Verne koji bi za dvije godine trebao na zagrebačke ceste*, preuzeto 12. lipnja 2024. s <https://forbes.n1info.hr/aktualno/hrvatska/predstavljen-rimcev-robotaksi-verne-koji-bi-za-dvije-godine-trebao-na-zagrebacke-ceste>
 29. Geek.hr. (2024.), *Umjetna inteligencija*, preuzeto 6. srpnja 2024. s <https://geek.hr/tehnologija/umjetna-inteligencija/>
 30. Grad Rijeka. (2023.), *Inteligentni semafori u Rijeci*, preuzeto 6. lipnja 2024. s <https://www.rijeka.hr/inteligentni-semafori-u-rijeci>
 31. GraduateWay. (2021.), *Automotive Technology Essay*, preuzeto 16. svibnja 2024. s <https://graduateway.com/automotive-technology-essay/>
 32. Grbić, K. (2023.), *AI tehnologija: Sumirali smo koje su prednosti i mane AI tehnologije*, preuzeto 10. lipnja 2024. s <https://studentski.hr/vijesti/svijet/saznali-smo-koje-su-prednosti-i-mane-ai-tehnologije>
 33. History.com Editors. (2010.), *Automobile history*, A&E Television Networks, preuzeto 15. kolovoza 2024. s <https://www.history.com/topics/inventions/automobiles>
 34. Hunt, E. B. (2014.), *Artificial Intelligence* (2nd ed.), London: Academic Press.
 35. Ipsos. (2023.), *Umjetna inteligencija - stavovi i mišljenja*, preuzeto 10. lipnja 2024. s <https://www.ipsos.com/hr-hr/umjetna-inteligencija-stavovi-i-misljenja>
 36. Jackson, P. C. (2019). *Introduction to Artificial Intelligence* (3rd ed.). New York: Courier Dover Publications.
 37. Kamalova, E. (2017.), *Improvement on management methods of innovative development over the international road transport*. *TRANS Asian Journal of Marketing & Management Research (TAJMMR)*, 6(5), 4-18, preuzeto s <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:tajmmr&volume=6&issue=5&article=001>

38. Kaur, P., Kumar, Y., Gupta, S. (2022.), Artificial intelligence techniques for the recognition of multi-plate multi-vehicle tracking systems: A systematic review, *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(3).
39. Khayyam, H., Javadi, B., Jalili, M., Jazar, R. N. (2020.), *Artificial intelligence and internet of things for autonomous vehicles*, *Nonlinear approaches in engineering applications: Automotive applications of engineering problems*, 39-68, preuzeto sa <https://researchdirect.westernsydney.edu.au/islandora/object/uws:57245/>
40. Logistics Asia. (2023.), *Navigating the pros and cons of artificial intelligence in logistics* [online], preuzeto 20. svibnja 2024. s <https://logistics.asia/navigating-the-pros-and-cons-of-artificial-intelligence-in-logistics/>
41. Mandžuka, S. (2017.), *Inteligentni transportni sustavi*, *Hrvatska tehnička enciklopedija*, preuzeto 18. srpnja 2024. s <https://tehnika.lzmk.hr/inteligentni-transportni-sustavi/>
42. Miles, J. C., i Walker, A. J. (2006.), The potential application of artificial intelligence in transport, *IEE Proceedings - Intelligent Transport Systems*, 153(3), 183-198, preuzeto s https://www.researchgate.net/publication/3465174_The_potential_application_of_artificial_intelligence_in_transport
43. Modhvadia, R. (2023). How Do People Feel About AI? Preuzeto 21. kolovoza 2024. s [How do people feel about AI? | Ada Lovelace Institute](https://www.adalovelaceinstitute.com/blog/how-do-people-feel-about-ai/)
44. MoveElectric. (2024). Meet Verne: Rimac's new electric robotaxi service preuzeto 10. kolovoza 2024. s <https://www.moveelectric.com/en-za/gallery/meet-verne-rimacs-new-electric-robotaxi-service>
45. Mrowczynska, B., Ciesla, M., Krol, A., Sladkowski, A. (2017), *Application of Artificial Intelligence in Prediction of Road Freight Transportation*, 29(4) (str. 363-370), preuzeto s <https://doi.org/10.7307/ptt.v29i4.2227>
46. Ojo, B., Ojo, L. (2023.), Smart cities, intelligent transportation and internet of things: Pros and cons, *Iilaro Journal of Science and Technology*, 3, 1-14. preuzeto 10. lipnja s <https://sciencetechjournal.federalpolyilaro.edu.ng>
47. Olugbade, S., Ojo, S., Imoize, A. L., Isabona, J., Alaba, M. O. (2022.), A review of artificial intelligence and machine learning for incident detectors in road transport systems, *Mathematical and Computational Applications*, 27(5), 77. <https://doi.org/10.3390/mca27050077>
48. Özbek, R., Rümeyisa, Ö., Çodur, M. Y., Yasin, Ç. M. (2021.), Comparison of hyperloop and existing transport vehicles in terms of security and costs, *Modern Transportation Systems and Technologies*, 7(3), 5-29. <https://doi.org/10.17816/transsyst2021735-29>

49. Perallos, A., Hernandez-Jayo, U., Onieva, E., García Zuazola, I. J. (2015). *Intelligent transport systems: Technologies and applications*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons
50. PwC Hrvatska. (2017). UI i robotika u zdravstvu. [e-publikacija]. Preuzeto s <https://www.pwc.hr/hr/publikacije/press-room/2017/pwc-hrvatska-ui-i-robotika-u-zdravstvu-20170411.pdf>.
51. Radu, M. D., Costea, I. M., Stan, V. A. (2020). Automatic traffic sign recognition: Artificial intelligence-deep learning algorithm, *Proceedings of the 12th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)* (str. 1-6), Zagreb: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ECAI50035.2020.9223186>
52. Ranyal, E., Sadhu, A., Jain, K. (2022). Road condition monitoring using smart sensing and artificial intelligence: A review, *Sensors*, 22(8), 3044. <https://doi.org/10.3390/s22083044>
53. Rossow, M. (2022.), *Self-driving cars: What can we realistically expect* [e-publikacija], preuzeto s [M04-042 - Self-Driving Cars What Can We Realistically Expect.pdf](https://www.cedengineering.ca/M04-042-Self-Driving-Cars-What-Can-We-Realistically-Expect.pdf) ([cedengineering.ca](https://www.cedengineering.ca))
54. Royo, S., Ballesta-Garcia, M. (2019.), *An overview of Lidar imaging systems for autonomous vehicles*, *Applied Sciences*, 9(19), 4093. <https://doi.org/10.3390/app9194093>
55. Rylander, I., Andersson, S. (2023.), *Transport buyers' perspective on electric road freight: Barriers and benefits with battery electric trucks, and actions that can be performed by the transport buyers to contribute to the transition* [e-publikacija], preuzeto s <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-196012>
56. Schreurs, M., Steuwer, S. (2016.), Autonomous driving—Political, legal, social, and sustainability dimensions, *SpringerLink*, 149–171. [Autonomous Driving—Political, Legal, Social, and Sustainability Dimensions | SpringerLink](https://www.springerlink.com/doi/10.1007/978-94-007-5444-4_10)
57. Shah, K. J., Pan, S., Chiang, P. (2021.), Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies, *Journal of Cleaner Production*, 326, 129392. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129392>
58. Singh, R., Sharma, R., Akram, S. V., Gehlot, A., Buddhi, D., Malik, P. K. (2021.), Highway 4.0: Digitalization of highways for vulnerable road safety development with intelligent IoT sensors and machine learning, *Safety Science*, 143(105407). <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105407>
59. STEP UP Smart Cities (2023), *City technology platform to integrate data streams in Glasgow*, preuzeto 5. srpnja 2024. s <https://www.stepupsmartcities.eu/Default.aspx?tabid=3732&aid=2113&rid=3286>.

60. Stojkov, M. i sur. (2014.), Električni automobil - povijest razvoja i sastavni dijelovi, *12th Natural Gas, Heat and Water Conference; 5th International Natural Gas, Heat and Water Conference - Plin2014* (str. 222-230), Osijek: Strojarski fakultet Sveučilišta u Slavanskom Brodu.
61. Tehnofunc (2012.), *History of automotive industry*, preuzeto 10. kolovoza 2024. s <http://www.technofunc.com/index.php/domain-knowledge/automotiveindustry/item/history-of-automotive-industry>.
62. Thalen, J. P. (2006.), *ADAS for the car of the future*, diplomski rad, Sveučilište Twente, Nizozemska
63. The App Solutions (2023.), *Best use cases of artificial intelligence in the transportation industry*, preuzeto 16. svibnja 2024. s <https://theappsolutions.com/blog/development/ai-in-transportation/>
64. Toronto Public Library (2015.), *A brief history of the automobile industry*, preuzeto 20. lipnja 2024. s https://torontopubliclibrary.typepad.com/business_personal_finance/2015/03/automobile-industry.html
65. Valerjev, P. (2006.), *Povijest i perspektiva razvoja umjetne inteligencije u istraživanju uma - Trajni izazov čovjeku* (str. 105-122), Zagreb: Institut društvenih znanosti Ivo Pilar
66. Walmart. (2023.), *Decking the aisles with data: How Walmart's AI-powered inventory system brightens the holidays*, preuzeto 20. lipnja 2024. s <https://tech.walmart.com>
67. Wan Ibrahim, W. M. R. i Hassan, R. (2019.), *Recruitment trends in the era of Industry 4.0 using artificial intelligence: Pro and cons*, *Asian Journal of Research in Business and Management*, 1(1), 16-21. https://www.researchgate.net/publication/353878678_RECRUITMENT_TRENDS_IN_THE_ERA_OF_INDUSTRY_40_USING_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE_PRO_AND_CONS
68. Williams, B. (2018.), *Intelligent transport systems standards*, Boston: Artech House.
69. Wiseman, Y. (2014.), *Autonomous vehicles*, Israel: Bar-Ilan University.
70. Yunlihong Industrial & Trade Co. (2022.), *Znate li ove uobičajene aktivne i pasivne sigurnosne sustave?*, preuzeto 06. lipnja 2024. s <https://hr.hbylh.com/info/do-you-know-these-common-78733874.html>
71. Zelenika, R. (2001.), *Prometni sustavi: tehnologija, organizacija, ekonomika, logistika, menadžment*, Rijeka: Ekonomski fakultet u Rijeci.

72. Zhao, T., Ahmed, Q., Rizzoni, G. (2018.), Influence of battery charging current limit on the design of range extender hybrid electric trucks [e-publikacija], preuzeto s <https://ieeexplore.ieee.org>

POPIS SLIKA

Slika 1. Prvi automobil	5
Slika 2. Električni kamion	15
Slika 3. Smještaj akumulatorskih baterija.....	16
Slika 4. Autonomno vozilo	18
Slika 5. BMW Group code of ethics	34
Slika 6. Hyperloop.....	39
Slika 7. RoboTaxi Verne	41



Zagreb



petra.vrhovski@gmail.com

Petra Vrhovski

Ekonomski fakultet u Zagrebu
Trgovina i međunarodno poslovanje

Radno iskustvo

2024 - sadašnjost **CROATIA OSIGURANJE**

Administrativni poslovi

- Provjera vlasništva imovine, pisanje i slanje opomena
- Reaktivacija zadužnica
- Prikupljanje podataka o klijentima, ažuriranje baza podataka
- Rad u ISCO programu

2023 (srpanj - listopad) **ASSA ABLOY**

Administrativni poslovi

- Izrada personalnih mapa zaposlenika
- Vođenje evidencije dokumentacije
- Prikupljanje dokumentacije
- Ostali administrativni poslovi (kopiranje, skeniranje..)

2022 - sadašnjost **VUGLEC BREG** - restoran, vinarija i pansion "

Team-building asistent

- Organizacija, izrada plana i programa za sudionike team-buildinga za grupe od 20 - 100+ sudionika
- Koordinacija i komunikacija sa sudionicima
- Vođenje sportskih i kreativnih sadržaja (*olimpijada starih sportova, natjecanja u preciznosti i timskom kuhanju*)
- Pomoćni poslovi vezani uz arhiviranje dokumentacije

2017 - 2018 **OMCO Croatia**

Ljetni posao u odjelu financija i komercijale

- Izrada narudžbenica
- Unos podataka
- Pomoćni poslovi vezani uz arhiviranje dokumentacije



Zagreb



petra.vrhovski@gmail.com

Obrazovanje

2018 - 2024 **Ekonomski fakultet u Zagrebu**

- Trgovina i Međunarodno poslovanje

2014 - 2018 **Srednja škola Krapina**

- Komercijalist

Vještine

- MS Office (Word, Excel, PowerPoint)
- Društvene mreže
- Proaktivnost i analitičnost

Jezik

Engleski  B2

Slovenski  B1

Njemački  A2