

# Primjena umjetne inteligencije u transportu

---

Valeš, Jasminka

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:148:651100>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Repository / Repozitorij:

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



Jasminka Valeš

**PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U  
TRANSPORTU**

ZAVRŠNI RAD

Jasminka Valeš

**PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U  
TRANSPORTU**

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Zagrebu  
Ekonomski fakultet - Zagreb

Kolegij : Informatika  
Mentor : prof. dr.sc. Ivan Strugar  
Broj indeksa autorice: 85K06

Zagreb, 15. travnja, 2021.

JASMINKA VALES

Ime i prezime studentice

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ZAVRŠNI RAD

(vrsta rada)

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.

Studentica:

U Zagrebu, 15. 04. 2021.

Vales

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Svrha rada.....	1
1.2. Cilj rada .....	1
1.3. Metode istraživanja .....	2
2. ELEMENTI LOGISTIKE .....	3
2.1. Logistika.....	3
2.2. Podjela logistike .....	6
2.3. Transport kao dio logistike.....	8
3. UMJETNA INTELIGENCIJA I TRANSPORT .....	11
3.1. Razvoj umjetne inteligencije (UI) .....	11
3.1.1. Povijest razvoja UI.....	11
3.1.2. Strojno učenje.....	14
3.2. Primjena UI u transportu .....	16
3.2.1. ITS .....	18
3.2.2. RFID TAG.....	19
3.2.3. GPS.....	21
4. UTJECAJ UMJETNE INTELIGENCIJE NA TRANSPORT .....	24
4.1. Izazovi koje savladava umjetna inteligencija.....	24
4.1.1. Sigurnost.....	24
4.1.2. Pouzdanost .....	26
4.1.3. Efikasnost .....	26
4.1.4. Očuvanje okoliša .....	27
4.2. Rješenja upravljanja prometom.....	27
4.3. Nove tehnologije u transportu .....	28
4.3.1. Autonomna vozila .....	28
4.3.2. Dronovi i zračni promet .....	33
4.3.3. Željeznički promet.....	35
4.4. Planiranje.....	36
4.5. Predviđanje.....	37
4.6. Rutiranje .....	38
5. STAV JAVNOSTI O PRIMJENI UMJETNE INTELIGENCIJE U TRANSPORTU .....	39
6. ZAKLJUČAK .....	44
POPIS LITERATURE .....	48

POPIS SLIKA .....	52
POPIS TABLICA.....	52
POPIS GRAFIKONA .....	52

# **1. UVOD**

U uvodnom poglavlju definirani su i opisani svrha i ciljevi rada te metode izrade.

## **1.1. Svrha rada**

Umjetna inteligencija sve je prisutnija u svakodnevnom životu: koristi se u različitim područjima, od programa za prepoznavanje teksta na papiru do obavljanja kompleksnijih zadataka, kao što je automatizirana vožnja automobila. Umjetna inteligencija ubrzano postaje sve važnija ne samo u poslu, nego i u drugim sferama života suvremenog čovjeka, a može se reći da su područja njene primjene neograničena. Sustavi umjetne inteligencije bave se analizom podataka te pokretanjem i izvršavanjem aktivnosti s određenim stupnjem autonomije. Takvi sustavi iziskuju unošenje velikog broja podataka, a s većim brojem podataka njihov rad postaje pouzdaniji.

Učinci primjene umjetne inteligencije povećavaju konkurentnost poduzeća, podižu razinu usluge i povećavaju kvalitetu. Iz tog je razloga za konkurentnost i održivi gospodarski rast važno da se tehnologije umjetne inteligencije učine široko dostupnima, i to ne samo za tehnološki sektor. Svrha ovog rada je istražiti mogućnosti korištenja umjetne inteligencije u transportu i njen učinak u maksimiziranju iskoristivosti resursa i zadovoljstvu krajnjeg potrošača, te u smanjenju troškova i, posljedično, povećanju prihoda.

## **1.2. Cilj rada**

Umjetna inteligencija ne pomaže samo prilikom prijevoza nego i u kombinaciji s robotikom uspješno zamjenjuje ljudski neproduktivni rad u transportu i skladištenju. Cilj rada je prikazati kako korištenje umjetne inteligencije u transportu utječe na povećanje efikasnosti i efektivnosti logističkih aktivnosti te kako implementacija umjetne inteligencije u poslovanju utječe na efikasnost sveukupnog poslovanja poduzeća.

U radu će se putem ankete ispitati mogućnosti koje pružaju tvrtke u Republici Hrvatskoj koje se bave područjem umjetne inteligencije te će se istražiti na koji način se tehnologije umjetne inteligencije primjenjuju u području transporta, s fokusom na važnost primjene sustava za praćenje vozila.

### 1.3. Metode istraživanja

Teorijski dio rada temelji se na analizi sekundarnih izvora podataka, odnosno na relevantnim znanstvenim i stručnim člancima i drugim publikacijama koje se bave problematikom primjene umjetne inteligencije u poslovanju, posebno u transportu. Istraživački dio rada temelji se na rezultatima ankete koja je provedena u sklopu rada. S obzirom na navedeno, u radu će se koristiti sljedeće istraživačke metode:

- metoda deskripcije (opisivanje činjenica, procesa, pojmova i predmeta te njihovih obilježja),
- metoda komparacije (postupak kritičkog razmatranja, tj. uspoređivanja i utvrđivanja sličnosti između određenih entiteta i pojava),
- metoda analize (rašćlanjivanje određenih tvrdnji, zaključaka i sl. na njihove sastavne dijelove),
- metoda sinteze (povezivanje jednostavnijih tvrdnji, modela ili zaključaka u složenije i općenitije sustave),
- metoda prikupljanja podataka iz sekundarnih izvora (interni podaci iz dostupne literature),
- deduktivno-logička metoda (na temelju općih spoznaja potvrđenih u praksi utemeljuju se vlastite pojedinačne spoznaje i zaključci i potvrđuju inducirani zaključci),
- metoda prezentiranja i interpretacije rezultata istraživanja (metoda grafičkog prikaza pomoću ilustracija - slikovni, tablični i grafikonski prikazi),
- induktivna metoda (na temelju pojedinačnih činjenica ili saznanja formuliraju se nove spoznaje i zaključci),
- metoda anketiranja (analiza prikupljenih podataka).



## 2. ELEMENTI LOGISTIKE

Ovo poglavlje bavi se logistikom, definira se i opisuje pojam logistike, ciljevi, uloga i značaj logistike u gospodarstvu, odnosno u obavljanju gospodarske djelatnosti te se navode vrste i dijelovi logistike, a unutar tog okvira opisuje se i transport kao dio logistike.

### 2.1. Logistika

Termin “logistika” (njem.: *Logistik*, franc.: *logistique*) izvorno dolazi iz grčkog jezika u kojem označava “umijeće računanja”, odnosno podrazumijeva praktičnu vještinu računanja, što je različito od aritmetike, koja je zapravo teorija brojeva. Šire značenje logistike u antičkoj Grčkoj podrazumijeva filozofski kontekst u kojem logistika označava “nauk o onim sustavima znakova s pripadnim operacijskim pravilima koji se mogu tumačiti logički, odnosno uvrštavanjem logičkih kategorija i odnosa” (Zelenika i Pupovac, 2001.). U širem smislu, logistika se, u ovom svom izvornom, antičkom značenju, odnosi i na “nauk o formalnim pretpostavkama metalogike” (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

Prema Rječniku hrvatskoga jezika (2001.), logistika podrazumijeva “ukupnost znanja i tehničkih sredstava, obično za strateško i drugo djelovanje vojske”, dok izvan vojnog diskursa, logistika podrazumijeva “opskrbeništvo”, odnosno, u ekonomskom diskursu, “fizičku distribuciju proizvoda”. U svom širem značenju, logistika se odnosi na potporu, odnosno pomoć (Rječnik hrvatskoga jezika, 2001.), koja je potrebna za nesmetano odvijanje određene aktivnosti. U 21. stoljeću logistika se razvija kao globalna disciplina, posebno transportna logistika.

Izraz “logistika” se kasnije najčešće koristi u vojnom kontekstu, i to kao francuski izraz “logis”, što znači “stožer” (Zelenika i Pupovac, 2001.). Kao pojam korišten u vojnoj terminologiji, logistika se definira kao “djelatnost i znanstvena disciplina koja se bavi organizacijom pokreta, smještaja i opskrbe vojnih jedinica u ratu i miru, odnosno planiranjem, nabavom, skladištenjem, raspodjelom, održavanjem, evakuacijom i razmještajem materijalnih sredstava; kretanjem, izvlačenjem i hospitalizacijom osoblja; izgradnjom, održavanjem i sanacijom građevnih objekata; organizacijom prehrane i kupanja vojnika, pranja i čišćenja odjeće, mrtvozorništva i sl.” (Hrvatska enciklopedija, 2021.) Sredinom 20. stoljeća logistika, kao djelatnost i kao pojam, izlazi iz okvira vojnog diskursa i ulazi u druge sfere čovjekova djelovanja te dolazi u gospodarski i znanstveni fokus. Posebno se razvija 60-ih i 70-ih godina 20. stoljeća, te 80-ih

godina kada je na području Zapadne Europe uvedena poslovna logistika, kao posljedica stanja u kojem je ponuda dobara bila znatno manja od potražnje. (Rihtarić i Šafran, 2017.)

Razvoj suvremene logistike potaknut je ponajprije globalizacijom i procesima koji iz nje proizlaze, a posebno složenošću međusobnih veza između proizvođača, dobavljača i kupaca. Nastankom globalnog tržišta materijala, usluga i proizvoda, javila se i potreba za centralizacijom skladištenja zaliha i centralizacijom informacija. Sve to uzrokovalo je dodatne poteškoće u operativnom praćenju tijekova dobara i usluga, pa su logistika i logistički lanci postali znatno kompleksniji, a planiranje i upravljanje istima postalo je još zahtjevnije. Poslovni uspjeh i konkurentnost suvremenog poduzeća, na globalnom tržištu, zahtjeva nove ideje i inovativnost, jer klasični oblici borbe u tržišnoj utakmici više nisu dovoljno učinkoviti.

Ostvarivanje konkurentske prednosti zahtjeva od kompanije da posveti pažnju svakom pojedinom području poslovanja, od prodaje, distribucije, pa do poslovne logistike, koja je u cijelom tom procesu postala jedan od ključnih čimbenika. U tom smislu, također je važno ići u korak s najnovijim globalnim trendovima; nagli razvoj i rast prometa te nove tehnologije zahtijevaju stalno usavršavanje i otkrivanje, osmišljavanje i implementiranje novih logističkih pristupa te izradu i ulaganje u razne projekte čijom će se realizacijom pokušati otkloniti postojeći problemi u prometu.

Ciljevi suvremene logistike su smanjenje logističkih troškova, racionalizacija broja skladišta, novi programi usluga potrošačima, integracija toka proizvoda i usluga i sl. U današnje vrijeme, pomoću tehnologije, logistika povezuje ljude i proizvodne kapacitete te da bi se nosila sa sve većim izazovima i ostvarila svoje ciljeve, logistici više nisu dovoljna klasična marketinška načela „četiri P“ - eng. „four Ps“: *product* (proizvod), *price* (cijena), *promotion* (promocija) i *place* (mjesto isporuke), već ta načela logistika nastoji dopuniti sa novim načelima, „tri R“ (eng. „three Rs“) – *reliability* (pouzdanost), *responsiveness* (ažurnost) i *relationships* (partnerske veze).

Pouzdanost isporuke vrlo je važan čimbenik u opskrbnom lancu jer utječe na sigurnost opskrbe proizvodnje i trgovine i na smanjenje zaliha robe u skladištu. Na prvo mjesto svake logističke strategije mora se staviti pouzdanost. Ažurnost isporuke je usko povezana sa zahtjevima potrošača za pouzdanost. Kašnjenje isporuke može prouzročiti zastoje u proizvodnji ili prodaji. Od dobavljača se traži da isporučuje brzo, uz najveću moguću fleksibilnost. Kako navodi Cooper (1994.): „U doglednoj budućnosti brzina će biti najvažnija konkurentska pretpostavka na mnogim tržištima.“

Fizička distribucija proizvoda prije je, tradicionalno, bila predmet prodaje i marketinga. Poslovi pronalaženja dobavljača (engl. *sourcing*) i opskrbe (engl. *procurement*) bili su zadatak odjela nabave. Međutim, suvremeni pogled na logistiku stavlja naglasak na pojam opskrbnog lanca. Opskrbni lanac bi trebao biti polazište konkurentne prednosti i potencijala. Logistika preuzima poslove upravljanja materijalom i proizvodima što u velikoj mjeri rasterećuje poslove nabave i prodaje, koji se mogu više usmjeriti na poslove same nabave i prodaje, promocije, traženja najboljih dobavljača itd. Još 90-ih godina prošlog stoljeća trgovci maloprodaje iz zapadnih zemalja su među prvima prepoznali mogućnosti primjene informacijske tehnologije i utjecaj globalizacije na poslove.

Usljed novih zahtjeva koje pred kompanije i organizacije stavlja suvremeno tržište i suvremeni načini poslovanja, razvile su se nove strateške odrednice suvremene logistike, a one su sljedeće: razumijevanje i ispunjenje zahtjeva korisnika, odnosno kvaliteta proizvoda ili usluge, optimizacija logističkog lanca, optimizacija troškova, životni ciklus proizvoda te održivost koncepta, dok su najvažniji čimbenici suvremene logistike brzina isporuke, pouzdanost isporuke i čvrsta partnerska veza među sudionicima u marketinškom kanalu. U tom zahtjevnom poslovnom okruženju, najvažniji element suvremene logistike je logistička strategija koja podrazumijeva vještinu upravljanja i kontrole operacija koje se odnose na ostvarivanje logističkih ciljeva (Šamanović, 2009.).

Da bi logistika ostvarila svoje ciljeve, treba sinkronizirati cjelokupni fizički tok koji mora biti u stalnoj interakciji s drugim klasičnim funkcijama poduzeća, predstavljajući aktivnu vezu između poduzeća i njegove okoline (Šamanović, 2009.). Strateške odluke koje se provode putem logističkih strategija su integriranje sudionika distribucijskog kanala u opskrbi lanac, planiranje i kontrola zaliha, dislokacija proizvodnje i unapređenje usluga kupcima. Logistička strategija nije samo sredstvo za rješavanje nastalih problema, već i izvor različitih inventivnosti (Šamanović, 2009.). Logistika nudi rješenja i pronalazi nove strategije čak i za probleme koji nisu isključivo logističke prirode. Klasični pristup logističke strategije temelji se na gledanju logistike kao i na druge funkcije u poduzeću poput marketinga, nabave, prodaje, proizvodnje i sl., dakle kao dio poslovnog sustava poduzeća. Zbog toga i logistička strategija treba biti sastavni dio cjelokupne strategije poduzeća.

Zbog utjecaja okoline logistička strategija nije više samo dio cjelokupne strategije poduzeća, već postaje spajajuća snaga i ključni čimbenik pri nastupu poduzeća na tržištu (Šamanović, 2009.). U prijevodu, logistička strategija povezuje ostale strategije i koristi ih kao sredstvo za

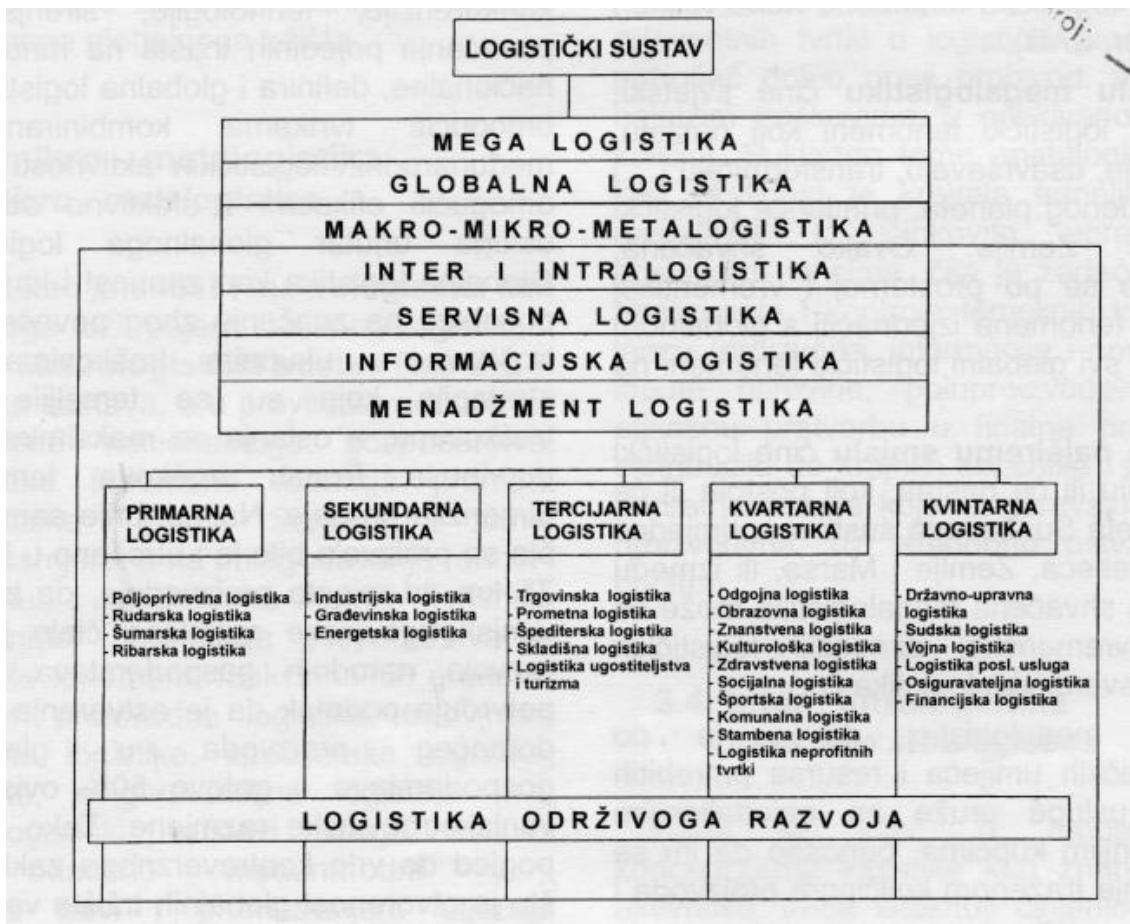
ostvarivanje svojih ciljeva. „Njena je glavna uloga da sinkronizira sveukupni fizički protok i to u krajnjoj interakciji sa svim klasičnim funkcijama poduzeća tvoreći aktivan međuspoj između poduzeća i okoline“ (Cooper, 1994).

## 2.2. Podjela logistike

Logistika se može promatrati i kao znanstvena disciplina i kao stručna djelatnost, jer se odnosi i na jedno i na drugo. Logistika se kao djelatnost bavi organizacijom, opskrbom i optimizacijom ljudi, roba, usluga, materijala, uređaja i dr. s ciljem osiguravanja potpore određenim aktivnostima i projektima, odnosno svladavanjem problema prostora i vremena, uz snižavanje troškova i poboljšanje kvalitete logističkih procesa, pružanje dodatnih usluga i zaštitu okoline, dok se u znanstvenom smislu logistika definira kao znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem logistike kao djelatnosti, odnosno zakonitosti planiranja, organiziranja, upravljanja i kontroliranja tokova osoba, roba, usluga, energije, informacija i dr. (Zelenika i Pupovac, 2001.)

Kao zasebna znanstvena disciplina, logistika se oslanja na sljedeća načela i već priznate discipline kao što su: pouzdanost, cijena efektivnosti, sistem inženjering, efektivnost sistema, integralna logistička podrška, kibernetika, razne statističke metode, račun vjerojatnosti, operacijska istraživanja. Kao stručna djelatnost, logistika se danas, u najširem smislu, dijeli na mikrologistiku i makrologistiku. Mikrologistika podrazumijeva logistički sustav unutar poduzeća ili organizacije, u kojem se vrše nabava, proizvodnja te prodaja i distribucija, dok makrologistika podrazumijeva niz mikrologističkih sustava povezanih u cjelinu na razini većeg područja, kao što je određena regija, država i sl.

Kada je riječ o logističkim sustavima i podsustavima (Slika 1.) isti se dijele na: megalogistiku, kao skup logističkih aktivnosti i znanja, zakona i teorija logističkih fenomena velikih razmjera; globalnu logistiku, koja se fokusira na globalno tržište; metalogistiku, koja podrazumijeva sustave između mikrologistike i makrologistike, s naglaskom na suradnji i partnerstvu kompanija i organizacija s ciljem podjele odgovornosti u logističkim procesima; interlogistiku i intralogistiku, koje se bave internim i intralogističkim poslovnim funkcijama; servisnu logistiku, koja podrazumijeva skup aktivnosti s ciljem osiguravanja obećane usluge i kvalitete krajnjem korisniku, informacijsku logistiku, koja osigurava dotok i protok podataka i informacija, *management* logistiku, koja osigurava razvoj učinkovitog sustava upravljanja (menadžmenta) te logistiku održivog razvoja (Zelenika i Pupovac, 2001.).



Slika 1. Podsustavi logističkog sustava

Izvor: Zelenika i Pupovac, 2001.

Poslovna logistika podrazumijeva:

- logistiku nabave,
- logistiku proizvodnje te
- logistiku prodaje i distribucije (što se odnosi na već spomenutu mikrologistiku).

Posljednjih desetljeća logistika je ostvarila najveći napredak u svojoj povijesti, kao važan čimbenik gospodarskog razvoja i uspjeha, a posebno je u tom smislu važna transportna logistika. Transportna logistika bavi se organizacijom i optimizacijom prijevoza robe i ljudi s ciljem ispunjenja zahtjeva kupaca ili korisnika uz najmanje moguće troškove. Sastoji se od:

- procesa planiranja,
- implementiranja te

- kontrole toka robe, informacija i financijskih sredstava, u procesu dopremanja robe do krajnjih korisnika.

Pomoću transportne logistike osiguravaju se uvjeti potrebni za pokretanje proizvodnih i poslovnih procesa te distribuciju proizvoda. “Djelovanje transportne logistike, s pomoću odgovarajućih elemenata, proizvodi transportno logističku uslugu i omogućuje obavljanje transportnih aktivnosti. Služi odabiranju odgovarajuće vrste prometa (cestovni, željeznički, zračni, pomorski ili riječni), pripremi prijevozne dokumentacije, dogovaranju termina prijevoza i dr. U uskoj je vezi s otpremništvom (špedicijom).” (Rihtarić i Šafran, 2017.)

### **2.3. Transport kao dio logistike**

Transport (prema lat. *transportare*, što znači “prenositi”, “prevesti”) podrazumijeva prijevoz, odnosno prijenos, ljudi, roba, stvari, podataka i dr., pomoću prijevoznih sredstava ili na drugi način. Zelenika i sur. (1998.) opisuju transport kao “specijalizirana djelatnost koja pomoću prometne suprastrukture i prometne infrastrukture omogućuje proizvodnju prometne usluge”, pri čemu, prevozeći ljude, dobra i energiju od točke A do točke B, transport djeluje kao aktivnost koja svladava prostorne i vremenske udaljenosti (Zelenika, Jakomin i Lipičnik, 1998.). Kao takav, transport je vrsta prometa, pri čemu je, dakle, promet širi pojam od transporta, iako se ponekad shvaćaju kao sinonimi: promet u najširem smislu podrazumijeva odvijanje odnosa među ljudima, u nešto užem smislu referira se na ekonomsko-financijsku kategoriju, dok se u najužem smislu odnosi na prijevoz ili transport te komunikacije (Zelenika, Jakomin i Lipičnik, 1998.).

Najvažnije vrste prometa, u najužem smislu (odnosno transporta) su: pomorski promet, željeznički ili tračni promet, cestovni i zračni, zatim poštanski i telekomunikacijski, te riječni, jezerski, kanalski, žičarski, cjevovodni i gradski promet (Zelenika, Jakomin i Lipičnik, 1998.). Svaka od navedenih vrsta (detaljnije opisano u Tablici 1.) ima brojne podvrste, i također, svaka od tih vrsta može biti:

- interna ili eksterna, te
- međunarodna, globalna i dr.

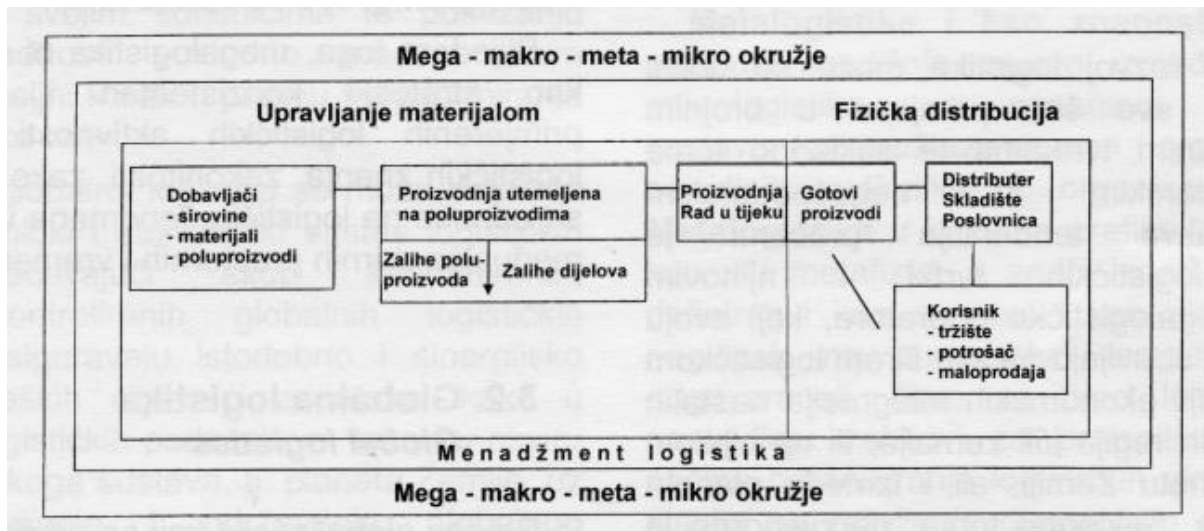
Tablica 1. Vrste prometa i transporta

<b>VRSTA PROMETA</b>	<b>VRSTA TRANSPORTA</b>	<b>GDJE SE ODVIJA</b>	<b>ČIME SE ODVIJA</b>
<b>Pomorski</b>	Transport ljudi, životinja i roba	Na moru (zahtjeva izgradnju morskih luka)	Raznim vrstama brodova i drugim plovilima
<b>Željeznički ili tračni</b>	Transport ljudi, životinja i roba	Na samo posebno izrađenim putevima – željezničkim kolosijecima i tračnicama	Samo posebno napravljenim vučnim i vučnim sredstvima koja mogu prometati na željezničkoj mreži
<b>Cestovni</b>	Transport ljudi, životinja i roba	Po umjetno izgrađenim cestama i putovima	Raznim vrstama cestovnih vozila (motornim, električnim, zaprežnim, biciklima) ili pješice
<b>Zračni</b>	Transport ljudi, životinja i roba	U zraku (zahtjeva izgradnju zračnih luka)	Letjelicama (avionima, helikopterima)
<b>Poštanski</b>	Transport pisama, brzjava, paketa (roba)	U umjetno kreiranom poštanskom sustavu	Raznim vrstama vozila te pomoću kurira (poštara)
<b>Telekomunikacijski</b>	Transport znakova, signala, pisanog teksta, slika, zvučnika, priopćenja	U eteru, po izgrađenim žičanim sustavima	Putem žičanih, svjetlosnih ili drugih elektromagnetskih sustava
<b>Riječni</b>	Transport ljudi, životinja i roba	Plovnim rijekama (zahtjeva izgradnju pristaništa)	Raznim vrstama plovila (brodovima, tegljačima, šlepovima)
<b>Jezerski</b>	Transport ljudi, životinja i roba	Plovnim jezerima (zahtjeva izgradnju pristaništa)	Raznim vrstama plovila
<b>Kanalski</b>	Transport ljudi, životinja i roba	Na umjetno prokopanim kanalima	Raznim vrstama plovila
<b>Žičarski</b>	Transport ljudi i roba	Po umjetno izgrađenom sustavu žičara s terminalima	Telekabinama, žičarskim sjedalicama
<b>Cjevovodni ili cijevni</b>	Transport nafte, naftnih derivata, plina, vode, ugljena i dr. tereta	Po umjetno izgrađenim cijevima s terminalima	Plinoviti, tekući i sipki tereti prenose se cijevima
<b>Gradski</b>	Transport ljudi, životinja i roba	Po umjetno izgrađenim cestama i putovima	Cestovnim i tračničkim vozilima

Izvor: Zelenika, Jakomin i Lipičnik, 1998.

Kao dio logistike, transport je “specijalizirana djelatnost koja s pomoću prometne suprastrukture i infrastrukture omogućuje prijevoz robe i ljudi te znatno utječe na karakteristike pružanja cjelovite logističke usluge” (Rihtarić i Šafran, 2017.). Transport je dio čitavog opskrbnog lanca logistike, od prijevoza materijala i sirovina do mjesta proizvodnje, zatim preko prijevoza proizvoda do skladišta, sve do distribucije, odnosno prijevoza proizvoda do mjesta

prodaje, pri čemu transportna logistika osigurava izbor najpovoljnije rute prijevoza. “Dobro organiziran transportni sustav pruža bolju učinkovitost obavljanja transportnih usluga, smanjuje troškove te povećava kvalitetu usluge, a može povećati i konkurentnost transportiranoga proizvoda.” (Rihtarić i Šafran, 2017.)



Slika 2. Uloga transporta u sustavu upravljanje materijalom, fizičkom distribucijom i logistikom

Izvor: Zelenika i Pupovac, 2001.

Kao ključni dio logistike, transport obuhvaća do dvije trećine ukupnih logističkih troškova, pri čemu se tu ubrajaju troškovi samog prijevoza, zatim troškovi pretovara, skladištenja, upravljanja zalihama, distribucije, carinskog zastupanja i dr. (Rihtarić i Šafran, 2017.). Ovaj većinski udio koji transport ima u ukupnim troškovima logistike najbolje ilustrira važnost samog transporta kao dijela logistike, odnosno najbolji je argument u prilog teze da je transport ključni segment u logističkom sustavu i procesu.

Razvoj transporta koji se događa u suvremenom dobu, posebno uz razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija, snažno je utjecao i na sveukupni razvoj logistike te je sve jasnije koliko veliku ulogu logistika ima u povećanju efikasnosti i efektivnosti. “Premda je logistika dugo bila zapostavljena kao čimbenik efikasnosti i efektivnosti odvijanja procesa kretanja proizvoda, usluga i informacija, unutar i između poslovnih pothvata istoga ili različitih narodnih gospodarstava, danas logističke aktivnosti predstavljaju jedno od najvažnijih područja povećanja efikasnosti i efektivnosti poslovnih pothvata i narodnih gospodarstava, a logistički sustavi postaju sve složeniji...” (Zelenika i Pupovac, 2001: 99).



### **3. UMJETNA INTELIGENCIJA I TRANSPORT**

U ovom poglavlju riječ je o umjetnoj inteligenciji u kontekstu transporta te se opisuje razvoj umjetne inteligencije, odnosno povijest razvoja umjetne inteligencije i strojno učenje, kao jedan od ključnih procesa (odnosno jedna od ključnih disciplina) u stvaranju umjetne inteligencije, a zatim se opisuje primjena umjetne inteligencije u transportu (ITS, RFID TAG i GPS).

#### **3.1. Razvoj umjetne inteligencije (UI)**

U ovom poglavlju će nakon opisa povijesti razvoja umjetne inteligencije biti riječi o strojnom učenju, kao konceptu koji čini temelj stvaranja i razvoja umjetne inteligencije.

##### **3.1.1. Povijest razvoja UI**

Umjetna inteligencija (skraćeno UI, engl. *Artificial Intelligence*, skr. AI) je dio informatike, odnosno računalne znanosti, “koji se bavi razvojem sposobnosti računala da obavljaju zadaće za koje je potreban neki oblik inteligencije”, odnosno, razvojem sposobnošću računala da ono uči, zaključuje, da se snalazi u novim prilikama, da razumije ljudski jezik, da prepoznaje različite prizore i dr. (Hrvatska enciklopedija, 2021.) Odnosno, “umjetna inteligencija može se odrediti kao sposobnost naprave da izvrši funkcije koje se uobičajeno povezuju s ljudskom inteligencijom, kao što su zaključivanje, učenje te samonapredovanje” (Matić i Matić, 2020.).

Također, umjetna inteligencija može podrazumijevati svojstvo bilo kojeg neživog sustava da se ponaša na način kao da posjeduje inteligenciju, odnosno svojstvo računala da obavlja određene radnje kao inteligentan sustav. Iako se u svakodnevnom govoru i široj, popularnoj percepciji, umjetna inteligencija najčešće povezuje s robotima koji pričaju, kreću se poput ljudi i obavljaju određene “ljudske” radnje, ustvari umjetna inteligencija obuhvaća puno širi spektar sustava i strojeva/uređaja, a roboti su tek jedan mali dio golemog područja koji obuhvaća umjetna inteligencija (a vrlo često roboti niti nemaju umjetnu inteligenciju već se ona prije svega odnosi na složena računala).

Smatra se da neki umjetni sustav ima inteligenciju, odnosno umjetnu inteligenciju, ako zadovoljava sljedeće kriterije:

- ako pokazuje prilagodljivo ponašanje,

- ako može učiti na temelju iskustva,
- ako može održavati, nadopunjavati i koristi određene baze znanja (odnosno velike količine znanja),
- ako komunicira s čovjekom, te, ono što je u novije vrijeme posebno zanimljivo,
- ako sustav pokazuje svojstva svjesnosti, što je zapravo odlika koja ga možda najviše od svih ostalih odlika čini najbližim čovjeku.

Ključne funkcije inteligentnoga sustava su sljedeće (Hrvatska enciklopedija, 2021.): prikupljanje i obrada informacija, interakcija s radnom okolinom, komunikacija s čovjekom ili s drugim inteligentnim sustavima, prikupljanje i obrada znanja, zaključivanje te planiranje. Inteligentni (računalni) sustavi primarno su dizajnirani tako da su specijalizirani za određene radnje, odnosno područja djelovanja (suprotno tome, ljudska inteligencija podrazumijeva čovjekovu sposobnost da istovremeno obavlja različite inteligentne aktivnosti i funkcije).

Kao znanost, umjetna inteligencija je mlada znanstvena grana, no temelji se na brojnim “starim” znanostima i disciplinama, a posebno se to odnosi na psihologiju, matematiku, lingvistiku, biologiju, filozofiju, logiku i kognitivne znanosti. No, iako se umjetna inteligencija smatra idejom novog doba, neki začeci tog koncepta mogu se pronaći u pradavnim mitovima, kao što je mit o Golemu te u drugoj literaturi koja seže daleko u čovjekovu povijest. Ipak, u praktičnom smislu, razvoj umjetne inteligencije kakvu danas znamo započeo je u drugoj polovici 20. stoljeća, paralelno s pojavom i počecima razvoja digitalnih računala.

Među prvim teoretičarima umjetne inteligencije je glasoviti Alan M. Turing, britanski matematički genije, filozof i otac modernog računarstva, najpoznatiji po svom kriptanalitičarskom radu, čime je doprinio u okončanju Drugog svjetskog rata. Prvi računalni program za koji se smatra da se temelji na konceptu umjetne inteligencije je *The Logic Theorist* iz 1955. godine. Sam izraz “umjetna inteligencija” nastao je 1956. godine na kongresu koji je održan na Darmouth Collegeu te koji je okupio prve stručnjake i znanstvenike koji su se počeli sustavno baviti istraživanjem i općenito problematikom umjetne inteligencije. Kongres je organizirao John McCarthy, koji je autor osnovnoga programskog jezika umjetne inteligencije nastalog 1958., pod nazivom LISP. McCarthyja se danas smatra začetnikom umjetne inteligencije. (Hrvatska enciklopedija, 2021.)

60-ih godina 20. stoljeća ubrzava se razvoj umjetne inteligencije, razvija se računalni šahovski program koji može igrati ovu kompleksnu igru na razini šahovskog majstora (napredna verzija

ovog programa, slavni Deep Blue, nekoliko će desetljeća kasnije, 1997. godine, čak i pobijediti čovjeka u šahu, i to svjetskog prvaka, G. Kasparova). Sredinom 60-ih razvijen je i stroj koji je na temelju rezolucije ima sposobnost donositi logičke zaključke te počinje razvoj slavnog sustava Dendral. Početkom 70-ih razvija se programski jezik PROLOG te sustav MYCIN, prvi ekspertni inteligentni sustav koji je mogao biti primijenjen u rješavanju konkretnog problema, točnije, u ovom slučaju radilo se o sustavu koji je dijagnosticirao bakterijske infekcije u krvi te je na temelju dijagnoze mogao preporučiti terapiju, odnosno način liječenja. (Hrvatska enciklopedija, 2021.)

Nešto kasnije, ovakav i slični sustavi, kako bi se proširila baza njihova znanja, umreženo je u prvu umjernu neuronsku mrežu, računalo pod nazivom Connection Machine. Svi ovi dosezi u umjetnoj inteligenciji impresivni su i nastavljaju se ubrzano razvijati, posebno posljednjih desetljeća, odnosno u 21. stoljeću, kada je taj proces obilato potpomognut razvojem informatičkih i drugih tehnologija. No, stupanj umjetne inteligencije koji se naziva *jakom umjetnom inteligencijom*, što, prema Turingovoj klasifikaciji koja umjetnu inteligenciju dijeli na slabu i jaku, podrazumijeva stupanj umjetne inteligencije koji omogućuje računalu/stroju da razmišlja na isti način kao i čovjek, još nije dosegnut (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

Ipak, to ne umanjuje dosadašnji napredak na području umjetne inteligencije, a brojni autori postavljaju pitanje do koje je granice zapravo uopće moguće da se umjetna inteligencija razvije (i je li, samim time, moguće postići jaku umjetnu inteligenciju), odnosno, veliki broj stručnjaka se slaže u tome da je zapravo nemoguće odrediti točnu granicu gdje umjetna inteligencija počinje kao takva postojati (Matić i Matić, 2020.). “(...) u određivanju pojma nužno je navesti da se pojam umjetne inteligencije vezuje uz računala u funkciji određene obrade podataka i donošenja zaključaka, time da je jasno da je UI stvorio čovjek, kao program slobodan ili vezan uz određeni hardver. Kada se govori o UI-ju mora se voditi računa da se isključivo razmatra racionalna intelektualna funkcija čovjekovog postupanja i zaključivanja, odnosno kognitivni proces” (Matić i Matić, 2020: 53).

Umjetna inteligencija jedna je od sedam dragocjenih novih, moćnih sastavnica 4. industrijske revolucije. To su redom: 1. umjetna inteligencija, 2. robotika, 3. nanotehnologija, 4. internet stvari (Internet of Things, IoT), 5. autonomna vozila, 6. kvantna računala i 7. 3D tisak (ispis u tri dimenzije) (Prister, 2019: 67).

### 3.1.2. Strojno učenje

Strojno učenje (eng. machine learning) je postupak, odnosno proces, kreiranja algoritama i programiranja računala tako da računala optimiziraju neki kriterij uspješnosti na temelju podatkovnih primjera ili prethodnog iskustva (Dalbelo Bašić i Šnajder, 2015.). Strojno učenje je, prema tome, grana umjetne inteligencije i kao takvo se predstavlja jedno od trenutno najaktivnijih i područja računarstva, prije svega zbog gotovo neograničenih mogućnosti primjene. Primjerice, strojno učenje koristi se kod programa i sustava za raspoznavanje uzoraka, kod dubinske analize podataka, u programiranju računalnog vida, i općenito u robotici, te bioinformatici, računalnog lingvistici i drugdje.

Strojno učenje je zapravo logičan slijed razvoja računala: u prošlosti su računala mogla odrađivati samo ono za što su bila programirana, a strojno učenje omogućuje korak naprijed – da stroj može prikupljati znanje stečeno na temelju (prošlih) iskustava. Drugim riječima, strojno učenje omogućuje računalu da samo poboljšava svoj rad. Računala odnosno algoritmi koja koriste strojno učenje, već su u toliko širokoj primjeni, da se može reći da je suvremeni pojedinac svakodnevno okružen algoritmima koji funkcioniraju putem strojnog učenja. Primjerice, Google na temelju strojnog učenja poboljšava preciznost rezultata pretraživanja, na Facebooku se svakom korisniku prikazuju točno određene objave drugih korisnika, medijski članci i reklame, ovisno o njegovim preferencijama, interesima i dosadašnjem ponašanju na mreži, što je također rezultat strojnog učenja.

Na isti princip funkcioniraju i preporuke na Netflixu, i drugim sličnim servisima i aplikacijama koji na temelju korisničkih transakcija mogu “shvatiti” ponašanje korisnika i na temelju toga korisniku davati preporuke – jedan od najboljih primjera za ovo je i davanje književnih preporuka na platformi Goodreada, gdje računalo na temelju “saznanja” o navikama čitatelja, može “shvatiti” koje su preferencije čitatelja te to znanje koristiti u formiranju daljnjih preporuka za svakog pojedinog čitatelja, ali i u formiranju zaključaka na temelju usporedbe različitih djela, što omogućuje da računalo (program, aplikacija) ne samo preporučuje knjige korisniku na temelju knjiga koje je korisnik čitao, nego i da prikaže čitatelju preporuke i na temelju knjiga koje su čitali drugi korisnici i njihovih preporuke (to u praksi izgleda ovako: “Korisnici kojima se svidjela knjiga X također preporučuju knjigu Y.”).

Strojno učenje koristi se i kod samovozećih automobila koji prate objekte iz okruženja i koriste te podatke da bi poboljšali svoje vozačke sposobnosti, zatim kod digitalnih pomoćnika koji koriste strojno učenje da bi unaprijedili tehnologiju prepoznavanja govora (PC Chip, 2018.) i

dr. Također, strojno učenje primjenjuje se i u zdravstvu, iako je to još uvelike na eksperimentalnoj razini (primjerice, u programima koji predviđaju tijek zdravstvenog stanja, pa i životni vijek osobe na temelju njenih životnih navika, a čak se počinje s korištenjem strojnog učenja u dijagnostici – računalo prikuplja podatke, kao što su rezultati nalaza, rendgenskih i drugih snimaka i ostalih informacija o pacijentu i na temelju toga donosi dijagnozu, ili čak u skladu s tim preporučuje i terapiju. Strojno učenje također je našlo široku primjenu u poslovnom svijetu, u poboljšanju rada korisničkim službi, primjerice, ali i u samom menadžmentu, u procesu praćenja i realizacije projekata, radnih zadataka i sl.

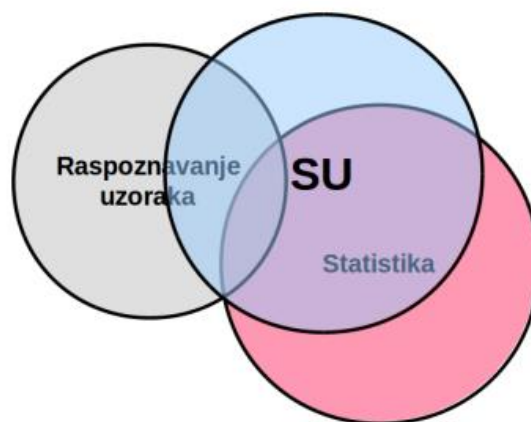
Strojno učenje primjenjuje se ponajviše u sljedećim slučajevima (Dalbelo Bašić i Šnajder, 2015.):

- kada postoje složeni problemi za čije rješavanje nisu dostatni ljudi, odnosno za koje ne postoji ljudsko znanje o samom procesu ili ljudi ne mogu dati potpuno objašnjenje procesa, primjerice, u slučaju raspoznavanja ljudskog govora; drugim riječima, to su uglavnom problemi koje nije moguće riješiti na klasičan algoritamski način

- kada postoji ogromna količina podataka koje je potrebno selektirati na osnovu određenih kriterija, primjerice, ovo je čest slučaj u procesima detektiranja relevantnih informacija (znanja) u skupovima podataka (eng. data mining),

- u sustavima koji se dinamički mijenjaju, zbog čega je potrebna brza prilagodba na nove uvjete rada, primjerice, kod prilagodbe korisničkih sučelja i sl.

Strojno učenje je interdisciplinarna aktivnost, koja se najvećim dijelom temelji na statističkim podacima i procesima raspoznavanja uzoraka, kako je prikazano na sljedećoj slici.



Slika 3. Interdisciplinarnost strojnog učenja

Izvor: Dalbelo Bašić i Šnajder, 2015.

S obzirom na sve navedeno, jasno se uočava poveznicu između strojnog učenja i umjetne inteligencije, drugim riječima, “strojno učenje je okosnica umjetne inteligencije” (Dalbello Bašić i Šnajder, 2015.): sve discipline povezane s umjetnom inteligencijom – robotika, raspoznavanje govora/uzoraka, obrada podataka/jezika, pretraživanje informacija, kreiranje umjetnih neuronskih mreža i dr. – temelje se na strojnom učenju.

Temeljni procesi od kojih je strojno učenje sačinjeno su *generalizacija* i *učenje*. Generalizacija se odnosi na *zaključivanje* (eng. generalization) na temelju uzoraka (statistike), a učenje se temelji na *procjenjivanju* (eng. estimation). Kod primjene strojnog učenja u dubinskoj analizi podataka, odnosno u procesima otkrivanja znanja u skupovima podataka (eng. knowledge discovery in datasets), riječ je o implementaciji strojnog učenja (umjetne inteligencije) u aktivnosti pretraživanja ogromnih baza podataka, u različitim djelatnostima, primjerice, u trgovini (analiza potrošačke košarice, CRM), financijama (analiza kreditne sposobnosti klijenta, analiza uporabe kartica s ciljem detekcije zlouporabe), proizvodnji (optimizacija, troubleshooting) telekomunikacijama (optimizacija usluga), bioinformatici (analiza izražajnosti gena, poravnavanje), u text miningu (klasifikacija teksta, ekstrakcija informacija), u djelatnostima i procesima koji se temelje na računalnom vidu (prepoznavanje lica, praćenje vozila) te, kako je već spomenuto, u medicini (dijagnostika).

Brojni stručnjaci smatraju da je idući korak razvoja i primjene strojnog učenja svakako “duboko učenje”, odnosno pristup strojnom učenju na temelju neuronskih mreža i velike količine podataka (što je već moguće zbog postojanja ogromne količine podataka na internetu, koju generiraju korisnici (eng. user-generated content) (Dalbello Bašić i Šnajder, 2015.).

### **3.2. Primjena UI u transportu**

Transport je jedno od prvih i najširih područja primjene umjetne inteligencije. S obzirom na kompleksnost djelatnosti transporta i brojna područja koja transport obuhvaća, isti je oduvijek predstavljao jedno od područja koja su prva implementirala najnovije tehnologije i inovacije, pa je tako i sada, kada je riječ o umjetnoj inteligenciji. U postupku je primjene sustav nadziranja vozača osobnih automobila, kako bi se prevenirali događaji i postupci koji mogu izazvati prometnu nezgodu, primjerice, ako je vozač pospan, umoran, uznemiren ili pod utjecajem opijata i sl.

Drugim riječima, radi se o tehnologiji koja će moći procijeniti u kakvom je emocionalnom stanju vozač, odnosno posvećuje li maksimalnu pažnju vožnji, a ukoliko uređaj/sustav ocijeni da to nije slučaj, izdat će glasovno upozorenje vozaču kojim će povećati mogućnost da vozač osvijesti svoje stanje i napravi pauzu, ili, ako je potrebno, nazove pomoć.

Ovaj sustav, pod nazivom Automotive AI, koji je kreirala kompanija Affectiva, razvijen je na principu strojnog učenja: sustav je “treniran” tako što je promatrao više od 6 milijuna lica kako bi na temelju toga mogao prepoznati različite emocije i stanja (Jurman, 2018.). Također, jedan od sustava nadzora vozača je i sustav koji prepoznaje korištenje mobitela/pametnog telefona u vožnji – čime se ugrožava i sam vozač, ali i ostali sudionici u prometu – što je zapravo svojevrsni nastavak priče o sustavima koji prepoznaju prekomjernu brzinu i sl.

No, u ovom slučaju, sustav ima i dodatnu opciju, pa osim mjerenja brzine, te bilježenja podataka o vozilu (kao što je registracijski broj, ili fotografija automobila i vozača i sl.), ova tehnologija, uz pomoć umjetne inteligencije, prepoznaje situacije u kojima vozač koristi mobitel ili tablet te sustav zatim tu snimku šalje u centar, ljudskom operateru, koji potom pristupa rješavanju problema, odnosno operater najprije procjenjuje radi li se doista o prekršaju te, ako ustanovi da to jest prekršaj, prosljeđuje snimku nadležnima tijelima, najčešće prometnoj policiji. Prvo testiranje ovog sustava obavljeno je 2019. godine u New South Walesu, u Australiji, pri čemu je snimljeno oko 8 i pol milijuna vozila od čega je kod 104.000 njih utvrđeno korištenje mobitela, pametnog telefona ili tableta za vrijeme vožnje (Dmitrović, 2019.)

“Statistika je zanimljiva. Većina prekršaja zabilježena je na prometnicama na kojima je brzina ograničena, dakle tamo gdje se vozi sporije. Vozači podjednako koriste mobitel i danju i noću. 15 posto prekršitelja vozilo je teška vozila, što predstavlja veću opasnost po ostale sudionike u prometu. U 85 posto slučajeva vozač je bio sam u vozilu, što bi sugeriralo da suvozač preuzima komunikaciju ako je prisutan. Zanimljiva je raspodjela načina korištenja: 4 posto vozača je telefoniralo, 28 posto slalo poruke, 25 posto je naprosto držalo mobitel u ruci, a 43 posto ga je držalo u krilu, da im bude pri ruci.” (Dmitrović, 2019.) Prema ovim podacima može se vidjeti koliko precizan i učinkovit sustav nadzora koji se temelji na umjetnoj inteligenciji može biti, posebno kada je riječ o prometu.

Nadzor stanja vozača te sustav koji detektira korištenje mobilnih uređaja u vožnji, samo su neke od sada već brojnih, i sve brojnijih, vijesti o načinima na koje se umjetna inteligencija upotrebljava u transportu, a među inovacijama na tom području svakako je jedna od najvećih i najpoznatijih razvoj autonomnih automobila, odnosno automobila kojima ne upravljaju ljudi

već upravljanje u potpunosti preuzimaju sustavi umjetne inteligencije. Sustavi koji upravljaju autonomnim automobilima donose procjene u djeliću sekunde, što je ključna sposobnost za sigurnost vožnje.

“Kao rezultat mreža elektroničkih upravljačkih jedinica trebala bi doseći računalni kapacitet od stotina bilijuna operacija u sekundi, a to je slično radnom učinku koji postiže najmanje šest sinkroniziranih, iznimno naprednih radnih stanica sa stolnim računalima. Iz Boscha poručuju da je za poticanje stvarnosti, gdje bi se automatizirana vožnja kvalitetno integrirala kao dio prometne infrastrukture, potrebna raznolika i funkcionalno sigurna arhitektura sustava, a kako navigacija u gradskom prometu znači krucijalan segment uspostavljanja ovog sustava, potrebna je i visoko postavljena ljestvica za tražene performanse umreženih elektroničkih upravljačkih jedinica. Jedna takva mreža elektroničkih upravljačkih jedinica spremna je upravljati svim vrstama senzora iz okoline, a samo jedan videosenzor spreman je proizvesti i 100 gigabajta podataka u samo jednom kilometru.” (Tominac, 2018.)

U sklopu ovoga poglavlja objasniti će se neki od najčešćih pojmova koji se koriste kada je riječ o upotrebi umjetne inteligencije u transportu, a to su *radiofrekventna identifikacija* (RFID TAG) te *globalni položajni sustav* (GPS, eng. global positioning system).

### 3.2.1. ITS

Inteligentni transportni sustavi/sustavi (ITS) podrazumijevaju niz aplikacija, uređaja, odnosno infrastrukturne opreme te usluga “koji omogućuju upravljačku i informacijsko-komunikacijsku nadgradnju klasičnoga sustava prometa i transporta” (Mandžuka, Hrvatska tehnička enciklopedija, 2017.). Ovi sustavi povećavaju učinkovitost prijevoza, povećavajući također i sigurnost transporta, što je posebno važno kod prijevoza putnika, a za gospodarstvo i robe, uz druge pozitivne učinke, primjerice, značajno doprinose smanjenju onečišćenja okoliša koje transport uzrokuje.

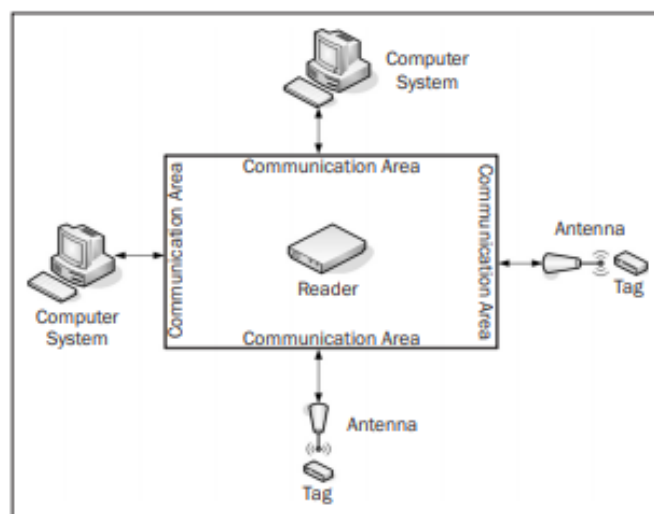
Inteligentni transportni sustavi temelje se na principu inovativnog korištenja postojeće prometne infrastrukture, primjerice, efikasnije koriste raspodjelu prostora i vremena transporta, efikasnije implementiraju druge sustave i uređaje vezane uz promet, prometnice i vozila, zatim, harmoniziraju prometne tokove tako što se automatski prilagođavaju preporučenoj brzini vozila, načinu komuniciranja između infrastrukture i sudionika u prometu i dr.



Ovi sustavi najčešće se primjenjuju u automatskom upravljanju prometom, zatim u upravljanju prometnom potražnjom, te u aktivnostima pružanja informacija putnicima i vozačima, kao i kod procesa planiranja putovanja i sl. “Organizaciju tih sustava opisuje ITS arhitektura koja uključuje njihove ključne komponente, odnose među njima i prema okolini, te načela dizajniranja i razvoja. Za velike sustave, od kojih se zahtijeva mogućnost budućeg razvoja i proširenja, nužno je osigurati kompatibilnost, proširivost, interoperabilnost, integrativnost i normiranost. Na razini EU-a pokrenut je niz istraživačko-razvojnih projekata iz toga područja u sklopu Okvirnih programa FP 6 i 7, te aktualnog Obzora 2020.” (Mandžuka, Hrvatska tehnička enciklopedija, 2017.)

### 3.2.2. RFID TAG

RFID TAG je skraćenica termina “radio-frequency identification” i „transponder (od transmitter + responder)“, a riječ je o relativno novoj tehnologiji koja se koristi u praćenju i identifikaciji proizvoda uz pomoć radio valova. Posebne oznake na proizvodu, “RFID TAG oznake”, omogućuju prijenos informacija radio valovima koje očitava elektronički uređaj (čitač), čime se omogućuje skeniranje proizvoda, pomoću ugrađenih čipova, na daljinu. Cijela RFID TAG tehnologija temelji se na radio valovima, kao osnovnom mediju. Jedan od sustava koji primjenjuje ovu tehnologiju je i, primjerice, EPC sustav, odnosno *eletronic product code*, koji je rezultat UPC-a, odnosno univerzalnog proizvodnog koda (*universal product code*). (Matovina, 2020.) RFID TAG sustav sastoji se od oznake (eng. tag), čitača, atene, i računala, odnosno računalnog sustava u koji je integriran softver (čitačko sučelje) te baza podataka.



Slika 4. Pojednostavljeni prikaz RFID TAG sustava

Izvor: Mishra i Mishra, 2010.



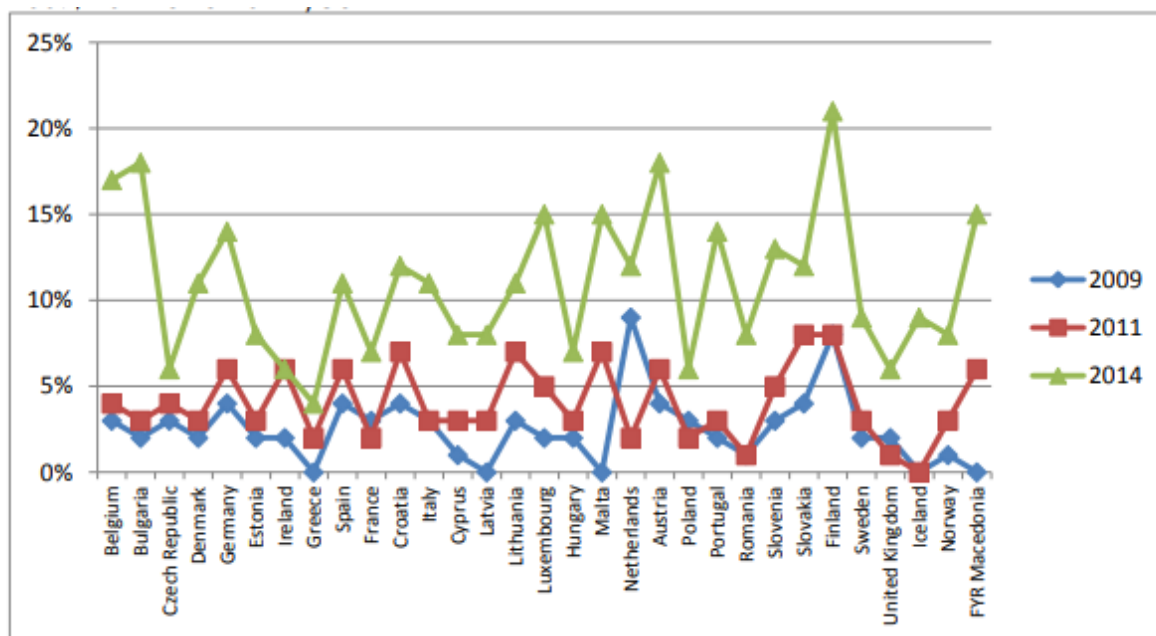
Slika 5. RFID TAG oznaka

Izvor: 123RF.com, 2021.

Ova tehnologija razvijena je 1948. godine, no u širu je uporabu ušla nakon što ju je počeo upotrebljavati trgovački lanac Wal-Mart u SAD-u (Spekman i Sweeney, 2006.). RFID TAG tehnologiju i danas najviše koriste veliki trgovački lanci, no ova je tehnologija našla primjenu i u drugim djelatnostima i industrijama, u zdravstvu, financijama, proizvodnji, poljoprivredi, te posebice u transportu i logistici (Zoroja, Klopotan i Šimićević, 2015.). Koliko je ova tehnologija važna u ovim, ali i brojnim drugim djelatnostima, pokazuju istraživanja prema kojima se vidi kako je korištenje RFID TAG tehnologije konstantno u porastu.

Konkretno, prema podacima Eurostata za 2009., 2011. i 2014. godinu, može se vidjeti porast broja korisnika RFID TAG tehnologije (u istraživanje se kao korisnici uključene tvrtke) u većini europskih zemalja (Grafikon 1.)

Grafikon 1. Dinamika upotrebe RFID TAG tehnologije u europskim zemljama



Izvor: Eurostat, 2014.

Grafikon pokazuje postotak kompanija koje koriste RFID TAG tehnologiju za svaku navedenu zemlju te se vidi kako je rast od 2009. do 2011. bio vrlo blag, dok je od 2011. do 2014. godine

rast bio znatno veći, a taj se trend nastavio i dalje (Zoroja, Klopotan i Šimićević, 2015.). U trgovini, RFID TAG tehnologija omogućuje poboljšani nadzor zaliha, štedi vrijeme u procesu kontrole skladišta i distribucije te općenito poboljšava kvalitetu opskrbnog lanca, a koristi se ne samo u veleprodaji nego i u maloprodaji.

U avioindustriji, primjerice, upotreba RFID TAG tehnologije sve je veća, i to ponajprije u odjelima za nadzor prtljage te općenito u segmentu pružanja usluga putnicima, ali i u odjelima sigurnosti, i sl. Točnije, RFID TAG tehnologija koristi se i u razvoju e-putovnica (eng. e-passport), praćenju djece i osoba s posebnim potrebama, radi njihove zaštite, u, kako je već spomenuto, evidenciji i kontroli protoka prtljage, nadzoru održavanja različitih sustava zračne luke i dr. (Mishra i Mishra, 2010.). Načini na koje se RFID TAG tehnologija koristi u zračnom prometu, u većini se slučajeva na vrlo sličan način može koristiti, i koristi se, i u drugim vrstama prometa.

Primjerice, RFID TAG tehnologija značajno je ubrzala procese i aktivnosti u pomorskom prometu, točnije u poslovima koji se obavljaju u trajektnim i brodskim lukama. U prvom redu, to se odnosi na prodaju karata i kontrolu putnika, jer RFID TAG tehnologija, između ostaloga, omogućuje jednostavniju i sigurniju identifikaciju putnika. Tako su brojne svjetske brodske kompanije uvele različite načine i tehnike korištenja RFID TAG tehnologije, primjerice, postavljanjem vodootpornih narukvica koje putnicima omogućuju da brzo i jednostavno obavljaju procese provjere, identifikacije, verifikacije i sl., ali i olakšava korištenje brodskih usluga. U lučkom prometu, RFID TAG tehnologija uvelike ubrzava kontrolu prometa robe, a ne samo što te procese čini jednostavnijim i bržim, nego značajno poboljšava i sigurnost (Mišković, Ristov i Markić, 2016.). Implementacija RFID TAG tehnologije u poslovanje provodi se u fazama, od izrade analize za opravdanost postupka primjene do izračuna troškova i rizika, što je sve zapravo faza pripreme, do, potom, implementacije, kojoj obično prethodi testna faza u kojoj se na manjem uzorku testira primjena kako bi se na vrijeme uočili, i prevenirali, eventualni problemi i nedostaci.

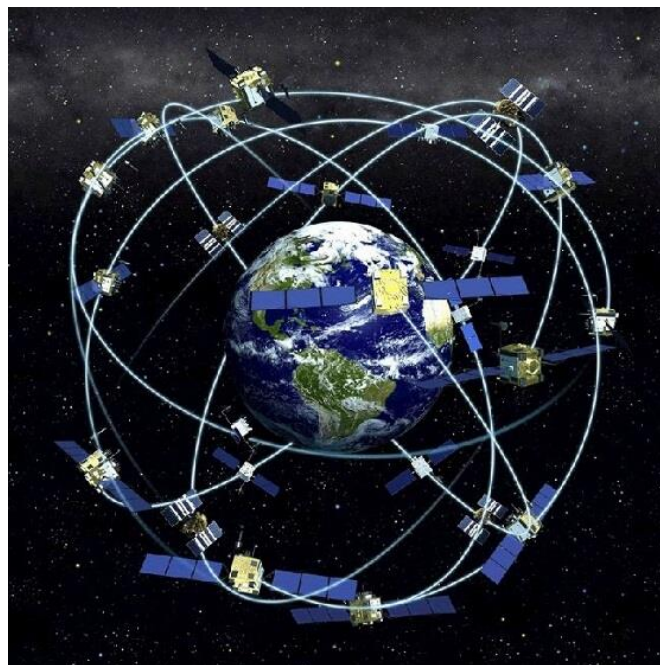
### **3.2.3. GPS**

GPS tehnologija, odnosno tehnologija globalnog položajnog sustava, posebno je važna u transportu, odnosno prometu. Kao prvo, pojava GPS tehnologije u potpunosti je promijenila način navigacije. GPS sustav je satelitski radionavigacijski sustav kojim se određuje položaj nekog objekta na Zemlji, ili blizu nje. Pomoću GPS-a korisnik može odrediti sve tri koordinate

svoga položaja, unutar jedinstvenog globalnog koordinatnog sustava koji čine umjetni sateliti koji kruže oko Zemlje i odašilju na Zemlju kodirane radiosignale. Odnosno, to su podaci o trenutačnom položaju satelita i vremenu odašiljanja.

Ovaj dio GPS-a je satelitski segment sustava, a uz to postoje još i kontrolni segment sustava te korisnički segment sustava. *Kontrolni segment sustava* čine postaje na zemlji koje vrše precizna mjerenja te tako utvrđuju položaj satelitske postaje koje preciznim mjerenjima utvrđuju položaj satelita i prate ih, a *korisnički segment sustava* čine prijammnici korisnika koji, najčešće u kompaktnom kućištu, sadržavaju antenu, radioprijamnik i računalo. (Hrvatska enciklopedija, 2021.)

Jedan od najpoznatijih GPS-a je NAVSTAR/GPS (engl. Navigation System with Time and Ranging), a riječ je o američkom sustavu koji je primarno razvijen za potrebe vojske, a kasnije se koristi u civilnoj uporabi. Ovaj sustav čini trenutno 31 satelit, a svaki od njih obiđe Zemlju svakih 12 sati. Prvi satelit ovoga sustava lansiran je 1978., 1995. godine ostvarena je puna konstelacija koja sustav čini danas. Pet zemaljskih postaja prati položaj satelita ovog sustava. Uz američki, tu su i GPS sustavi iz Rusije (GLONASS), zatim europski Galileo, kineski Beidou i dr. (Matulja, Jedretić i Hadjina, 2016.)



Slika 6. Ilustracija konstelacije GPS satelita oko Zemlje

Izvor: NOAA/Atalayar, 2020.

GPS tehnologija primjenjuje se u sve više djelatnosti, kao što je već spomenuto, u navigaciji je donijela revoluciju, a potom i u geodeziji i drugim djelatnostima i sustavima, kao što su

telekomunikacijski ili geoinformacijski sustav, globalna računalna mreža i dr. U transportu, odnosno prometu, GPS ima posebnu važnu ulogu i danas je već implementiran ne samo u navigaciji brodova već i zrakoplova, cestovnih vozila, ali i svemirskih letjelica koje se nalaze u Zemljinoj orbiti.

Također, GPS se koristi u orijentaciji osoba u prostoru, primjerice, koriste ga planinari, istraživači i sl., ali i šira populacija danas već svakodnevno koristi GPS tehnologiju koja je implementirana u pametne telefone i druge slične uređaje. GPS u kombinaciji s elektroničkom kartom omogućuje automatsko upravljanje vozilima, odnosno plovilima, letjelicama. (Hrvatska enciklopedija, 2021.)



Slika 7. Korištenje GPS sustava u navigaciji u cestovnom prometu

Izvor: Ford/Atalayar, 2020.

U logistici i prometu, osim za navigaciju, GPS tehnologija najviše se koristi u sustavima prikupljanja podataka o mobilnosti, odnosno o kretanju točno određenih subjekata, no kada je riječ o izdvajanju podataka o učestalosti putovanja i prijeđenih udaljenosti, ova se tehnologija suočava s određenim nedostacima, kao što je problem koji nastaje zbog vremenske udaljenosti između trenutka kada je ostvaren prijem signala do trenutka kada taj podatak stiže do lokacije na kojoj se vrši prva faza popravljivanja eventualnih grešaka (Lopez i sur., 2016.). Stoga, s obzirom na činjenicu da se i u logistici i u prometu kompanije i organizacije uglavnom oslanjaju na GPS, ali i druge oslanjanje na satelitske sustave, “traže se dopune i alternative GPS sustavu, to jest satelitskim sustavima pozicioniranja uopće” jer GPS je “u cjelini vrlo osjetljiv (moguća ometanja, isključenja i sl.) i pod stalnim je vojnim nadzorom” (Lušić, Kos i Krile, 2008.).

## **4. UTJECAJ UMJETNE INTELIGENCIJE NA TRANSPORT**

U sklopu ovoga poglavlja razmotriti će se najvažniji pozitivni aspekti korištenja umjetne inteligencije, optimalna rješenja problema koji se javljaju u procesu upravljanja prometom, potom primjena novih tehnologija u transportu te procesi planiranja, predviđanja i rutiranja.

### **4.1. Izazovi koje savladava umjetna inteligencija**

Kao što je već spomenuto, umjetna inteligencija primijenjena u transportu, primjerice, kod autonomnih automobila ili kao pomoć vozaču, doprinosi sigurnosti i pouzdanosti procesa upravljanja vozilom, povećava efikasnost te doprinosi očuvanju okoliša. Svaki od ovih aspekata bit će posebno razmotren u sklopu ovoga poglavlja. Konkretno, kada je riječ o transportu, umjetna inteligencija ima veoma široku primjenu i drastično mijenja način na koji se transport odvija, a u prvom redu primjena umjetne inteligenciju prometu dovela je do evolucije (i revolucije) u sigurnosti prometa i njegovoj učinkovitosti.

#### **4.1.1. Sigurnost**

Sigurnost je jedno od temeljnih načela i ciljeva svih vrsta transporta, odnosno prometa općenito, bilo da se radi o transportu ljudi, životinja i roba ili pak informacija i podataka. U ovom kontekstu sigurnost podrazumijeva stanje u kojem su osobe, životinje, dobra i informacije lišeni svake vrste ugroženosti. Prometna sigurnost, kao posebno područje sigurnosti, je “svojstvo nekoga prometnoga sustava izraženo brojem prometnih nezgoda, opsegom njihovih posljedica, ili sličnim pokazateljima (npr. odnosom broja poginulih u prometnim nezgodama i broja stanovnika ili prijeđenih kilometara)” (Hrvatska enciklopedija, 2021.).

U tom smislu, svaki oblik prometa ima određen stupanj sigurnosti, koji se određuje najčešće tako što se uzima u obzir udio poginulih osoba u ukupnom zbroju određenih parametara, kao što su ukupno prijeđeni kilometri. Prema tim mjerenjima, početkom 21. stoljeća u razvijenim je europskim zemljama najsigurniji bio željeznički promet, na drugom je mjestu prema sigurnosti zračni, slijede autobusni, trajektni te je na kraju ljestvice po stupnju sigurnosti promet osobnim automobilima. Izraženo u brojkama, željeznički je promet bio sigurniji od zračnoga oko 1,5 puta, te dvostruko sigurniji od autobusnog, četiri puta sigurniji od trajektnog i čak 35 puta sigurniji od prometa osobnim automobilima. (Hrvatska enciklopedija, 2021.)

Kao što se može zaključiti iz navedenoga, u Europi je početkom 21. stoljeća najopasniji, odnosno najnesigurniji oblik prijevoza bio prijevoz osobnim automobilom.

Na globalnoj razini, 2010. godine ukupno je u cestovnom prometu poginulo oko 1,3 milijuna ljudi, od čega njih 85 posto u slabije razvijenim zemljama, što se objašnjava lošijom kvalitetom cesta, ali i samih vozila (zbog slabije kupovne moći, većina ljudi u slabije razvijenim zemljama voze starije automobile i sl.). Može se reći da sigurnost u prometu, gledano na razini zemalja i globalno, uvelike ovisi o standardu neke države, pa je u zemljama s većim BDP-om i znatno sigurniji prijevoz, zbog kvalitetnije infrastrukture (cesta), kvalitetnije edukacije, kvalitetnijih automobila i dr.

“Ekonomska šteta zbog cestovnih nezgoda procjenjuje se na približno 1 do 2 posto društvenoga bruto proizvoda, pa razvijenije države ulažu u napredne prometne tehnologije, zamjenu zastarjelih prometala, gradnju sigurnijih cesta, uklanjanje opasnih dijelova cestovne mreže (tzv. crne točke), svekoliku primjenu informatičke i komunikacijske tehnologije i dr. Uz aktivnosti na povećanju prometne kulture, učinkovit prometni nadzor i pooštrenje kazni, to je razlogom stalnoga porasta sigurnosti cestovnoga prometa tih država.” (Hrvatska enciklopedija, 2021.)

Prema uzrocima, nezgode u cestovnom prometu svrstavaju se u tri temeljne skupine:

- prvu skupinu čine nezgode koje su uzrokovali sudionici u prometu,
- drugu skupinu čine nezgode čiji su uzrok prometala (vozila), a
- treću skupinu čine nezgode čiji su uzrok same prometnice.

Sudionici u prometu, odnosno vozači i pješaci, najčešći su uzrok nezgoda, odnosno zauzimaju čak dvije trećine nezgoda - ljudske pogreške uzrokuju 95 nezgoda. Na drugom mjestu, sa po manje od 10 posto udjela, po učestalosti u izazivanju nezgoda u cestovnom prometu, su prometnice, a na posljednjem prometala, odnosno neispravna vozila ili drugi problemi vezani uz vozila. Vozači izazivaju najviše nezgoda u cestovnom prometu, i to zbog nepažnje u vožnji, koja može biti uzrokovana umorom, korištenjem opijata, i dr., zatim zbog nepoštivanja prometnih pravila, u prvom redu prava prednosti, zatim zbog prebrze vožnje i dr.

Upravo zbog činjenice da se najveći broj nesreća u prometu događa upravo u cestovnom prometu te da većinu tih nezgoda uzrokuje nepažnja ili neodgovornost vozača, sustavi umjetne inteligencije i strojnog učenja velikim se dijelom ponajprije implementiraju u uređaje i općenito tehnologije koje se razvijaju s ciljem smanjenja broja nezgoda na cestama, ponajprije tako što kontroliraju aktivnost vozača i služe kao asistent u vožnji (upozoravaju na opasnost na cesti, na

eventualni umor vozača, prekoračenje brzine i sl.). U tom smjeru razvijaju se i potpuno autonomna vozila koja zasada, iako i ona mogu uzrokovati nezgodu na cesti, pokazuju znatno manju sklonost izazivanju nezgoda nego ljudi. Odnosno, umjetna inteligencija na različite načine doprinosi sigurnosti u prometu, i to ne samo cestovnom, nego i svim vrstama prometa, odnosno transporta.

#### **4.1.2. Pouzdanost**

Osim sigurnosti, jedno od temeljnih načela (i ciljeva) transporta je pouzdanost – svrha prijevoza je da pruži uslugu putnicima (i ostalim korisnicima) na način koji zadovoljava potrebe i očekivanja istih. To znači da korisnici moraju imati povjerenja u prijevoznika. Pouzdanost podrazumijeva ostvarivanje prostornih (dolazak na zacrtani cilj) i vremenskih ciljeva (točnost u polasku i dolasku), te općenito zaštitu ljudi, životinja i dobara koji se prevoze, odnosno dostojanstva, imovine i interesa korisnika.

Primjena umjetne inteligencije u prometu također doprinosi smanjenju gužvi na cestama, a treba napomenuti i to, što je možda jedna od najvažnijih aspekata primjene ove tehnologije, i da ona povećava pouzdanost vozila na način koji omogućuje upravljanje vozilima i osobama starije životne dobi ili osobama koje imaju određena fizička ograničenja (Martinić, 2019.).

#### **4.1.3. Efikasnost**

Efikasnost, ili učinkovitost, podrazumijeva sposobnost postizanja rezultata, odnosno djelotvornost i uspješnost u obavljanju određene djelatnosti ili aktivnosti, a u ekonomiji, odnosno u obavljanju gospodarske djelatnosti (što transport velikim dijelom jest), efikasnost podrazumijeva i kapacitet proizvodnje, odnosno proizvodnost, ili stupanj korisnog djelovanja (Rječnik hrvatskoga jezika, 2001.)

Sustavi umjetne inteligencije koji podižu razinu učinkovitosti direktno utječu na kvalitetu poslovnog procesa, bilo da je to transport ili neka druga djelatnost. Takozvani “pametni proizvodi” koji, zahvaljujući tehnologijama koje se temelje na umjetnoj inteligenciji, uz maksimalnu uštedu resursa daju najveći mogući rezultat, omogućuju radikalno povećanje efikasnosti.



#### **4.1.4. Očuvanje okoliša**

Osim što, primjerice kod automatiziranih automobila, primjena umjetne inteligencije rezultira smanjenjem prometnih nesreća (jer autonomni automobili zahvaljujući tehnologiji koja se temelji na umjetnoj inteligenciji, pronalaze najoptimalniji put do odredišta, predviđajući pritom opasnosti i prepreke, kao i udaljenosti), ova tehnologija uvelike doprinosi i očuvanju okoliša. Za početak, upotreba umjetne inteligencije u transportu doprinosi smanjenju stakleničkih plinova i smanjenju zagađivanja zraka (Martinić, 2019.), kao i smanjenju potrošnje resursa (goriva i dr.).

## **4.2. Rješenja upravljanja prometom**

Upravljanje prometom postaje sve zahtjevnija djelatnost, s obzirom na razvoj prometa posljednjih desetljeća, ali i s obzirom na činjenicu da je došlo i do ubrzanog rasta i razvoja ekonomije, turizma, urbanizacije, kao i procesa vezanih uz globalizaciju i dr., što sve zajedno utječe na povećanje potreba za prometom i transportom. Također, porast standarda doveo je do veće dostupnosti prometnih usluga, ne samo za kompanije već i za širu javnost, odnosno "ljudima postaje sve dostupno u vrlo kratkom vremenu, što je dovelo do povećanja prometa do te mjere da klasično upravljanje prometom postaje neodrživo" (Baričević, 2019.), stoga je potrebno povećati kvalitetu upravljanja prometom te donijeti nova rješenja u ovom segmentu

U većini zemalja za upravljanje prometom nadležno je Ministarstvo unutarnjih poslova, odnosno prometna policija te druge institucije koje sudjeluju u prometnim djelatnostima (uprave za ceste i sl.). Sve te institucije svakodnevno se suočavaju s novim izazovima i zahtjevima suvremenog prometa te moraju donositi i/ili implementirati nova rješenja u upravljanju prometom, a pritom je umjetna inteligencija jedna od najčešće korištenih sustava. "Kako bi se promet i dalje odvijao optimalnom protočnošću u današnje vrijeme, neophodna je upotreba umjetne inteligencije u upravljanju, nadzoru i optimizaciji prometa, odnosno upotreba inteligentnih transportnih sustava" (Baričević, 2019.).

### **4.3. Nove tehnologije u transportu**

Kao što je već navedeno, transport je jedna od djelatnosti koja je pri samom vrhu ljestvice kada je riječ o raširenosti korištenja novih tehnologija, u koje se ubraja i umjetna inteligencija, na kojoj se, uostalom, veliki dio novih tehnologija i temelji. „Pružatelji logističkih usluga počinju se oslanjati na tehnologiju kako bi poboljšali učinkovitost. Softver, web portali i mobilna računala osiguravaju besprijekoran protok inteligencije u stvarnom vremenu. Korištenje tehnoloških rješenja pomoglo je pružateljima usluga da uspješno upravljaju vremenom, rutama i troškovima“ (Petar, Valeš, Kurti, 2020 : 560). U ovom dijelu rada posebna pažnja bit će posvećena autonomnim vozilima, dronovima i zračnom prometu te željezničkom prometu, kao područjima primjene umjetne inteligencije, odnosno novih tehnologija.

#### **4.3.1. Autonomna vozila**

Autonomna vozila su ona vozila koja su u mogućnosti obavljati sve funkcije koje imaju i standardna vozila, ali za čije upravljanje nije potreban čovjek, odnosno, to su vozila koja se pokreću samostalno (autonomno), neovisno o ljudskoj intervenciji. Drugim riječima, to su “vozila koja su sposobna spoznati svoje okruženje i djelovati u njemu bez ljudskoga faktora” (Vučina, 2020: 3). Ova vozila temelje se na tehnologiji koja kombinira senzore i napredne upravljačke sustave, što “omogućuje kretanje od polazišta do zadanog odredišta uz minimalno sudjelovanje čovjeka ili u potpunosti bez njega” (Anderson i sur., 2016: 6).

Smatra se da je povijest razvoja autonomnih vozila započela u Japanu 1977. godine kada je kompanija Tsukuba razvila svoje vozilo, a pioninom automobilske robotike smatra se Ernst Dickmanns koji je sa svojim timom osamdesetih godina prošlog stoljeća razvio vozilo koje je bilo moguće kontrolirati putem računala, odnosno putem računalnih naredbi “baziranim na procjeni slikovnih sekvenci u realnom vremenu dobivenih kamerom” (Opačić, 2007: 114). Dickmanns nije koristio GPS tehnologiju već je za potrebe navigacije ovog vozila razvio posebnu tehnologiju rekonstrukcije prostora i vremena u trodimenzionalnom obliku (posebna vrsta računalne vizije).

Devedesetih godina Dickmanns predstavlja dva nova modela vozila na daljinsko upravljanje koji su imali brojne napredne funkcije, poput promjene staze i automatskog pretjecanja drugih vozila na cesti. Također, jedno od ta dva vozila prvi je put prešlo veću udaljenost, točnije, udaljenost od 1758 kilometara ceste od Münchena u Njemačkoj do Odensea u Danskoj pri čemu je vozilo potpuno autonomno odvozilo čak 95 posto te udaljenosti: “najduži autonomno

odvoženi dio puta iznosio je 158 km, a najviša postignuta brzina bila je 175 km/h” (Opačić, 2007: 114). Bio je to svojevrsni početak komercijalizacije autonomnih vozila te su velika istraživanja nastavljena u SAD-u, u suradnji s europskim stručnjacima.

Tehnologija koja omogućuje autonomnu vožnju najviše se u početku ipak razvija u okvirima vojske, odnosno za vojne potrebe. Poseban napredak na ovom području ostvaruje se implementacijom GPS tehnologije i drugih novih tehnologija koje su uskoro razvijene. Danas je tehnologija na kojoj se temelji razvoj autonomnih automobila dosegla značajan napredak, u mjeri u kojoj je sve izglednije da će doći do fundamentalnih promjena u cestovnom prometu. Iako postoje određene bojazni oko utjecaja i općenito korištenja autonomnih vozila, posve je jasno da ova vrsta vozila ima ogromne prednosti, i ekonomske i ekološke i brojne druge.

S obzirom na razinu autonomnosti, autonomna se vozila dijele u različite kategorije. Različiti autori i organizacije navode različiti broj kategorija, koji se kreće od četiri do šest ili čak sedam kategorija, no u načelu kriteriji razlikovanja kategorija su uvelike slični pa tako kod svih kategorija postoje sljedeće razine (Vučina, 2020.):

- nulta razina (“no automation”), u kojoj je autonomnost vozila minimalna, odnosno riječ je o manualnoj vožnji uz automatizirani sustav koji izdaje razna upozorenja vozaču i može u pojedinim segmentima preuzeti upravljanje ako je situacija hitna,

- prva razina (“hands on”), u kojoj vozilo može samo upravljati, ubrzavati i kočiti, ali uz nadzor vozača,

- druga razina (“hands off”), u kojoj vozilo obavlja zadatke vožnje pri čemu je vozač odgovoran za nadzor i mora biti spreman u svakom trenutku intervenirati u vožnju ako procjeni da sustav ne obavlja zadatak adekvatno,

- treća razina (“eyes off”), u kojoj vozilo upravlja samostalno svojom putanjom, dovoljno da vozač može skrenuti pogled s ceste, no u pravilu je riječ o jednostavnim i poznatim putanjama,

- četvrta razina (“mind off”), u kojoj je vozilo samostalno do te mjere da ne zahtijeva pozornost vozača, no riječ je o vožnji koja može biti ostvarena u kontroliranim uvjetima, odnosno u ograničenom prostoru ili posebnim okolnostima te izvan tih uvjeta vozilo mora samostalno prekinuti vožnju i prepustiti je vozaču,

- peta razina (“steering wheel optional”), u kojoj je vozilo samostalno do te mjere da uopće nije potrebna prisutnost vozača, riječ je o razini potpuno automatizacije u kojoj vozač sudjeluje jedino tako što određuje odredište i točke putovanja.

Četvrta i peta razina autonomnosti vozila, kao najviše razine, podrazumijevaju da je vozilo u mogućnosti izvršavati operativne zadatke poput upravljanja, ubrzavanja, usporavanja, kočenja i nadzora vozila, kao i taktičke zadatke, kao što su promjena trake, uočavanje i poštivanje znakova, adekvatno i pravodobno reagiranje u slučaju nezgode i dr.

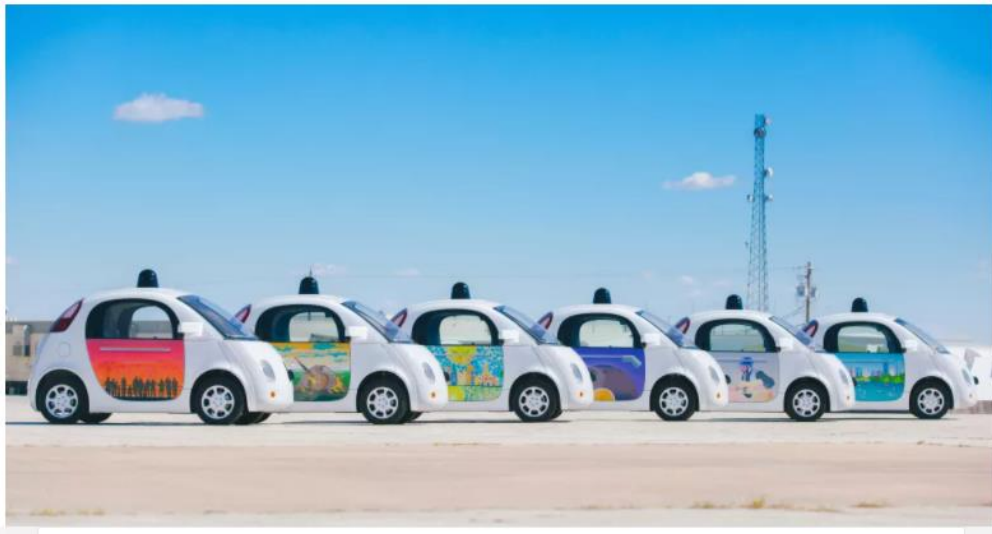
Tablica 2. Razine autonomnosti vozila

RAZINA AUTOMATIZACIJE	TIP AUTOMATIZACIJE	PODRUČJE KORIŠTENJA	PRESTANAK RADA SUSTAVA AV
Vozač upravlja svima ili dijelom zadataka vožnje.			
<b>0</b>	Bez automatizacije.	Nije primjenjivo.	Nije primjenjivo.
<b>1</b>	Vozačevo djelovanje.	Određene ceste.	Vozač i dalje upravlja svim bitnim zadacima vožnje.
<b>2</b>	Djelomična autonomnost.	Određene ceste.	Vozač i dalje upravlja svim bitnim zadacima vožnje.
Sustavi autonomne vožnje upravljaju svim zadacima vožnje.			
<b>3</b>	Uvjetna autonomnost.	Određena područja i Ceste.	Vozač preuzima kontrolu nakon upozorenja.
<b>4</b>	Visoka autonomnost.	Određena područja i Ceste.	Sustavi autonomne vožnje sigurno zaustavljaju vozilo.
<b>5</b>	Potpuna autonomnost.	Svugdje na cesti.	Sustavi autonomne vožnje sigurno zaustavljaju vozilo.

Izvor: Vučina, 2020.; Rajasekhar, M. V. i Kumar Jaswal, 2015.

Upravljački sustavi u autonomnim vozilima rade na temelju načela “osjeti - planiraj – djeluj” koje omogućuje prikupljanje i obradu podataka te djelovanje u skladu s rezultatima te obrade. Riječ je o naprednim algoritmima pomoću kojih vozilo izrađuje plan djelovanja, a informacije se prikupljaju putem velikog broja visokokvalitetnih senzora. Da bi cijeli taj sustav koji upravlja autonomnim vozilo mogao adekvatno funkcionirati, potrebno vrijeme, potrebna su računala iznimne snage koji zadatke mogu izvršavati u stvarnom vremenu. Na ovom principu rade i

autonomna vozila koja je proizvela kompanija Google i koja su, potpuno autonomno, uzela više od pola milijuna milja<sup>1</sup> vožnje bez ikakvog incidenta (Szikora i Madarasz, 2017.).



Slika 8. Googleovi prototipovi autonomnih automobila

Izvor: Huynh, Techradar, 2016.

“Sa savršenom percepcijom koju im omogućava kombinacija prikupljanja podataka i njihova tumačenja, autonomna bi vozila mogla planirati i djelovati savršeno postižući visoku pouzdanost. Vozila se nikada ne umaraju, njihovi algoritmi planiranja mogu izabrati optimalno ponašanje u prometu i njihovo izvršavanje može biti brzo i besprijekorno jer im se ni u jednoj situaciji ne povećava vrijeme reagiranja, niti mogu pogriješiti u izvršavanju naredbe kao vozač.” (Vučina, 2020: 6)

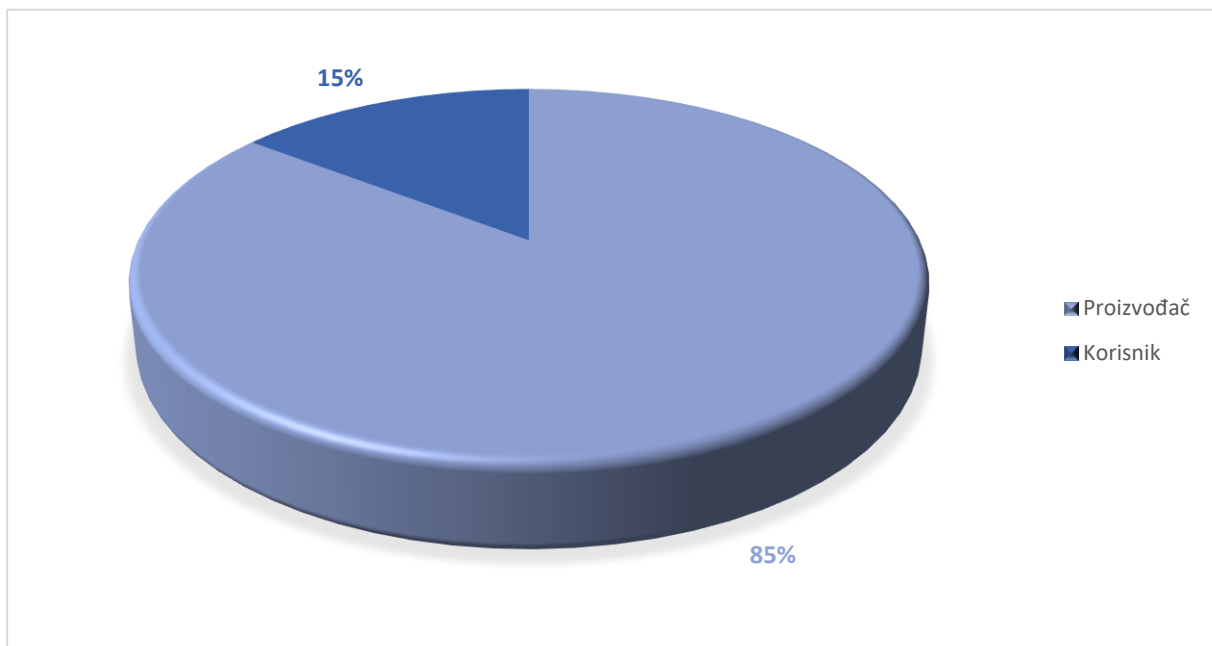
U zadnje se vrijeme, kao što je posve očekivano, sve više raspravlja o načinima na koje će autonomna vozila utjecati na transport odnosno promet, i u pozitivnom i u negativnom smislu. Najviše je govora o tome koliko će autonomna vozila utjecati na sigurnost u prometu, pri čemu, iako postoje različita mišljenja, prevladava stav da će autonomna vozila povećati razinu sigurnosti u cestovnom prometu, koji je, posebno u segmentu osobnim automobila, trenutno jedan od najrizičnijih vrsta prometa, odnosno vrsta prometa s jednom od najnižih razina sigurnosti. U tom smislu, autonomna vozila trebala bi donijeti značajna poboljšanja i smanjiti broj nezgoda u cestovnom prometu. U ovom kontekstu, također se povlači pitanje preuzimanja odgovornosti za nezgode – u slučaju kada automobilom upravlja čovjek, odnosno vozač, on je osoba koja je odgovorna za eventualne incidente, no u slučaju autonomnih vozila, kada sustav upravljanja vozilom preuzima potpunu kontrolu nad vožnjom, a samim time i, uvjetno rečeno,

---

<sup>1</sup> 1 milja = 1,609344 kilometara

odgovornost, postavlja se pitanje tko će preuzeti stvarnu odgovornost. Pretpostavlja se da će ova situacija dovesti do toga da će veća odgovornost biti na subjektima (kompanijama, organizacijama, pojedincima) koji su izradili vozilo, odnosno njegov upravljački sustav, no još uvijek je prilično nejasno na koji način bi se kod potpuno autonomnih vozila odgovornost raspodijelila između sustava upravljanja vozilom i čovjeka (Vučina, 2020.). Temeljem istraživanja o kojemu će više riječi biti u poglavlju 5., stav većine ispitanika je da bi odgovornost svakako trebala biti na proizvođačima.

Grafikon 2. Ukoliko umjetna inteligencija napravi pogrešku, tko bi trebao biti odgovoran za to?



Izvor: Rad autorice

Uz ovo pitanje, postavlja se, nadalje, i pitanje o tome na koji će način autonomna vozila utjecati na privatnost ljudi, odnosno ostalih sudionika u prometu, s obzirom na to da pomoću svojih sofisticiranih senzora autonomna vozila konstantno prikupljaju podatke iz okoline, te se stoga postavlja pitanje o tome tko ima nadzor nad tim informacijama.

Uz ova i brojna druga pitanja koja se javljaju kada je riječ o korištenju autonomnih vozila u prometu, jedno od pitanja na koje je odgovor uglavnom jasan i nedvojbjen je činjenica da će autonomna vozila značajno smanjiti zagađenje zraka i okoliša općenito. "Ekološki utjecaji prijevoza koji se odnose na lokalnu kvalitetu zraka i globalno zagrijavanje uzrokuju najviše zabrinutosti. Cestovni promet najviše onečišćuje zrak prije svega zbog uporabe fosilnih goriva kao energetske resursa. Zbog toga su napor usredotočeni na upravljanje prometom i energetske učinkovitost vozila. Iako se očekuje da će autonomna vozila povećati broj prijedanih

kilometara po jedinici vremena svejedno bi mogla doprinijeti značajnim ekološkim poboljšanjima s obzirom na to da će biti električna i da će voziti učinkovito.” (Vučina, 2020: 23).

Kada je riječ o načinima na koje će autonomna vozila utjecati na promjene u cestovnom prometu i prometu općenito, također je jedno od glavnih pitanja ono koje se tiče cestovne infrastrukture, u procesu prilagodbe autonomnim vozila, a čini se da će jedan od najvećih izazova biti podjela ceste na dijelove za potpuno autonomna ili djelomično autonomna vozila, uz konvencionalna vozila kojima upravlja (samo) čovjek.

#### **4.3.2. Dronovi i zračni promet**

Dronovi su bespilotne letjelice, odnosno leteće naprave koje nemaju posadu te kojima se upravlja na daljinu, pomoću računala. Osim upravljanja na daljinu, bespilotne letjelice mogu biti i potpuno autonomne. Za razliku od autonomnih automobila, ove naprave ne mogu biti korištene na način da se u njima mogu prevoziti ljudi, već uglavnom služe za nadzor ili snimanje određenih područja, u razne svrhe, između ostaloga, i u akcijama traganja, spašavanja i sl.

Kod dronova kojima se upravlja na daljinu, upravljanje se vrši pomoću radiosignala, dok se kod autonomnih dronova, a to su zapravo robotizirane letjelice, podaci potrebni za autonomni let, koji je unaprijed predviđen, unose u računalo prije leta. Ovisno o principu na temelju kojega se let odvija, dronovi mogu biti aerostati, ispunjeni plinom lakšim od zraka (nalik zračnim brodovima), ili aerodini, s nepokretnim krilima (nalik zrakoplovima), odnosno s jednim ili više rotora (nalik helikopterima) (Hrvatska tehnička enciklopedija, 2018.). Dronovi su pogonjeni elektromotorom, motorom s unutarnjim izgaranjem ili mlaznim motorom. Ova vrsta letjelica može biti različitih veličina, pa su tako neki dronovi dugi tek nekoliko centimetara, a oni se nazivaju još i mikroletjelicama, dok kod nekih bespilotnih letjelica raspon krila može biti i do nekoliko desetaka metara.

Temelje za razvoj bespilotnih letjelica dao je Nikola Tesla, kada je 1898. patentirao bežični upravljački mehanizam za brodove i vozila. Iste je godine Tesla ovaj sustav predstavio u New Yorku, i pritom “izrazio uvjerenje kako će teško naoružani daljinski upravljani strojevi, zahvaljujući zastrašujućoj ubojitoj moći, donijeti trajan mir u svijetu” (Hrvatska tehnička enciklopedija, 2018.). Prve bespilotne letjelice napravljene su u razdoblju između Prvog i Drugog svjetskog rata, a to su najvećim dijelom bile vojne naprave. Za vrijeme hladnog rata počinju se razvijati bespilotne letjelice za špijuniranje te za nadzor protivničkog teritorija.

Tridesetih godina prošlog stoljeća razvijene su prve bespilotne letjelice kojima se upravljalo pomoću radijskog signala. Nakon toga uslijedio je, paralelno s razvojem računalnih i komunikacijskih tehnologija, ubrzan razvoj bespilotnih letjelica, što je dovelo do modela kakvi se koriste i danas, te koji se neprestano dalje usavršavaju.

Osim u vojski i policiji te u službama kao što su vatrogasci, već spomenute službe spašavanja i sl., danas se bespilotne letjelice sve više koriste i u civilnoj primjeni, posebno u geodeziji i kartografskom snimanju, ali i u različitim drugim gospodarskim djelatnostima, počevši od poljoprivrede, za nadzor usjeva, pa sve do znanstvenih istraživanja, kao i u umjetnosti, posebno filmskoj te u području profesionalne i amaterske zračne fotografije.



Slika 9. Bespilotna letjelica Feniks 4

Izvor: Hrvatska tehnička enciklopedija, 2018.

Na slici 8. je prikazana letjelica Feniks 4 čiji je razvoj (Feniks 1) započeo u zagrebačkoj tvrtki Pastor prema dizajnu i konstrukciji M. Hucaljka, 2013. godine. Posljednjih desetljeća zabilježen je posebno snažan i ubrzan razvoj bespilotnih letjelica, ponajviše zahvaljujući razvoju novih tehnologija, posebno računalnih, te je i primjena dronova sve šira, a razvoj je doveo i do pojave dronova manjih dimenzija i prihvatljivih cijena, što ih je učinilo pristupačnim velikom broju korisnika. Samim time, sve se više i češće ukazuje potreba za adaptacijom zakonske regulative vezano za bespilotne letjelice, što je Republici Hrvatskoj još u razvoju. Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo nadležna je za izdavanje odobrenja za korištenje bespilotnih letjelica, a ovo je područje općenito regulirano Pravilnikom o sustavima bespilotnih zrakoplova iz 2015. godine.

Bespilotne letjelice bez sumnje će donijeti brojne promjene u zračni promet, čiji su brzorastući sektor. Zbog toga, Vijeće EU 2018. godine donosi nove zakonske regulative. “Reforma pravila u području zrakoplovstva bila je potrebna i zato što bi prema procjenama zračni promet EU-a



u sljedećih 20 godina trebao narasti za 50 posto. Europska komisija predviđa da će do 2035. europski sektor bespilotnih letjelica izravno zapošljavati više od 100 000 ljudi te imati gospodarski učinak veći od 10 milijardi eura godišnje, i to uglavnom u području usluga. S porastom upotrebe bespilotnih letjelica povećat će se i potreba za uravnoteživanjem prednosti i izazova koje ju prate. Tako bespilotne letjelice, na primjer, mogu značiti dodanu vrijednost kada ih se upotrebljava u prikupljanju i tumačenju podataka u različitim gospodarskim sektorima, ali isto tako mogu prouzročiti teškoće u vezi sa zaštitom podataka, privatnošću, bukom i emisijama CO<sub>2</sub>.” (Vijeće EU, 2018.)

### **4.3.3. Željeznički promet**

Umjetna inteligencija pronalazi svoju primjenu u svim oblicima prometa, pa tako i u željezničkom prometu, s ciljem unapređenja njegove učinkovitosti, odnosno primarno radi postizanja lakšeg upravljanja i veće sigurnosti transporta. Da bi se u željezničkom prometu, ali i svim drugim oblicima prometa, mogli implementirati sustavi umjetne inteligencije, potrebno je stvoriti adekvatne infrastrukturne i upravljačke uvjete, koji su zapravo podloga procesima uvođenja umjetne inteligencije u postojeći segment željezničkog (ili drugog) prometa.

Jedan od najčešćih primjera primjene sustava umjetne inteligencije u željezničkom prometu je automatizacija procesa regulacije željezničkog prometa i upravljanja vlakovima (Haramina, 2018.), za što je potrebno da je postojeći sustav funkcionalan i efikasan te da se na njega nadograđuju sustavi umjetne inteligencije.

Ključni ciljevi sustava regulacije željezničkog prometa su smanjenje radnog opterećenja dispečera i povećanje efikasnosti (Petrić, 2020.). Korištenje umjetne inteligencije u ovakvim je sustavima već odavno praksa. “Dispečer donosi odluku o tome koji vlak ima prednost prilikom ulaska u kolodvor, a proces odlučivanja uvelike ovisi o znanju, iskustvu i vještinama dispečera. Kvaliteta rada ovisi o njegovom kognitivnom opterećenju te utjecaju faktora iz okoline. Zbog gore spomenutih razloga moguće je razviti sustav koji će pomagati dispečerima u donošenju odluka ili ih potpuno zamijeniti. Sam sustav moguće je dodatno nadograditi i poboljšati komunikacijskim vezama sa sustavom podrške strojovođama putem GSM-R-a.” (Petrić, 2020: 19).

Sustav podrške ovom procesu, koji se temelji na umjetnoj inteligenciji, sastoji se od niza ulaznih varijabli i jedne izlazne, pri čemu su ulazne varijable predstavljaju čimbenike koji utječu na proces donošenja odluka o odabiru prioriteta vlaka. Tako, primjerice, ulazne varijable, odnosno

faktori koji ih određuju, mogu biti: razlike između rangiranja vlakova, kašnjenje vlakova, vrijeme postavljanja puta vožnje u kolodvoru, gubitak vremena i energije ukoliko se vlaku ne da odgovarajući prioritet te vrijeme razrješenja puta vožnje u kolodvoru (Petrlić, 2020.).

Sustav ima svoju “bazu znanja” u kojoj su sačuvana pravila za zaključivanje, a uz ova pravila, u procesu donošenja odluka, odnosno zaključaka, koriste se i konkretni podaci o vlakovima u realnom vremenu.

Osim u regulaciji prometa, sustavi umjetne inteligencije mogu se na brojne druge načine koristiti u željezničkom prometu, a to se uglavnom odnosi na planiranje različitih procesa, održavanje željezničke infrastrukture i sl.

U svim tim slučajevima, željeznički inteligentni transportni sustavu podrazumijevaju primjenu računalnih programa koji obuhvaćaju primjenu pojedinih tehnika umjetne inteligencije ” (...) s ciljem rješavanja problema iz područja željezničkog prometa, a u svrhu rasterećenja kognitivnog opterećenja čovjeka u procesu donošenja odluka” (Haramina, 2018.)

#### **4.4. Planiranje**

Planiranje je aktivnost izrade planova budućih akcija s ciljem ostvarivanja određenog cilja, a uz izradu planova, planiranje podrazumijeva i koordinaciju te kontrolu organizacije ostvarivanja izrađenih planova. Nužnost planiranja proizlazi iz kompleksnosti određenih zadataka ili strategija, kako u praktički svim sferama čovjekova djelovanja (gospodarstvo, obrazovanje, i dr.) tako i u segmentu prometa, odnosno transporta. Jedan od ciljeva planiranja je i povećanje efikasnosti djelovanja, koje se kroz planiranje može postići na dva načina (Hrvatska enciklopedija, 2021.):

- izgradnjom kompleksnih sustava na višoj razini, koji pružaju efikasnije načine kontrole izvršavanja planova, ili

- smanjivanjem stupnja složenosti prenošenjem odgovornosti na niže razine odlučivanja, kako bi se iskoristili dodatni izvori spoznaja te minimizirali nepoželjni efekti djelovanja u kompleksnom okruženju.

U transportu, planiranje omogućava maksimalnu funkcionalnost, kako vozila, tako i rasporeda i trajanja vožnje, i sl., te maksimalnu funkcionalnost sve uključene infrastrukture. Također, planiranje u transportu velikim dijelom se odnosi i na predviđanje budućih obrazaca transporta, za što je potrebno postaviti što preciznije prognoze. U tom segmentu, a to je samo jedan od

primjera, sve se više koriste sustavi umjetne inteligencije. No, sustavi umjetne inteligencije koriste se i na operativnoj razini, na kojoj se vrše izrade planova odvijanja prometa.

## 4.5. Predviđanje

Predviđanje je aktivnost “misaone razradbe mogućih ishoda određenoga zbivanja” (Hrvatsko strukovno nazivlje, 2021.) i kao takvo u prometu i transportu ima veliku i značajnu ulogu. Kao što je već spomenuto u prethodnom poglavlju, u kojem smo govorili u planiranju u transportu, predviđanje se zapravo može promatrati i kao dio planiranja, s obzirom na to da se značajan dio planiranja odnosi na predviđanje određenih, budućih obrazaca transporta, a to podrazumijeva izradu prognoza.

Predviđanje se u prometu primarno povezuje s povećanjem razine sigurnosti transporta, što podrazumijeva predviđanje događaja i situacija koje mogu biti opasnost za sudionike u prometu ili za same objekte transporta – ljude, robe, informacije. Tako se, primjerice, tip vožnje pod nazivom “defenzivna vožnja” temelji na predviđanju potencijalno opasnih situacija kako bi se takve situacije ne vrijeme izbjeglo, povećavajući tako sigurnost prometa.

Defenzivna vožnja podrazumijeva predviđanje načina ponašanja drugih sudionika u promet te spremnost vozača na korekciju svoje vožnje s ciljem izbjegavanja posljedica koje mogu nastati zbog pogreške ostalih sudionika u prometu. Da bi se moglo tako postupiti, vozač u potpunosti mora kontrolirati svoju vožnju i poznavati mogućnosti, odnosno ograničenja, svoga vozila, te mora biti u stanju adekvatno procijeniti vlastite kognitivne i motoričke sposobnosti u datom trenutku. eventualnih pogrešaka ostalih sudionika (Središnji državni portal, 2021.).

Također, predviđanje u prometu uvelike se koristi u planiranju, kako je već spomenuto, s ciljem, primjerice, predviđanja količine prometa i sl. Kada je riječ o takvoj vrsti predviđanja u prometu, “kratkoročno predviđanje prometa je dugo smatrano kao kritičan modul za inteligentne transportne sustave” (Ravnjak, 2015: 2). Predviđanje prometa najčešće je dio upravljačkog centra unutar inteligentnog transportnog sustava. “Postoje razni modeli za predviđanje te svaki od njih ima dobar učinak u određenom periodu. Dosadašnja istraživanja pokazala su da nijedan od jednostrukih prediktora nije razvijen dovoljno kako bi bio opće prihvaćen kao najbolji model efikasnog predviđanja za stvarnovremenske prometne aktivnosti. Stoga se nameće potreba za poboljšanim pristupom, gdje će se kombinirati ti jednostruki prediktori zajedno u više perioda.” (Ravnjak, 2015: 2).

## 4.6. Rutiranje

Rutiranje je aktivnost određivanja rute, putanje. Riječ “ruta” odnosi se na smjer, tok putovanja, putni plan, a također se može odnositi i na dionicu puta, dionicu na putovanju (Rječnik hrvatskoga jezika, 2001.). Izraz “route” u engleskom jeziku također se odnosi na smjer, pravac kretanja, a može se odnositi i na stazu, cestu.

Optimalno rutiranje ima ključnu ulogu u upravljanju prometom, i zbog postizanja maksimalne sigurnosti, kao i zbog postizanja racionalizacije, odnosno maksimalne funkcionalnosti i učinkovitosti. Metode rutiranja mogu se temeljiti na korištenju različitih matematičkih modela i softverskih alata. Primjerice, može se koristiti metoda intuitivnog odabira rute ili metoda odabira rute pomoću matematičkog modela, kao i metoda odabira rute pomoću suvremenog programskog alata (Šporčić, 2017.), koji često uključuje sustave umjetne inteligencije. “Osim inteligentnog planiranja ruta programski alati su i u mogućnosti pratiti vozila putem satelita, odrediti optimalnu veličinu i broj dostavnih područja (rajona) te upravljati infrastrukturnim resursima” (Šporčić, 2017: 42).

Programski alat koji implementira sustav umjetne inteligencije omogućuje dinamički izračun optimalnih ruta, kao i detaljnu analizu troškova i profitabilnosti distribucije, što su također jedni od glavnih ciljeva rutiranja.

U procesu kreiranja ruta, računalo uz pomoć softverskih alata detektira najoptimalniji put i raspored kretanja, a pritom u kalkulaciju unosi brojne kriterije, kao što su duljina rute, raspored vožnje (primjerice, u javnom prijevozu, dostavi i sl.), troškovi i dr. “Optimalna ruta sadrži informacije o svim bitnim logističkim pokazateljima transportnog procesa” (Šporčić, 2017: 43). Na temelju unosa podataka i kalkulacija, računalo daje informacije o vremenu trajanja vožnje, kapacitetu vozila, troškovima goriva i ostalim troškovima te niz drugih informacija.

## **5. STAV JAVNOSTI O PRIMJENI UMJETNE INTELIGENCIJE U TRANSPORTU**

Umjetna inteligencija u transportu ima cilj povećanje sigurnosti, pouzdanosti i efikasnosti te smanjenje troškova i zagađenja okoliša. Kako se nove tehnologije sve češće koriste u svim sferama života, pa tako i u transportu, a umjetna inteligencija ima široku primjenu i mijenja način na koji se transport odvija, istražen je stav javnosti o iskustvu, primjeni i očekivanjima od novih tehnologija u transportu.

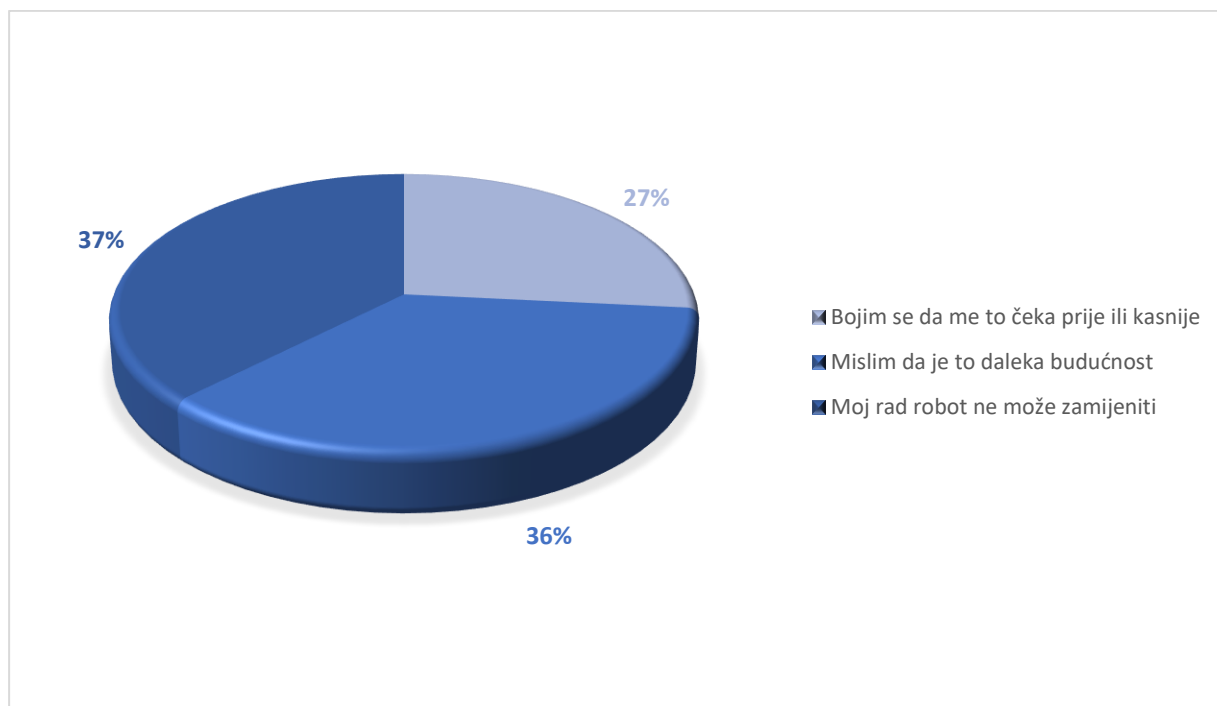
Istraživanje je provedeno među 192 ispitanika, osobito mlađe populacije od 18 do 30 godina starosti, koja čini 68% ispitanika. Samo 2% ispitanika je starije od 51 godinu, a 30% ispitanika je starosti između 31 i 50 godina.

Većina ispitanika, njih 57% je pesimistično po pitanju razvoja umjetne inteligencije, tj. smatra da će društvo postati lošije ili čak opasno zbog toga. 63% ispitanika koji smatraju da će društvo postati lošije ili opasno zbog razvoja umjetne inteligencije je visoke stručne spreme. 30% ispitanika smatra da će društvo postati bolje zbog razvoja umjetne inteligencije, od čega je 7% visoko obrazovanih ispitanika. Zaključak ispitanika je da će razvojem i sve većom primjenom umjetne inteligencije doći do većeg otuđenja ljudi, sve manjih kontakata i druženja, tj. da nove tehnologije koliko donose dobroga u svijet toliko mogu pridonijeti i razvoju loših navika među ljudima.

Također, 27% ispitanika smatra da će zbog automatizacije i robotizacije prije ili kasnije ostati bez svojih radnih mjesta (Grafikon 3.), a od ukupnog broja ispitanika zabrinutih za svoja radna mjesta, 24% je visoke stručne spreme i 8% više stručne spreme. 36% ispitanika se ne želi zamarati s time da će zbog automatizacije i robotizacije ostati bez svojih radnih mjesta smatrajući da je to daleka budućnost. Od ispitanika koji smatraju da njihov rad robot ne može zamijeniti, samo 28% ispitanika je visoke stručne spreme.

Što se tiče zapošljavanja, predviđa se da će umjetna inteligencija pridonijeti stvaranju novih radnih mjesta, nestanak nekih postojećih i modifikaciju većine. Umjetna inteligencija može olakšati život radnika, osobito s ponavljajućim, teškim i opasnim zadacima. Istodobno, neki poslovi, poput vozača autobusa, taksija i kamiona, možda više neće biti potrebni u budućnosti. Ovim će vozačima trebati prekvalificiranje kako bi pronašli drugačiji posao.

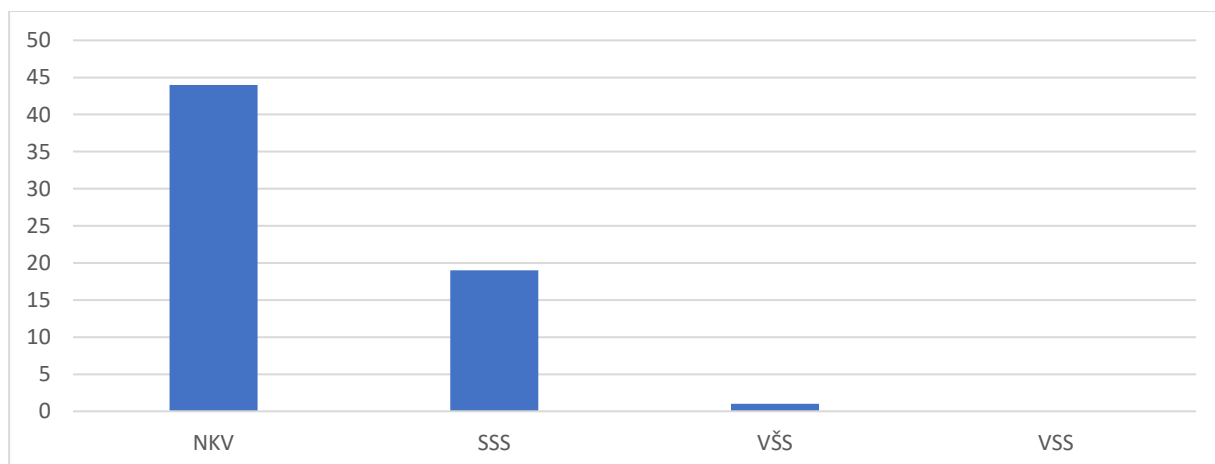
Grafikon 3. Da li mislite da zbog automatizacije i robotizacije više neće biti potrebe za vašim radnim mjestom?



Izvor: Rad autorice

Prema analizi koje su proveli Arntz, Gregory i Zierahn (Arntz, Gregory, Zierahn, 2016 : 20) za američke radnike, velika je vjerojatnost da automatizacija i robotizacija ne mogu zamijeniti rad ljudi sa visokom ili višom stručnom spremom (respektívno 0% i 1%), a gotovo polovica radnih mjesta na kojima rade radnici sa nezavršenom ili završenom osnovnom školom će se zamijeniti (Grafikon 4.).

Grafikon 4. Udio radnika čije bi poslove mogla zamijeniti automatizacija i robotizacija prema stručnoj spremi



Izvor: Rad autorice prema Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U., 2016.

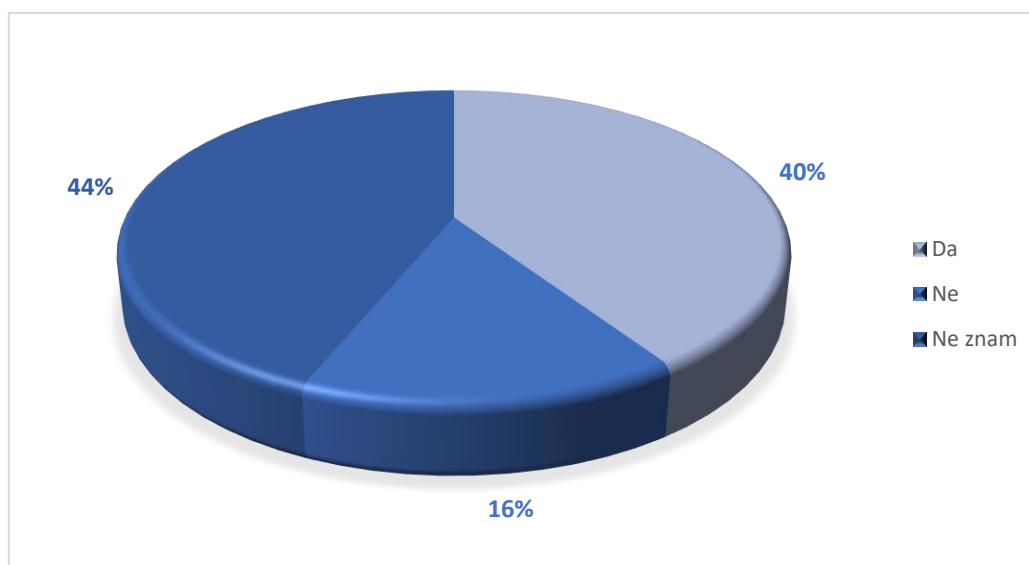
Vještine kao što su empatija, komunikacija, pregovaranje, osobna usluga, rješavanje problema i strateško odlučivanje vrjednije su nego ikad i nemoguće ih je zamijeniti. Iako su ispitanici zabrinuti za negativne utjecaje umjetne inteligencije, automatizacije i robotizacije, ovi moćni alati također mogu pomoći u stvaranju novih radnih mjesta, povećati produktivnost i omogućiti radnicima da se usredotoče na ljudske aspekte rada. Roboti već rade razliku, osobito na poslovima i zadacima gdje postoje standardizirana pravila i logika.

Od autonomnih vozila se očekuje da će smanjiti poteškoće prilikom putovanja, smanjiti onečišćenje okoliša, smanjiti troškove i povećati sigurnost. Autonomija osobito privlači prijevozniku industriju i to ne samo zbog uštede troškova, već i zbog toga što postoji deficit vozača motornih vozila. Kako nestašica vozača konstantno raste, pod upitnik dolazi sposobnost isporuke robe na vrijeme. Dugoročno gledano, tehnologija bi mogla biti znatno jeftinija od rada čovjeka.

Iako će autonomna vozila sama voziti, netko treba postaviti sve parametre dolaska od točke A do točke B i osigurati sve preduvjete da stvari funkcioniraju na način kako su zamišljene. U tom smislu se potreba za ljudskim radom može povećati, poput potrebe za programerima i sl. Također, ograničenja zbog Zakona o radnom vremenu i obveznim odmorima mobilnih radnika koji mogu dnevno voziti 9-10 sati su snažan argument zagovornika autonomnih vozila, a koja bi znatno mogla povećati efikasnost i ubrzati lance opskrbe. Primjerice, u Just-In-Time proizvodnji koja sama po sebi jeste efikasna, ali ovisi o pouzdanosti dobavljača, informacija o točnoj minuti dolaska vozila sa potrebnim materijalima koju vozilo može samo slati, tu efikasnost će dodatno povećati.

Iako, stav ispitanika je da primjena umjetne inteligencije u transportu nije nužno dobra stvar (Grafikon 5.). Razlog nepovjerenja ispitanika u korištenje umjetne inteligencije u transportu temelji se na strahu od nepoznatog, tj. neiskustvu sa korištenjem umjetne inteligencije u transportu. Izazov koji se postavlja, a također je samo jedan od razloga nepovjerenja korisnika u umjetnu inteligenciju, je cyber sigurnost. Naime, autonomna vozila zahtijevaju pristup velikom broju podataka koji je često osjetljiv. Ako treće strane uspiju „hakirati“ podatke autonomnih vozila, ugrožena je sigurnost vozila, njegovih putnika i ostalih sudionika u prometu.

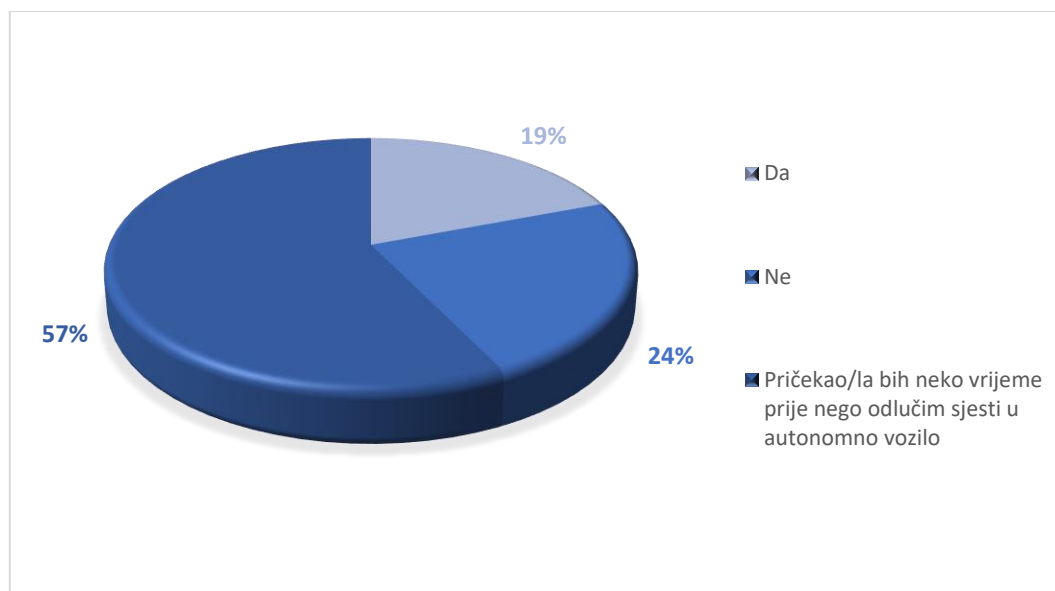
Grafikon 5. Da li je korištenje UI u transportu dobra stvar?



Izvor: Rad autorice

Još jedno od pitanja na koje treba dati odgovor je pitanje cestovne infrastrukture. Iako se u sve većoj mjeri implementiraju inteligentna transportna rješenja, potrebno je odgovoriti na mnoge izazove poput, primjerice, da li će postojati zasebna infrastruktura za autonomna vozila, a posebna za konvencionalna vozila kojima upravlja čovjek ili će sve biti dio jedne infrastrukture.

Grafikon 6. Biste li vjerovali autonomnim vozilima da vas voze ako su stope nesreća dokazano manje nego kada vozilom upravlja čovjek?

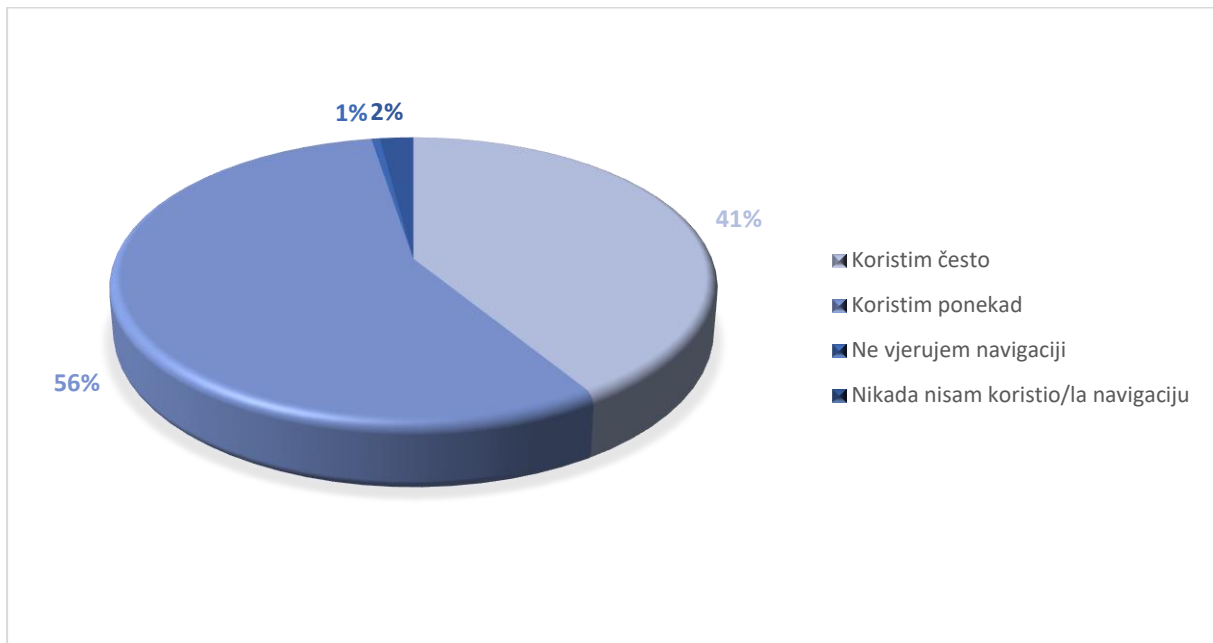


Izvor: Rad autorice



Veći dio ispitanika bi radije pričekao neko vrijeme da vidi na koji način će autonomna vozila funkcionirati i kolika će biti sigurnost prije nego odluči sjesti u autonomno vozilo. Istovremeno, 41% ispitanika navigaciju koristi često, a 56% ispitanika koristi navigaciju povremeno.

Grafikon 7. Koliko često koristite navigaciju?



Izvor: Rad autorice

Dok dio ljudi koristi ugrađenu navigaciju u vozilo, dobar dio navigaciju koristi preko svojih pametnih telefona. Navigacija se prvenstveno koristi na putovanjima u nepoznatom okruženju. Međutim, prosječni vozač provodi većinu vremena vozeći se u poznatim područjima. Uz bolje snalaženje u nepoznatom okruženju, smanjenja broja prijeđenih kilometara, a posljedično i smanjena goriva, jedna od svrha navigacije je i smanjenje zagušenja u prometu. Većina navigacijskih sustava može koristiti podatke i Internet stvari kako bi predvidjeli zagušenja u prometu i u skladu s tim prilagodili rutu putovanja. Strojno učenje sa tzv. dinamičkim rutiranjem pomaže navigacijskim sustavima da predvide kako će se promet odvijati i gdje bi moglo doći do zagušenja.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj ovoga rada bio je istražiti i prikazati kako korištenje umjetne inteligencije u transportu utječe na povećanje razine efikasnosti i efektivnosti logistike, odnosno kako implementacija sustava umjetne inteligencije u poslovanju utječe na učinkovitost i kvalitetu cjelokupnog poslovanja.

U teorijskom dijelu rada definirani su ključni elementi logistike i vrste logistike te je opisan pojam transporta kao jednog od temeljnih dijelova logistike. U nastavku teorijskog dijela rada opisani su načini interakcije umjetne inteligencije i transporta, s posebnim osvrtom na strojno učenje, kao proces izrade algoritama i računalnih programa koji omogućuju računalu da optimiziraju određeni kriterij uspješnosti na temelju podatkovnih primjera ili prethodnog iskustva. U ovom dijelu rada opisani su načini primjene umjetne inteligencije u transportu, koji je zapravo jedno od prvih područja primjene umjetne inteligencije, te ujedno i jedno od najširih područja implementacije sustava umjetne inteligencije danas. Opisani su sljedeći sustavi umjetne inteligencije koji se primjenjuju u transportu: ITS, RFID TAG, GPS. ITS su inteligentni transportni sustavi koje čine brojne aplikacije i uređaji pomoću kojih se nadograđuje klasična upravljačka i informacijsko-komunikacijska struktura prometa i transporta. RFID TAG je tehnologija radio-frekventne identifikacije koja se koristi u praćenju i identifikaciji objekata (proizvoda) uz pomoć radio valova. GPS je tehnologija korištenja globalnog položajnog sustava i kao takva posebno je posebno važna u navigaciji, a samim time i transportu, odnosno prometu općenito. U nastavku je analiziran utjecaj umjetne inteligencije na transport, s posebnim fokusom na utjecaj sustava umjetne inteligencije na sigurnost, pouzdanost, efikasnost i očuvanje okoliša. Kao nove tehnologije u transportu, opisana su autonomna vozila, dronovi te općenito primjena sustava umjetne inteligencije u zračnom prometu, kao i u željezničkom. Poseban osvrt dat je u područjima planiranja, predviđanja i rutiranja u prometu uz pomoć sustava umjetne inteligencije. U empirijskom djelu rada predstavljeni su rezultati ispitivanja stava javnosti o primjeni umjetne inteligencije u transportu. Istraživanje je obuhvatilo 192 ispitanika starosti od 18 do 30 godina. Rezultati pokazuju da većina ispitanika smatra da je razvoj umjetne inteligencije općenito negativan za naše društvo – samo 30% ispitanika smatra da će razvoj umjetne inteligencije imati pozitivan učinak na društvo. Visok udio ispitanika, njih 27%, izražava bojazan da bi mogli ostati bez svojih radnih mjesta usljed proces robotizacije i automatizacije.

Na temelju teorijskog i empirijskog istraživanja, može se zaključiti da umjetne inteligencija ima veliki i značajan utjecaj na transport, ponajprije tako što povećava sigurnost i pouzdanost prometa, povećava i njegovu efikasnost te smanjuje negativni utjecaj prometa na okoliš. Samim time, implementacija sustava umjetne inteligencije utječe i na povećanje razine efikasnosti i efektivnosti logistike, što u konačnici povećava razinu učinkovitosti i kvalitete poslovanja u cjelini.

Umjetna inteligencija svakim danom je sve prisutnija. Primjena umjetne inteligencije je neograničena u različitim područjima, od jednostavnijih stvari do vrlo kompleksnih zadataka, poput automatizirane vožnje. Umjetna inteligencija postaje sve važnija ne samo u poslu, nego i u drugim sferama života suvremenog čovjeka. Sustavi umjetne inteligencije bave se analizom podataka te pokretanjem i izvršavanjem aktivnosti s određenim stupnjem autonomije. Takvi sustavi iziskuju unošenje velikog broja podataka, a s većim brojem podataka njihov rad postaje pouzdaniji. Kako se radi o velikom broju podataka neophodnih za neometanu primjenu umjetne inteligencije, nužno je osigurati sigurnost podataka. Čuvanje podataka od kompromitiranosti je samo jedan u nizu izazova sa kojima se susreću organizacije koje se bave razvojem i implementacijom umjetne inteligencije. Zaštita podataka, stabilnost sustava, sigurnost i zadovoljstvo korisnika stavljaju pritisak na organizacije jer odgovornost za isto je isključivo na njima.

Logistika u velikoj mjeri koristi mogućnosti koje pruža suvremena računalna tehnologija te može detaljno analizirati složene procese u raznim sustavima. Moguće je, također, i prognozirati razvoj tih procesa i sustava, kao i njihovu cijenu, potrebe i mogućnosti te izvršiti optimizaciju raznih procesa i sustava s financijskog ili nekog drugog stajališta. Razvoj informacijsko-komunikacijske tehnologije omogućava razmjenu goleme količine informacija i podataka u nevjerojatnoj brzini. Tehnologija se danas smatra jednim od najvažnijih čimbenika za konkurentnost poduzeća na tržištu jer utječe na povećanje kvalitete poslovanja i stvaranje dodatne vrijednosti.

Organizacije sve više svoju imovinu gledaju ne kao fizičku, već kao digitalnu jer budućnost opskrbnog lanca su pametni podaci te se za iskorištenje moći podataka počinje koristiti nešto drugačiji alat: umjetna inteligencija. Strojnim učenjem prilagođenim industriji strukturiraju se podaci te iskorištavaju prediktivne logističke mogućnosti za donošenje pametnijih odluka koje dodaju vrijednost pružanju usluga korisnicima. Učinci primjene umjetne inteligencije povećavaju konkurentnost poduzeća, podižu razinu usluge i povećavaju kvalitetu. Iz tog je

razloga za konkurentnost i održivi gospodarski rast važno da se tehnologije umjetne inteligencije učine široko dostupnima, i to ne samo za tehnološki sektor.

Transport je jedno od prvih i najširih, ali i vrlo osjetljivih područja primjene umjetne inteligencije. S obzirom na kompleksnost djelatnosti transporta i brojna područja koja transport obuhvaća, isti je oduvijek predstavljao jedno od područja koja su prva implementirala najnovije tehnologije i inovacije, pa je tako i sada, kada je riječ o umjetnoj inteligenciji. Učinkovitost, smanjenje troškova, smanjenje negativnih utjecaja na okoliš samo su neki od argumenata za sve veću primjenu umjetne inteligencije u transportu.

Kompletna tehnologija transporta već se nalazi usred tehnološke revolucije - automatizirana vožnja, telematika, "pametni" podaci i virtualno raspolaganje podacima te još čitav niz inovativnih rješenja. Više nije dovoljno samo prevesti pošiljku, kupac želi imati „real time“ podatke i u svakom trenutku znati gdje se pošiljka nalazi i kada će doći na svoje odredište. Tehnologija je toliko napredovala da se neki proizvodi više uopće ne prevoze, dovoljno je samo poslati podatke i 3D printer stvara željeni proizvod. Posljedica navedenog je da i velike organizacije u logistici više ne mogu priuštiti život na staroj slavi, već su i oni prisiljeni surađivati s kompanijama koja traže nova rješenja. Više nije dovoljno dopremiti pošiljku od točke A do točke B. Amazon već koristi dronove kao jedno od rješenja dostave paketa. Brži su, jeftiniji, efikasniji i ne zagađuju okoliš. Mnoge organizacije koriste softvere za planiranje ruta, a koji se temelje na umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju. Sustav prati i uči navike vozača i rute prilagođava situaciji u prometu. GPS navigacija je sveprisutna u novijim vozilima, ali i na pametnim telefonima. U nepoznatom okruženju, korisnik u vrlo kratkom roku može saznati gdje se nalazi i kuda je potrebno ići.

Međutim, primjena umjetne inteligencije će u budućnosti znatno utjecati na radna mjesta. Potreba za visokokvalificiranim stručnjacima će biti još i veća, dok će potreba za, primjerice, vozačima motornih vozila biti manja zbog dolaska autonomnih vozila. Kako zbog deficita vozača na tržištu i ograničenja u vidu njihova korištenja u radnim procesima pod upitnik dolazi sposobnost isporuke robe kupcima ili pravovremeni prijevoz putnika, zagovornici umjetne inteligencije u transportu upravo to vide kao snažan argument za razvoj i primjenu umjetne inteligencije. Iako još postoje znatni izazovi koje treba savladati, a prometna infrastruktura je samo jedan od njih, dolazak autonomnih vozila bliska je budućnost. Iako dio ispitanika smatra kako ne trebaju strahovati za svoja radna mjesta jer im se to čini dalekom budućnosti, istraživanja su pokazala da će automatizacija i robotizacija zamijeniti dobar dio radnih mjesta

sa nižim stupnjem složenosti. Digitalizacija u mnogo čemu olakšava obavljanje većine poslova, ali se iz dana u dan otvaraju nove mogućnosti i novi načini praćenja i komunikacije, tako da ono što je jučer bilo novo danas je već zastarjelo. Nužno je zaposlenike kontinuirano educirati, pratiti trendove te sve procese prilagođavati trenutnim tokovima.

## POPIS LITERATURE

- [1] Anderson, J., Kalra, N., Stanley, K., Sorensen, P., Samaras, C., Oluwatola, O. (2016.): *Autonomous Vehicle Technology; A Guide for Policymakers*. Santa Monica: RAND Corporation.
- [2] Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U. (2016.): "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris
- [3] Baričević, I. (2019.): *Umjetna inteligencija u upravljanju, nadzoru i optimizaciji prometa*. Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci. Dostupno na: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/efri%3A1901> (24.02.2021.)
- [4] Cooper, J. (1994.): *Logistics and Distribution Planning*. London: Kogan Page Limited.
- [5] Dalbelo Bašić, B., Šnajder, J. (2015.): *Strojno učenje*. Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Dostupno na: <https://www.fer.unizg.hr/download/repository/SU-1-Uvod%5B1%5D.pdf> (11.02.2021.)
- [6] Deloitte Global Human Capital Trends (2017.). Dostupno na: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/central-europe/ce-global-human-capital-trends.pdf> (31.03.2021.)
- [7] Dmitrović, A. (2019.): Umjetna inteligencija preuzet će nadzor prometa. Sys Portal, CARNET, 11.12.2019. Dostupno na: <https://sysportal.carnet.hr/node/1860> (18.02.2021.)
- [8] Hrvatska enciklopedija (2021.): *Globalni položajni sustav*. Dostupno na: <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=22330> (19.02.2021.)
- [9] Haramina, H.: "Inteligentni transportni sustavi u željezničkom prometu". Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2018.
- [10] Hrvatska enciklopedija (2021.): *Logistika*. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=36989> (02.02.2021.)
- [11] Hrvatska enciklopedija (2021.): *Transport*. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=62056> (03.02.2021.)
- [12] Hrvatska enciklopedija (2021.): *Umjetna inteligencija*. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63150> (04.02.2021.)
- [13] Hrvatska tehnička enciklopedija (2018.): *Bespilotna letjelica*. Dostupno na: <https://tehnika.lzmk.hr/bespilotna-letjelica/> (23.02.2021.)
- [14] Hrvatska enciklopedija: *Planiranje*. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=48598> (05.03.2021.)

- [15] Jurman, H. (2018.): *Vozače će uskoro nadzirati umjetna inteligencija*. Zimo, Dnevnik.hr, 02.04.2018. Dostupno na: <https://zimo.dnevnik.hr/clanak/vozace-ce-uskoro-nadzirati-umjetna-inteligencija---512229.html> (18.02.2021.)
- [16] Lopez, A., Semanjski, I., Gillis, D., Ochoa, D., Gautama, S. (2016.): *Travelled Distance Estimation for GPS-Based Round Trips Car-Sharing Use Case*. Transactions on Maritime Science, Vol. 05 No. 02, 2016.
- [17] Lušić, Z., Kos, S., Krile, S. (2008.): *Strukturalna analiza metoda pozicioniranja na moru*. NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 55 No. 1-2, 2008.
- [18] Mandžuka, S. (2017.): *Inteligentni transportni sustavi*. Hrvatska tehnička enciklopedija, 19.04.2017. Dostupno na: <https://tehnika.lzmk.hr/inteligentni-transportni-sustavi/> (18.02.2021.)
- [19] Martinić, L. (2019.): *Primjena umjetne inteligencije kod Smart City rješenja*. Završni rad. Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu. Dostupno na: <https://repozitorij.efst.unist.hr/islandora/object/efst%3A2957/datastream/PDF/view> (21.02.2021.)
- [20] Matić, T., Matić, S. (2020.): *Umjetna inteligencija i (tehnološka digitalna) arbitraža*. Zbornik radova Pravnog fakulteta Sveučilišta u Mostaru, Vol. 1 No. XXVIII., 2020.
- [21] Matovina, M. (2020.): *Implementacija RFID tehnologije u logističke i dobavne lance*. Diplomski rad. Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci.
- [22] Matulja, T., Jedretić, L., Hadjina, M. (2016.): *Influence Analysis of Deck Equipment Positioning on Performances in Sailing*. Pomorski zbornik, Vol. Special edition No. 1, 2016.
- [23] Mishra, A., Mishra, D. (2010.): *Application of RFID in Aviation Industry: An Exploratory Review*. Promet - Traffic&Transportation, Vol. 22 No. 5, 2010.
- [24] Mišković, T., Ristov, P., Markić, Z. (2016.): *RFID Control System for the Embarkation/Disembarkation of Passengers and Vehicles on/from Ferries*. Transactions on Maritime Science, Vol. 05 No. 02, 2016.
- [25] Opačić, A. (2007.): *Autonomna vozila - automobili budućnosti*. Ekscentar, No. 10, 2007.
- [26] PC Chip: *Što je to "machine learning" ili strojno učenje?*, 04.06.2018. Dostupno na: <https://pcchip.hr/helpdesk/sto-je-to-machine-learning-ili-strojno-ucenje/> (13.02.2021.)
- [27] Petar, S., Valeš, D., Kurti, F.(2020.): *Kvaliteta logističkih rješenja posljednje milje*, 21. međunarodni simpozij o kvaliteti „Kvaliteta – Jučer, danas, sutra – Zbornik radova, Vol. 21, No. 1“, Crikvenica

- [28] Petrić, J.: “Modeliranje sustava podrške za regulaciju željezničkog prometa u kolodvorskom poslovanju”, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2020.
- [29] Rajasekhar, M. V., Kumar Jaswal, A. (2015.): *Autonomous Vehicles: The Future Of Automobiles*. Chennai: 2015 IEE Internationaln Transportation Electrification Conference (ITEC).
- [30] Ravnjak, M.: *Predviđanje količine prometa zasnovano na neuronskoj mreži*. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2015.
- [31] Rihtarić, M., Šafran, M. (2017.): *Transportna logistika*. Hrvatska tehnička enciklopedija. Dostupno na: <https://tehnika.lzmk.hr/transportna-logistika/> (02.02.2021.)
- [32] Rječnik hrvatskoga jezika (2001.). Zagreb: Leksiografski zavod Miroslav Krleža.
- [33] Spekman, R. E., Sweeney, P. J. (2006): RFID: *From Concept to Implementation*. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol. 36, No. 10, 736 – 754.
- [34] Szikora, P., Madarász, N. (2017.): *Self-driving cars – human side*. 2017 IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics.
- [35] Struna – Hrvatsko strukovno nazivlje: *Predviđanje*. Dostupno na: <http://struna.ihjj.hr/naziv/predvidjanje/26439/> (11.03.2021.)
- [36] Šamanović, J. (2009.): *Prodaja – distribucija – logistika*. Split: Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet.
- [37] Šporčić, M.: *Analiza metoda u procesu određivanja ruta prijevoza*. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, 2017.
- [38] Tominac, I. (2018.) *Pomoću umjetne inteligencije automobili bez vozača uskoro na cestama*. Poslovni dnevnik, 26.07.2018. Dostupno na: <https://www.poslovni.hr/sci-tech/pomocu-umjetne-inteligencije-automobili-bez-vozaca-uskoro-na-cestama-343300> (19.02.2021.)
- [39] Vijeće EU (2018.): *Bespilotne letjelice: reforma sigurnosti zračnog prometa u EU-u*. Dostupno na: <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/drones/> (24.02.2021.)
- [40] Vučina, A. (2020.): *Utjecaj autonomnih vozila na cestovni promet*. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Dostupno na: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/en/islandora/object/fpz%3A2136/datastream/PDF/view> (23.02.2021.)
- [41] Zelenika, R., Jakomin, L., Lipičnik, M. (1998.): *Prometne i logističke znanosti u kaleidoskopu kompatibilnosti i komplementarnosti*. NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 45 No. 1-2, 1998.



- [42] Zelenika, R., Pupovac, D. (2001.): *Suvremeno promišljanje temeljnih fenomena logističkoga sustava*. NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 48 No. 3-4, 2001.
- [43] Zoroja, J., Klopota, I., Šimićević, V. (2015.): *Enterprises Using Radio Frequency Identification: Industry usage and specific purposes*. Proceedings of the ENTRENOVA - ENTERPRISE RESEARCH INNOVATION CONFERENCE (Online), Vol. 1 No. 1, 2015.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Podsustavi logističkog sustava.....	7
Slika 2. Uloga transporta u sustavu upravljanje materijalom, fizičkom distribucijom i logistikom.....	10
Slika 3. Interdisciplinarnost strojnog učenja.....	15
Slika 4. Pojednostavljeni prikaz RFID TAG sustava.....	19
Slika 5. RFID TAG oznaka.....	20
Slika 6. Ilustracija konstelacije GPS satelita oko Zemlje.....	22
Slika 7. Korištenje GPS sustava u navigaciji u cestovnom prometu.....	23
Slika 8. Googleovi prototipovi autonomnih automobila.....	31
Slika 9. Беспilotna letjelica Feniks 4.....	34

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Vrste prometa i transporta.....	9
Tablica 2. Razine autonomnosti vozila.....	30

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Dinamika upotrebe RFID TAG tehnologije u europskim zemljama.....	20
Grafikon 2. Ukoliko umjetna inteligencija napravi pogrešku, tko bi trebao biti odgovoran za to? .....	32
Grafikon 3. Da li mislite da zbog automatizacije i robotizacije više neće biti potrebe za vašim radnim mjestom?.....	40
Grafikon 4. Udio radnika čije bi poslove mogla zamijeniti automatizacija i robotizacija prema stručnoj spremi.....	40
Grafikon 5. Da li je korištenje UI u transportu dobra stvar?.....	42
Grafikon 6. Biste li vjerovali autonomnim vozilima da vas voze ako su stope nesreća dokazano manje nego kada vozilom upravlja čovjek?.....	42
Grafikon 7. Koliko često koristite navigaciju?.....	43