

# Autonomni uređaji u poštanskom prometu

---

Čančarević, Monika

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:062280>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**AUTONOMNI UREĐAJI U POŠTANSKOM  
PROMETU**  
**AUTONOMOUS DEVICES IN POSTAL TRAFFIC**

Mentor: doc.dr.sc. Tomislav Kljak

Student: Monika Čančarević

JMBAG: 0135262945

Zagreb, lipanj 2024.

Zagreb, 23. travnja 2024.

Zavod: **Zavod za poštanski promet**  
Predmet: **Tehnologija poštanskog prometa I**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 7462

Pristupnik: **Monika Čančarević (0135262945)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Poštanski promet**

Zadatak: **Autonomni uređaji u poštanskom prometu**

### Opis zadatka:

U završnom radu potrebno je pregledno prikazati funkcijske značajke autonomnih uređaja ovisno o njihovim primjenama u pojedinim fazama prijenosa poštanskih pošiljaka ili drugim tehnološkim aktivnostima. Na primjerima pojedinih uređaja analizirati njihove tehničke značajke, dostignutu razinu autonomnosti i sl.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

doc. dr. sc. Tomislav Kljak

## **SAŽETAK**

Autonomni uređaji u poštanskom prometu osiguravaju mogućnost pronalaženja optimalnih načina prijama, sortiranja i dostave pošiljaka. Svaka ova poštanska usluga nosi sa sobom razne prednosti kao i nedostatke, kako bi se smanjili nedostaci potrebno je pronaći alternativne načine dostave. Pošta ih pronalazi u autonomnim uređajima poput robota, dronova, autonomnih vozila te u umjetnoj inteligenciji. Većina tih načina rješava nedostatke, međutim glavni nedostatak su veliki troškovi, osobito troškovi dostave. Za rješenje toga problema analizirane su faze dostave pošiljaka te troškovi svake pojedine faze. Primjenom autonomnih uređaja utvrđene su mogućnosti smanjenja troškova.

**KLJUČNE RIJEČI:** autonomni uređaji, troškovi dostave, dronovi, roboti, AI

## **SUMMARY**

Autonomous devices in postal traffic ensure the possibility of finding optimal ways of receiving, sorting and delivering shipments. Each of these postal services carries with it various advantages as well as disadvantages, in order to reduce the disadvantages it is necessary to find alternative means of delivery. The Post Office finds them in autonomous devices such as robots, drones, autonomous vehicles and artificial intelligence. Most of these solve the disadvantages, however the main disadvantage is the high costs, especially the shipping costs. To solve this problem, the phases of shipment delivery and the costs of each individual phase were analyzed. By applying autonomous devices, the possibilities of reducing costs have been determined.

**KEY WORDS:** autonomous devices, delivery costs, drones, robots, AI

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O POŠTANSKOM PROMETU .....	3
2.1    Prijenos vijesti i poruka u prapovijesti i antici .....	3
2.2    Prijenos vijesti i poruka uz pomoć tehnologije .....	3
2.3    Poštanski promet .....	4
3. AUTONOMNI UREĐAJI U FAZI PRIJAMA POŠTANSKIH POŠILJAKA .....	6
3.1    Prijam poštanskih pošiljaka .....	6
3.2    TISAK .....	7
3.3    Paketomat .....	8
3.3.1    Tehničke značajke paketomata .....	8
3.3.2    Dostupnost paketomata.....	9
3.3.3    Sigurnost paketomata .....	9
3.3.4    Funkcionalnost paketomata.....	10
4. AUTONOMNI UREĐAJI U FAZI SORTIRANJA POŠTANSKIH POŠILJAKA .....	12
4.1    Tehnički elementi stroja za sortiranje.....	12
4.2    Analiza tehničkih značajki stroja za sortiranje paketskih pošiljaka .....	13
4.2.1    Tehnički podaci stroja .....	14
4.2.2    Dijelovi stroja za sortiranje paketa.....	14
4.3    Analiza tehnoloških značajki stroja za sortiranje paketskih pošiljaka .....	15
4.4    Autonomni mobilni roboti.....	15
5. AUTONOMNI UREĐAJI U FAZI URUČENJA POŠTANSKIH POŠILJAKA.....	17
6. SMJERNICE RAZVOJA INOVACIJA U POŠTANSKOM PROMETU .....	20
6.1    Umjetna inteligencija.....	20
6.2    Autonomna vozila .....	21
6.3    Dronovi.....	22
6.4    Roboti.....	23
6.5    Slučajevi korištenja AMR- ova u poštanskim uslugama .....	25
6.5.1    AMR u pratnji poštara.....	26
6.5.2    Autonomna dostava iz poštanskih ureda .....	27
7. ZAKLJUČAK .....	29
LITERATURA .....	30
POPIS SLIKA .....	32
POPIS GRAFIKONA.....	33

<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>34</b>
<b>POPIS KRATICA .....</b>	<b>35</b>

# 1. UVOD

Predmet ovoga rada su autonomni uređaji prikazani kroz razne faze prijenosa poštanskih pošiljaka na primjeru Hrvatske pošte, ali i kroz usporedbu s drugim državama i autonomnim uređajima koje te države koriste.

Cilj pisanja rada o autonomnim uređajima u fazama prijema, sortiranja i uručjenja pošiljaka je istražiti kako primjena ovih tehnologija može unaprijediti efikasnost i brzinu procesa dostave pošte. Svrha je analizirati kako autonomni uređaji poput dronova i autonomnih vozila mogu optimizirati svaku fazu procesa, smanjiti ljudsku interakciju i potencijalne greške te omogućiti bržu i precizniju dostavu pošiljaka. Također u radu su istaknuti potencijalni izazovi i prepreke u implementaciji ovih tehnologija te su predložena moguća rješenja za poboljšanje postojećih poštanskih usluga.

Završni rad na temu „Autonomni uređaji u poštanskom prometu“ tematski je razrađen u 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Općenito o poštanskom prometu
3. Autonomni uređaji u fazi prijama poštanskih pošiljaka
4. Autonomni uređaji u fazi sortiranja poštanskih pošiljaka
5. Autonomni uređaji u fazi uručjenja poštanskih pošiljaka
6. Smjernice razvoja inovacija u poštanskom prometu
7. Zaključak

U drugom poglavlju rada općenito se raspravlja o poštanskom prometu kroz povijest, fokusirajući se na prijenos vijesti i kako se taj proces razvijao od prošlosti do današnjice, posebno uz korištenje suvremene tehnologije. Prikazuje se evolucija načina komunikacije putem pošte, istražujući kako su se tehnološki napredci odrazili na brzinu, sigurnost i dostupnost prijenosa informacija kroz vremenske periode.

U fazi prijama pošiljaka, važno je istražiti kako autonomni uređaji mogu efikasno generirati barkodove za svaku pošiljku za koju su uneseni podatci o pošiljatelju i primatelju. Korištenjem tehnologija koje koristi i Tisak, autonomni uređaji mogu automatski prikupiti, obraditi i označiti potrebne informacije na pošiljkama, čime se olakšava daljnji proces sortiranja i dostave. Integracija tih funkcionalnosti može značajno ubrzati cijeli proces poštanske distribucije i smanjiti mogućnost ljudskih pogrešaka.

U fazi sortiranja pošiljaka, istražuje se primjena različitih uređaja za sortiranje kako bi se optimizirao proces distribucije pošte. Uređaji poput automatskih sortirnih uređaja i robotskih ruku mogu biti ključni za brzo i precizno razvrstavanje pošiljaka prema odredištima. Korištenjem naprednih tehnologija poput umjetne inteligencije i strojnog učenja, ovi uređaji mogu efikasno identificirati, klasificirati i usmjeriti pošiljke prema odgovarajućim lokacijama, čime se povećava produktivnost i smanjuju troškovi u poštanskom sektoru.

U fazi uručenja pošiljaka, istražuju se mogućnosti primjene autonomnih robota i vozila za efikasnu dostavu pošiljaka korisnicima. Korištenjem autonomnih uređaja poput dostavnih robota ili bespilotnih letjelica, poštanske službe mogu ubrzati proces dostave, smanjiti troškove i povećati sigurnost pošiljaka. Ovi roboti i vozila opremljeni su naprednim tehnologijama poput GPS-a, senzora i umjetne inteligencije kako bi precizno dostavili pošiljke na odredišta, pružajući korisnicima brže i pouzdanije usluge dostave.

U šestom poglavlju istražuju se smjernice razvoja inovacija u poštanskom prometu uzimajući u obzir primjere drugih država. Analiziraju se najnoviji trendovi i tehnološka rješenja koja su implementirana u drugim zemljama kako bi se identificirale najbolje prakse i mogućnosti za unapređenje poštanskog sektora. Proučavanje inovacija u poštanskom prometu diljem svijeta može pružiti vrijedne uvide i inspiraciju za daljnji razvoj usluga i tehnologija u vlastitom okruženju.

Izvori korišteni u radu su internetski članci i knjige, kao i podatci prikupljeni iz vlastitih izvora.



## 2. OPĆENITO O POŠTANSKOM PROMETU

Poštanski promet prvi se puta pojavljuje u prapovijesti kada su glasnici poruke prenosili usmenim putem, tada se javlja i prijenos informacija za što se koriste konji kao i zaprežna kola. Uz to počinje se vršiti i prijevoz ljudi kao i robe. S pojavom tehnologije javljaju se i drugi oblici prijenosa informacija koji se i danas koriste. Međutim korištenjem poštanskog prometa javljaju se i sve veći problemi i troškovi.

### 2.1 Prijenos vijesti i poruka u prapovijesti i antici

U prapovijesnome razdoblju, vijesti i poruke su se prenosile usmenim putem na veće udaljenosti zbog nedostatka organizirane dostave. Trgovina je bila primarni oblik, odnosno sredstvo prijenosa informacija, a brzina širenja informacija uvelike je utjecala na količinu prometa i odvijanja trgovine. Osim hodanjem, informacije su se prenosile i putem konjanika ili korištenjem zaprežnih kola. Zaprežna kola također su se koristila i u prijevozu ljudi i robe.

Izgradnja cestovne mreže diljem Rimskog Carstva omogućila je prijenosu vijesti i informacija da dosegne visoku organiziranu razinu čak i u antičko doba. U to vrijeme za prijenos službenih poruka kao i prijevoz službenih osoba stvorena je državna prometna organizacija. Ipak, zaprežna kola, konjanici i pješaci i dalje su bili primarni oblik prijenosa informacija, baš kao i u prapovijesti. Što se kilometara tiče, pješak bi u najboljim uvjetima prevaljivao 70 kilometara na dan, dok je konjanik prelazio udaljenosti i do 200 kilometara. Sve poštanske usluge, koje su trebale privatne osobe, obavljali su glasnici, bilo da je riječ o robovima, trgovcima ili putnicima [1].

### 2.2 Prijenos vijesti i poruka uz pomoć tehnologije

Pojava tehnologije ima značajan utjecaj na dostavu pošiljaka. Korištenje autonomnih uređaja poput dronova i vozila omogućuje bržu i efikasniju dostavu. Uz to implementacija tehnologije poput umjetne inteligencije poboljšava preciznost sortiranja pošiljaka i smanjuje moguće greške. Praćenje pošiljaka u realnom vremenu također pruža korisnicima veću transparentnost i sigurnost u procesu dostave. Sve ove inovacije zajedno unapređuju iskustvo korisnika i optimiziraju proces dostave pošiljaka.

Tehnologija prepoznaje adrese na pošiljkama korištenjem naprednih sustava za prepoznavanje slika i umjetne inteligencije. Ti sustavi analiziraju vizualne informacije s pošiljaka, identificirajući ključne elemente poput adresa, poštanskih brojeva i imena primatelja. Kombinacijom algoritama za obradu slika i strojnog učenja, tehnologija može brzo i precizno prepoznati adrese čak i na nečitljivim rukopisima ili različitim formatima pošiljaka. Ovakav

pristup omogućuje pouzdano sortiranje pošiljaka i smanjuje mogućnost grešaka u procesu dostave.

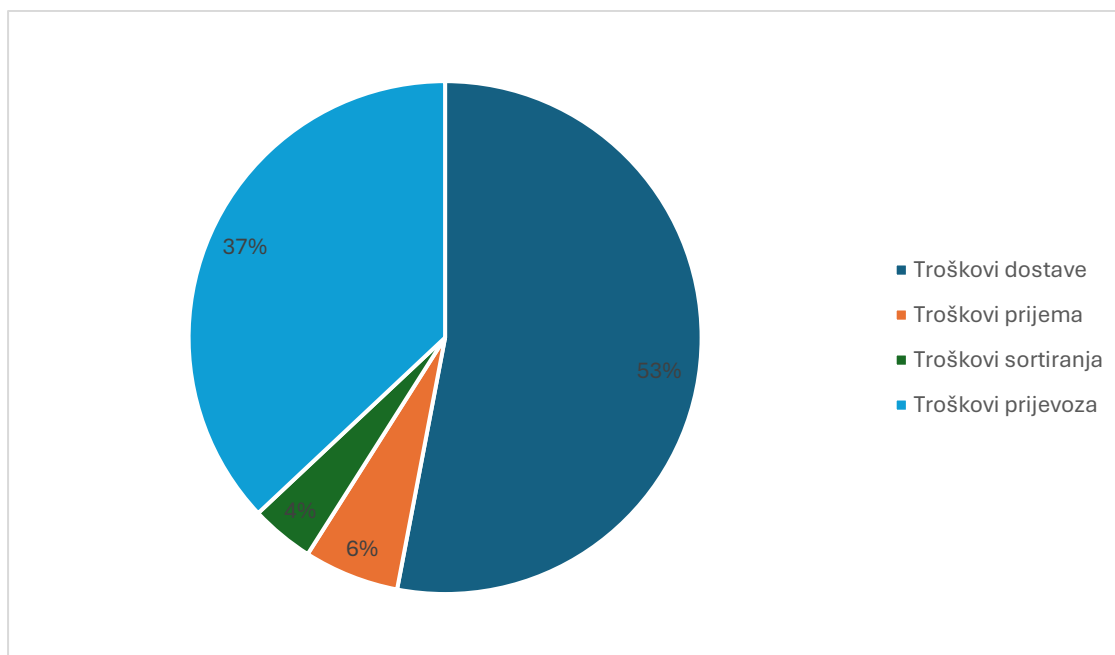
## 2.3 Poštanski promet

Poštanski promet obuhvaća niz poštanskih usluga kao što su prijam, usmjeravanje, prijenos i uručenje poštanskih pošiljaka koje obavljaju poštanske organizacije.

U poštanske pošiljke spadaju:

- pismovne pošiljke
- paketi
- preporučene pošiljke
- pošiljke s označenom vrijednosti
- pošiljke za slijepe
- izravna pošta
- tiskanice.

Poštanska djelatnost ima niz problema, no ključni problem su troškovi vezani uz samu dostavu. S obzirom na to da imaju vrlo bitnu ulogu u cijelom procesu dostave pošiljaka vrlo je bitno smanjiti troškove dostave, a kako bi se za to našao način potrebno je cjelokupne troškove promatrati i analizirati. Svi troškovi koji se pojavljuju za vrijeme dostave prikazani su na grafikonu 1. gdje je vidljivo koji troškovi ulaze u najveći postotak, a koji u najmanji. Najveći troškovi javljaju se upravo kod same dostave, odnosno kod troškova zadnje milje [2].



Grafikon 1. Podjela troškova prema fazama prijena pošiljaka

Izvor: izradila autorica

Isporuca pošiljaka do zadnje milje označava njihovo premještanje, odnosno slanje od distribucijskog centra do vrata kupca, što je konačno odredište dostave. Dostava robe na adresu kupca što preciznije, brže i povoljnije je cilj dostave zadnje milje.

Međutim tu se javljaju brojni problemi, a najčešći problemi koji se pojavljuju kod dostave su:

- manje prosječne brzine,
- veći broj zaustavljanja zbog kojeg dolazi do praznog hoda automobila i zastoja u prometu,
- neuspjele isporuke,
- složenije rute koje dovode do većeg broja kilometara,
- povrat novaca,
- povrat ili zamjena robe.

Različiti dijelovi grada imaju niže prosječne brzine u odnosu na druge, što zahtijeva zaustavljanje ili usporavanja vozila, a zbog toga dolazi do smanjenja prosječne brzine, ali i povećanja potrošnje goriva. Ne raste samo potrošnja goriva, nego uz to raste i vrijeme potrebno za dostavu pošiljke [2].

Poštanska služba koristi sljedeće strategije za smanjenje troškova povezanih s dostavom:

- praćenje narudžbi u stvarnom vremenu i automatsko obavještanje o dostavi kako bi se izbjegla ponovna dostava pošiljaka,
- planiranje ruta koje uzima u obzir rokove i dodatna ograničenja,
- korištenje aplikacija koje vozačima daju precizne informacije u stvarnom vremenu
- sposobnost brze prilagodbe promjenama kao što su bolesti vozača.

## 3. AUTONOMNI UREĐAJI U FAZI PRIJAMA POŠTANSKIH POŠILJAKA

Kada je riječ o autonomnim uređajima u fazi prijama pošiljaka bitno je istaknuti njihove prednosti kod slanja pošiljaka. Jedan od primjera autonomnog uređaja za prijam pošiljaka je paketomat koji značajno ubrzava slanje pošiljaka, smanjuje potrebu za djelatnikom te nema potrebe za čekanjem u redovima. Zbog toga su ovi uređaji sve prisutniji kod prijama pošiljaka, a važno je istaknuti i njihovu efikasnost i sigurnost.

### 3.1 Prijam poštanskih pošiljaka

Prvi tehnološki korak u procesu prijenosa poštanskih pošiljaka naziva se tehnologija prijama, a odvija se kada se pošiljke primaju od pošiljatelja zbog samoga prijenosa te uručjenja primatelju.

Faza započinje unaprijed dogovorenom radnjom ili usmenim zahtjevom pošiljatelja za prijenosom pošiljke, a završava izdavanjem Potvrde o prijemu pošiljke i stavljanjem žiga na poštanske marke.

Tehnološka faza prijama obuhvaća:

- prijam univerzalnih, ekspresnih i kurirskih pošiljaka,
- prijam običnih i knjiženih pošiljaka,
- pojedinačan i skupan prijam,
- skupan prijam sa i bez ugovora,
- manualan i strojni prijam,
- prijam u unutarnjem i međunarodnom prometu [3].

Načini i tehnološki postupci prijama ovise o mjestu prijama, vrsti pa tako i o samoj kategoriji pošiljke, razini automatizacije i informatizacije kao i zahtjevima carinjenja. Tehnološki postupci i primjerena tehnička sredstva u obradi poštanskih paketa razlikuju se u odnosu na pismovne pošiljke standardnih dimenzija zbog izražene trodimenzionalnosti i mase paketa.

U tehnologiji pojedinačnog prijama vrijednosnog paketa su sljedeći postupci:

1. korisnik predaje paket i Prijamni list s popratnicom
2. provjerava da li paket odgovara Općim uvjetima i stavlja vrijednost koju paket ima za primatelja
3. utvrđuje masu i piše je na paket u deseticama
4. lijepi potrebne naljepnice u gornji desni kut
5. obračunava poštarinu prema tipizaciji, stopi težine, zoni udaljenosti, vrijednosti te eventualno zatraženim posebnim i ostalim uslugama
6. popunjava službenim podacima sve dijelove Prijamnog lista s popratnicom

7. plaća poštarinu i vraća novac s Potvrdom
8. upisuje paket u Račun i arhivira Prijamni list.

Tehnološka faza prijama razlikuje tehnologiju:

- pismovnih tako i paketskih pošiljaka,
- običnih kao i knjiženih pismovnih pošiljaka
- LC i AO pismovnih pošiljaka.

Tehnološka faza otpreme sastavljena je iz dvije podfaze koje uključuju otprema iz poštanskog ureda (koncentracija) i otpremu iz poštanskog središta (razradu).

Preuzimanje poštanskih pošiljaka od pretplatnika poštanskih usluga može se odvijati putem pristupnih točaka, kao i na adresi pošiljatelja u skladu sa smjernicama propisanim odredbama Zakona i općim uvjetima davatelja poštanskih usluga [3].

## 3.2 TISAK

U Hrvatskoj pošti trenutno se proces prijama pošiljaka odvija na šalterima gdje radnice ručno popunjavaju sve podatke o pošiljatelju i primatelju u sustav te lijepe potrebne naljepnice. Ovaj tradicionalni način rada može biti spor i podložan ljudskim greškama. Međutim, postoji modernija metoda koju nudi TISAK, gdje se podaci mogu unijeti putem internetskog sučelja, isprintati s bar kodom te jednostavno skenirati pri prijemu pošiljke.

Korištenje TISAK-ovog sustava za popunjavanje podataka o pošiljatelju i primatelju putem interneta, vidljivog na slici 1., prije samog prijama pošiljke donosi brojne prednosti. Prvo omogućava brže i preciznije unošenje informacija jer se podaci unose jednom te se zatim samo skeniraju pri preuzimanju pošiljke, čime se eliminira potreba za ručnim unosom podataka svaki put. Uz to upotrebom bar koda olakšava se identifikacija pošiljke i smanjuje mogućnost pogrešaka prilikom ručnog upisivanja informacija [4].

Jedan od ključnih nedostataka tradicionalnog načina rada je mogućnost grešaka te mala brzina obavljanja usluge, ali i greške koje mogu nastati prilikom ručnog unosa podataka. Radnici na šalterima mogu biti opterećeni velikim brojem pošiljaka koje moraju ručno obraditi, što može dovesti do dužih čekanja i mogućih pogrešaka u unosu podataka. Također, ručno lijepljenje naljepnica može biti vremenski zahtjevno i podložno greškama.

Korištenje TISAK-ovog sustava za popunjavanje podataka putem interneta može donijeti brojne prednosti, uključujući brže i preciznije unošenje informacija te olakšavanje identifikacije pošiljke putem bar koda. Osim toga, implementacija tehnologija poput prepoznavanja bar koda i upotreba umjetne inteligencije za obradu pošte može dodatno unaprijediti procese i povećati efikasnost dostave. Praćenje pošiljki u realnom vremenu također može biti ključno i za poboljšanje usluga dostave. Postoji puno prostora za inovacije i napredak u području poštanskih usluga korištenjem autonomnih uređaja i tehnologija [4].

SLANJE PAKETA U HRVATSKU

## PODACI O PRIMATELJU

Ime *	Prezime *	Email *	091 ▼ Mobitel * (12345)
Ulica i kućni broj *	Poštanski broj *	Grad/mjesto *	Odredište * ?

\*Sva polja su obvezna za unos. Tisak plus d.o.o. se odriče odgovornosti u slučaju otuđenja paketa zbog krivo unesenih podataka.

SLJEDEĆI KORAK >

Slika 1. Tisak – obrazac za slanje paketa

Izvor: [4]

### 3.3 Paketomat

Paketomat predstavlja jednu od inovacija u poštanskom poslovanju, omogućuje slanje i primanje paketa 24 sata dnevno, svaki dan u tjednu. Usluga korištenja paketomata donosi velike prednosti korisnicima dopuštajući im slanje i primanje paketa prema njihovim potrebama, u vremenu koje im odgovara bez čekanja u redovima. Također dodatna prednost paketomata je što imaju pretince različitih dimenzija, što omogućuje slanje i primanje pošiljaka različitih veličina.

#### 3.3.1 Tehničke značajke paketomata

Na tablici 1. prikazane su dimenzije pretinaca paketomata:

Tablica 1. Dimenzije paketomata

	visina	širina	dubina
XS pretinac	9	16	64
S pretinac	9	38	64
M pretinac	19	38	64
L pretinac	39	38	64

Izvor: izradila autorica

Zbog svoje praktičnosti i prikladnosti korištenja, paketomati, odnosno automatizirani uređaji koji se koriste za preuzimanje i slanje paketa zadnjih godina postaju sve popularniji. „Dostavni automati“ ili „paketni ormari“ drugi su uobičajeni nazivi za njih. Koristeći paketomat korisnici mogu jednostavno preuzeti i poslati pakete bez čekanja u redovima u poštanskim uredima zahvaljujući inovativnom načinu dostave koji kombinira tehnologiju i praktičnost [5].

### **3.3.2 Dostupnost paketomata**

Paketomati se mogu pronaći na raznim lako dostupnim mjestima, uključujući trgovačke centre, poslovne zgrade, stanice javnog prijevoza i drugim prometnim čvorištima. Paketomati se obično sastoje od više ormarića ili pretinaca, koji su opremljeni sigurnosnim mehanizmima kao što su kodovi za otključavanje pretinaca ili sustav za nadzor. Automatizirani proces koji zahtijeva davanje osobnog identifikacijskog koda ili skeniranja QR koda koji korisnici dobiju prilikom naručivanja ili dostave paketa, omogućuje korisnicima jednostavno preuzimanje svojih paketa.

Činjenica da su paketomati dostupni korisnicima sedam dana u tjednu, 24 sata dnevno, jedna je od njihovih glavnih prednosti. Korisnici mogu pristupati paketomatu kada to njima najviše odgovara, neovisno o tome jesu li trgovina ili pošta uz koje se paketomat nalazi otvoreni. Korisnici s užurbanim rasporedom ili oni koji žive na mjestima gdje usluge redovite dostave nisu uvijek dostupne ili praktične shvaćaju važnost paketomata [6].

### **3.3.3 Sigurnost paketomata**

Paketomati ne nude samo praktičnost, nego nude i sigurnost korisnicima. Kada se paketi šalju na paketomat, nema potrebe da se ostavljaju susjedima ili na kućnom pragu gdje su izloženi vanjskim uvjetima kao i raznim neprilikama. Ormarići paketomata su zaključani, a svakom korisniku šalje se posebna šifra, koju samo on zna te nema rizika da će netko drugi preuzeti njegov paket. To korisnicima paketa pruža veću sigurnost, ali i smanjuje mogućnost oštećenja ili krađe pošiljke.

S obzirom na razvoj poštanskih usluga, pojava paketomata pozitivan je korak prema ponudi najsuvremenijih, sigurnijih, ali i bržih usluga dostave. U Republici Hrvatskoj sve veći broj paketomata ističe razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologija i potražnje korisnika za praktičnijim načinom preuzimanja paketa.

Pošiljke koje su preusmjerene na paketomat isporučuju se kao i pošiljke koje su već u početku adresirane na paketomat. Korisnik kada unese PIN ili skenira bar kod potreban za otvaranje pretinca preuzima svoj paket. O mogućnosti preusmjeravanja paketa korisnik bude obaviješten putem SMS poruke ili e- pošte u kojoj prima poveznicu koja mu omogućava preusmjeravanje paketa.

Rok podizanja paketa iz paketomata je pet dana od primanja obavijesti, odnosno SMS poruke ili e-maila. U obavijesti se nalaze sve potrebne informacije, uključujući PIN kao i sam rok preuzimanja, a dvanaest sati prije isteka roka, ponovno primamo obavijest o tome, ali ako i unatoč tome korisnik u zadanom roku ne dođe preuzeti svoj paket, paket će se vratiti pošiljatelju.

### 3.3.4 Funkcionalnost paketomata

Paketomati su složeni sustavi, prikazani na slici 2., koji integriraju različite hardverske i softverske elemente kako bi korisnicima omogućili preuzimanje i dostavu paketa na jednostavan i siguran način.

Njihova funkcionalnost koja se sastoji od više važnih komponenti, temeljni je dio cijelog sustava koji obuhvaća bitne aspekte.

Skladištenje paketa primarna je funkcija paketomata. Višestruki ormarići koji čine sustav paketomata namijenjeni su čuvanju paketa. Budući da je svaki ormarić jedinstveno identificiran, sustav omogućuje točno praćenje lokacije paketa u sustavu. Skladištenje paketa postavljeno je tako da se svaki paket postavlja u odgovarajući pretinac prema veličini, težini i dimenzijama [7].

Identifikacija korisnika još je jedna ključna značajka paketomata. Autentifikacija je potrebna da se osigura da samo pravi vlasnik može pristupiti paketima kako bi ih preuzeo. Svoj identitet može potvrditi skeniranjem QR koda ili unošenjem PIN-a koji je dobio prilikom narudžbe [7].

Treća primarna značajka stroja je automatsko otvaranje pretinca. Sustav automatski otvara pretinac u kojem se nalazi paket korisnika koji je uspješno autentificiran i ispravno identificiran. Kao rezultat toga korisnici mogu jednostavno pristupiti paketu bez potrebe za daljnjom pomoći ili intervencijom djelatnika. Brzo i učinkovito pronalaženje paketa zajamčeno je automatskim mehanizmom za otvaranje pretinca čime se smanjuje vrijeme koje korisnik provodi na paketomatu preuzimajući paket.

Još jedna ključna značajka paketomata je njegova sposobnost da obavijesti korisnika o napredovanju njihova paketa. Korisnici često žele ažuriranje informacija o njihovim pošiljkama i izmjenama rasporeda dolaska paketa, što je ovom funkcionalnošću omogućeno. Sustav paketomata može automatski slati obavijestima korisnicima putem SMS poruke ili e-maila kao i raznih mobilnih aplikacija. Zbog toga korisnici mogu unaprijed planirati preuzimanje paketa na paketomatima i planirati svoj raspored unaprijed uz pouzdanost i sigurnost koje im ove obavijesti nude.

Funkcionalnost paketomata ključno je za osiguravanje korisnicima učinkovitu i kvalitetnu uslugu. Zadovoljstvo korisnika i besprijekoran rad sustava omogućeni su integracijom hardverskih i softverskih komponenti. Paketomati nude praktičnu, sigurnu i jasnu metodu preuzimanja i dostave paketa uz identifikaciju korisnika, automatsko otvaranje



pretnaca te slanje poruke o statusu pošiljke. Ove značajke omogućuju korisnicima moderno i prilagođeno iskustvo ključno za rast poštanskih usluga [7].



*Slika 2. Paketomat*

Izvor: [6]

## 4. AUTONOMNI UREĐAJI U FAZI SORTIRANJA POŠTANSKIH POŠILJAKA

Sortiranje pošiljaka je proces organiziranja i razvrstavanja poštanskih pošiljki prema odredištu ili drugim kriterijima kako bi se omogućila učinkovita dostava. To uključuje razdvajanje pošiljki prema njihovim odredištima ili vrstama, što olakšava brže i preciznije isporuke.

Pošiljke se razvrstavaju prema odredištima korištenjem različitih tehnika poput automatskog sortiranja s pomoću strojeva, ručnog sortiranja prema poštanskim brojevima ili adresama te upotrebom tehnologija poput sustava za prepoznavanje slika i umjetne inteligencije. Ove tehnike omogućuju brzo i precizno razvrstavanje pošiljaka prema njihovim konačnim odredištima kako bi se olakšala učinkovita dostava.

Autonomni strojevi poboljšavaju dostavu pošiljaka na nekoliko načina. Oni omogućuju brže i preciznije sortiranje pošiljaka prema odredištima, smanjujući vrijeme potrebno za pripremu pošiljaka za dostavu. Također, korištenje autonomnih strojeva može smanjiti troškove dostave, povećati efikasnost i smanjiti moguće greške u sortiranju pošiljaka. Ova tehnologija također može omogućiti praćenje pošiljaka u stvarnom vremenu, što dodatno poboljšava iskustvo korisnika i povećava transparentnost u procesu dostave [8].

Autonomni strojevi koriste različite tehnologije poput sustava za prepoznavanje slika i umjetne inteligencije kako bi precizno sortirali pošiljke. Ti sustavi omogućuju strojevima da identificiraju adrese, poštanske brojeve ili druge ključne informacije na pošiljkama te ih razvrstavaju prema odredištima ili drugim kriterijima. Ova tehnologija omogućuje brzo i efikasno sortiranje velikog broja pošiljaka s visokom točnošću.

Ključno je točno napisati adresu na koju se pošiljka šalje kako bi se skratilo vrijeme potrebno za uručenje pošiljke. Ako adresa nije napisana čitko ili je napisana netočno postoji mogućnost da pošiljka zapne u slanju te to produžuje vrijeme dostave.

### 4.1 Tehnički elementi stroja za sortiranje

Hrvatskoj pošti u Branimirovoj ulici u Zagrebu svečano je pušteno u rad šest novih sustava za automatsko sortiranje, jedan u Splitu, a ostalih pet u Zagrebu.

Hrvatska pošta u udarnim danima primi i do 2,5 milijuna pošiljaka. Sustavi za automatsku otpremu i razvrstavanje jamče bržu isporuku na adrese korisnika, brzinom već od 230 000 pošiljaka na sat s izuzetnom preciznošću.

Nove tehnologije u potpunosti zadovoljavaju zahtjeve hrvatskog tržišta koje postaje sve dinamičnije, a prilagođene su potrebama Hrvatske pošte kako sada tako i u budućnosti. Ne samo da se ubrzalo sortiranje nego se povećala i točnost. Kako bi se dodatno smanjila

moćnost pogreške prilikom pakiranja pošiljaka za isporuku, razvijeni su algoritmi koji prepoznaju duga imena ulica, sela i poštanskih ureda [8].

Sposobnost Hrvatske pošte da sama automatski sortira ogromne količine paketa velika je prednost nove tehnologije. Osim što to omogućuje pružanje korisnicima brže i bolje usluge, novi sustavi utječu i na djelatnike jer im omogućuju rad na strojevima uz ulaganje u njihovu stručnost i vještine kako bi mogli upravljati strojevima. Poštari također imaju koristi od novih strojeva jer oni ubrzavaju proces pripreme paketa za dostavu, što poboljšava proces dostave unutar njihova rajona. Slika 3. prikazuje jedan takav uređaj za sortiranje pošiljaka za isporuku.



*Slika 3. Sortirni uređaj Hrvatske pošte*

Izvor: [8]

## **4.2 Analiza tehničkih značajki stroja za sortiranje paketskih pošiljaka**

U okviru investicijskog održavanja izvršena je zamjena dotrajale opreme, te poboljšanja na elektro opremi postrojenja za transport i razdiobu paketa u Glavnom poštansko-prometnom centru Zagreba. Postrojenje za transport i razdiobu paketa izvedeno je po sistemu švicarske firme, a napravljeno je i pušteno u pogon 1970. godine.

Kao što je već rečeno, projekt i inženjering za cijelo transportno postrojenje i čeličnu konstrukciju izradila je švicarska firma, dok je projekt i inženjering za električni dio postrojenja izradilo poduzeće „Rade Končar“, Zagreb [9].

### 4.2.1 Tehnički podaci stroja

Pogonski napon -380 V, 50 Hz

Upravljački napon-220 V, 50 Hz

Ukupna instalirana snaga - cca 40 kW

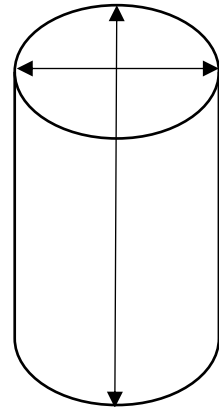
Valjci - ukupno 23 valjaka, 22 velika i 1 manji valjak

Pad po dužini valjaka 15 %

-širina valjaka 80 cm

-dužina valjaka 220 cm

Jedan od valjaka prikazan je na slici 4. gdje su strelicama označene njegove dimenzije.



*Slika 4. Dimenzije valjka*

Izvor: [9]

### 4.2.2 Dijelovi stroja za sortiranje paketa

Stroj za sortiranje paketa sastoji se od sljedećih bitnih dijelova:

a) dovodni transporteri:

- dovod s ceste i željeznice
- dovod iz pošte

b) kružni transporteri

c) razdioba:

- razdiobni transporter V1 s pripadnim elektromehaničkim skretnicama
- razdiobni transporter V2 s pripadnim elektromehaničkim skretnicama
- sabirni transporteri

d) elektrooprema za napajanje, zaštitu, upravljanje i signalizaciju:

- razvodni ormar +C1 s elementima napajanja, zaštite, upravljanja i signalizacije
- razvodni ormar +C2 s elementima upravljanja i signalizacije

- kodirano mjesto uz traku VI
- elektromehanička memorija i fotoćelija uz traku VI
- kodirano mjesto uz traku V2
- elektromehanička memorija i fotoćelija uz traku V2
- komandno signalni elementi uz traku 1
- komandno signalni elementi uz traku 2
- oprema za signalizaciju popunjenosti (zasićenja) [9].

### **4.3 Analiza tehnoloških značajki stroja za sortiranje paketskih pošiljaka**

Iako je sama tehnologija znanost sama po sebi, također je vrlo praktična i operativna disciplina čiji je zadatak efikasno i efektivno optimizirati proizvodni proces. Kada se određeni proizvodni proces mora poboljšati, očito je da je tehnologija operativna i praktična jer se njezin uspjeh može brzo i lako kvantificirati i očituje se povoljnim ekonomskim ishodima.

Učinak uređaja prikazan je:

- brzinom kretanja trake
- vremenom potrebnim za rad skretnica
- tehničkim uvjetima sustava.

Broj razdiobnih transportera: 2

Broj smjerova za razdiobu: 7+1

Kapacitet postrojenja:

- maksimalno - 2400 paketa/sat
- realno - 1440 paketa/ sat

### **4.4 Autonomni mobilni roboti**

Autonomni mobilni roboti (AMR) koriste senzore i navigacijske tehnologije transportirati robu po otvorenom prostoru bez potrebe da ih čovjek kontrolira.

Različiti oblici autonomnih robota godinama su korišteni u poštanskim centrima za sortiranje, za premještanje kontejnera i paleta između strojeva za sortiranje.

Nedavni napredci u tehnologiji automatizacije proširili su raspon i složenost zadataka koje roboti mogu obavljati, što ih čini sve prikladnijima za koristiti u stvarnom svijetu. Tvrtke poput Postmatesa testirale su dostavu hrane i praktičnih artikala u odabranim gradovima. Privučeni potencijalom smanjenja troškova rada i omogućujući nove poslovne modele dostave, pošte u Njemačkoj, Estoniji, Švicarskoj, Portugalu i Australiji testirale su najnoviju generaciju robota kako u poštanskim objektima tako i na ulicama [10].

AMR-ovi bi za poštanske sortirnice donijeli brojne prednosti, ali bi zahtijevali i velike promjene.

Posljednja tri desetljeća poštanska je služba povremeno testirala različite verzije AMR-ova za premještanje pošte unutar objekata, pokazujući sposobnost ove tehnologije za zamjenu ručnih vozila i uštedu radnih sati. Poštanska bi služba također mogla razmotriti testiranje ne samo AMR-ova za teške uvjete rada kao što su autonomni viličari i tegljači nego i novije, manje AMR-ovi koji su više okretni.

To bi moglo pomoći:

- proširiti automatizaciju izvan prijenosa pošte s jednog stroja na drugi
- uključiti složenije zadatke kao što je spajanje kontejnera na AMR-ove, stavljanje paketa na strojeve za sortiranje, te utovar i istovar kamiona
- povećati broj centara za sortiranje koji trenutno mogu primiti AMR-ovi, budući da manji AMR-i ne zahtijevaju toliko slobodnog prostora kao veliki autonomni tegljači, viličari i dizalice za palete
- ubrzati obradu premještanjem manjih paketa uz minimalan ljudski rad.

Ovo nudi mogućnost obrade većih količina bez potrebe za dodatnim prostorom.

Dugoročno, učinkovitosti ove najnovije generacije AMR-a zahtijeva dobro razrađen koncept operacija koji je više usmjeren na AMR. To posebno uključuje usklađivanje ostalih komponenti lanca vrijednosti prijevoza, do bržeg tempa sortiranja i prilagodbe sortiranja središnjeg rasporeda za najbolju prilagodbu AMR-u [10].

## 5. AUTONOMNI UREĐAJI U FAZI URUČENJA POŠTANSKIH POŠILJAKA

Posljednji konačni tehnološki korak u prijenosu poštanskih pošiljaka je uručenje, koje uključuje najprije pripremu stvari za dostavu, a potom njihovu stvarnu dostavu. Uručenje počinje kada zaključci pristignu u poštanski ured na odredištu, a završava kada je pošiljka predana primatelju.

Osnovni načini uručjenja pošiljaka su:

- dostava u stanu ili poslovnoj prostoriji primatelja
- isporuka pošiljaka primatelju u poštanskom uredu
- vraćanje pošiljatelju, ako je neuručiva.

Budući da za svaku zajednicu mora postojati sustav dostave, područja dostave podijeljena su na:

- uža
- šira
- najšira.

Općenito govoreći, lokacija pošte u kojoj se dostava obavlja pet puta tjedno ubraja se u uže dostavno područje.

Dostava se vrši na nekim područjima tri puta tjedno, to područje naziva se šire dostavno područje, a nalazi se izvan granica užeg područja dostave do udaljenosti od 10 kilometara mjereno na javnoj cesti.

Kada govorimo o granicama najšireg dostavnog područja, to obuhvaća dostavno područje gdje se dostava obavlja dva puta tjedno i uključuje rijetko naseljena područja [9].

Osnovni sadržaj uručjenja pošiljaka može se promatrati kroz tri skupine tehnoloških postupaka i s njima vezanih organizacijskih rješenja. To su:

1. priprema za uručenje
2. dostava pošiljaka
3. isporuka pošiljaka.

Tehnološki postupci pripreme za uručenje slijede nakon razvrstavanja i otvaranja svežnjeva odnosno podjele pošiljaka i predodređeni su vrstom i kategorijom pošiljaka.

Potrebno je razdvojeno razmatrati:

- pripremu običnih pismovnih pošiljaka za dostavu i isporuku
- pripremu pošiljaka s Potvrdom o primitku
- pripremu paketa za dostavu i isporuku u poštanskom uredu
- pripremu EMS pošiljaka za dostavu.

Obveze pružanja univerzalnih poštanskih usluga, javni operater je dužan obavljati svaki radni dan na adresu fizičke ili pravne osobe, osim u slučajevima propisanim pravilnikom.

Kada je poštanska pošiljka poslana na kućnu adresu ili mjesto poslovanja pravne osobe, smatra se da je uručena kada stigne na sljedeća mjesta:

- primatelju ili drugoj osobi ovlaštenoj Zakonom,
- ubacivanje pošiljke u kućni kovčežić ili skupni kovčežić za pošiljke za koje se ne izdaje potvrda o primitku pošiljke,
- ubacivanje obavijesti o prispjeću pošiljke u kućni kovčežić ili skupni kovčežić za preporučene pošiljke, pošiljke s označenom vrijednosti i pakete te pošiljke koje zbog svojih dimenzija ili oblika nije moguće ubaciti u kućni ili skupni kovčežić, u slučaju kada se uručenje nije moglo obaviti osobno primatelju ili drugoj osobi ovlaštenoj za uručenje pošiljke, sukladno Zakonu,
- ostavljanje obavijesti o prispjeću pošiljke u kućni kovčežić ili skupni kovčežić, za pakete u mjestima gdje nije organizirana dostava paketa.

Javni operater dužan je dostavu obavljati najmanje dva radna dana u tjednu koji nisu uzastopni za fizičke i pravne osobe za koje se dostava ne obavlja svaki radni dan.

Kada pošiljatelj dobije obavijest o prispjeću pošiljke, javni operater je dužan dostaviti mu pošiljku u razumnom roku [9].

Ključna komponenta tehnologije i organizacije uručenja je dostava pošiljaka. Glavna pitanja u razradi dostave su:

- određivanje područja dostave,
- izbor sustava dostave (centralizirani, decentraliziran, kombinirani, integrirani s motoriziranom dostavom),
- dostava pošiljaka s obzirom na vrste pošiljaka (mješovita i posebna),
- praćenje performansi listonoše,
- jednostavni protokoli isporuke.

Budući da odabir sustava organizacije dostave paketa u pravilu dolazi nakon rješenja dostave paketa, tehnologije i organizacije dostave, odnosno predaje paketa u poštanskom uredu, usko su vezane uz dostavu paketa.

Za dostavu se koriste razni načini dostave, uključujući dostave cjevovodima, željeznicama, cestama, vodom kao i različitim kontejnerskim sustavima. Posljednjih godina intermodalni sustavi dobivaju sve veću pozornost. Međutim do danas poštanska služba nije izvršila dostavu robota pilota, ali prati razvoj tehnologije.

Koristi poštanske usluge za pilot AMR-ove u isporuci uključuju:

- isporuku uz pratnju, gdje bi je pratili roboti koji prevoze poštu i pakete nosači koji im pomažu da brže obave svoj posao uz manje fizičkog napora,



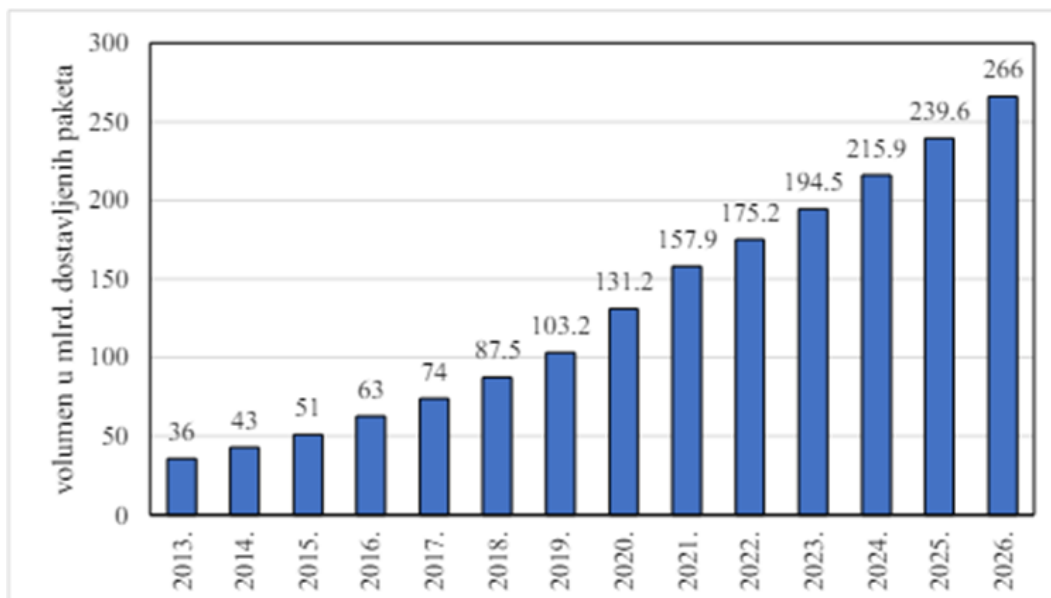
- neovisna dostava, gdje bi roboti dostavljali pakete primateljima izravno i sami, bez prijevoznika koji putuje s njima [11].

U usporedbi s AMR-ovima u pogonima, korištenje robota u isporuci je previše ekonomično i tehnološki nezrelo da bi se moglo kratkoročno skalirati, posebno za aplikacije za dostavu neovisnih robota. Međutim, isplatit će se nastaviti pratiti tehnički, ekonomski i regulatorni napredak AMR-ova isporuke, kao i početi testirati AMR-ove što bi se moglo provesti ranije i s manje smetnji u radu od neovisnih robota za dostavu.

Tijekom pilotiranja i eksperimentiranja s AMR tehnologijama, kako u sortirnim centrima tako i u isporuci, poštanska bi služba trebala razmotriti kako bi roboti mogli eventualno promijeniti poštansku mrežu u budućnosti.

Posljednjih godina bilježi se brži napredak tehnologije, što je dovelo do rasta usluga na zahtjev putem digitalnih kanala. Ove usluge korisnicima su omogućile trenutni pristup uslugama u raznim industrijama, uključujući dostavu hrane, e-trgovinu pa čak i zdravstvenu skrb. Također nude povoljnu i brzu dostavu, koja se ponekad događa isti dan. Zbog pandemije Covid-19 i strogih ograničenja kako bi se smanjilo širenje zaraze, ljudi su počeli sve više kupovati online, a to ubrzava rast trenda kupnje putem interneta.

Kao što se vidi u grafikonu 2. isporuka paketa generirala je više od 131 milijardu paketa diljem svijeta u 2020., što je gotovo četiri puta više nego 2013. godine. Procjena je da će se globalna distribucija povećati na 266 milijardi pošiljaka, već 2026.-e godine, u odnosu na 131,2 milijarde koje su isporučene 2021. godine [11].



Grafikon 2. Količina dostavljenih paketa u svijetu do 2020.-e, te procjena do 2026.-e godine

Izvor: [11]

## 6. SMJERNICE RAZVOJA INOVACIJA U POŠTANSKOM PROMETU

Napredak je također doveo do razvoja novih metoda isporuke, koje pod utjecajem tehnološkog razvoja, poboljšavaju učinkovitost isporuke i omogućuju veću prilagodbu kako bi se zadovoljile potrebe potrošača. Pregled „zadnje milje“ i autonomne dostave dan je u ovom dijelu rada.

### 6.1 Umjetna inteligencija

Umjetna inteligencija AI je tehnologija koja omogućuje strojevima da uče na svojim pogreškama, također se mogu prilagođavati novim ulazima, ali i obavljati poslove kao što to rade ljudi. Umjetna inteligencija oslanja se na obradu prirodnog jezika i dubokog učenja.

Upotrebom ove tehnologije, računala se uče i prilagođavaju obavljanju i obrađivanju velikih količina podataka kao i identifikaciji obrazaca i podataka kao bi mogla obaviti određene zadatke.

Primjene umjetne inteligencije ima veliku važnost koja se očituje u:

- automatiziranju ponavljajućeg učenja i otkrivanja vođenog podacima,
- dodavanje veće inteligencije već postojećim stavkama,
- prilagodba s pomoću algoritama progresivnog učenja,
- korištenje dubljih neuronskih mreža za postizanje veće točnosti,
- izvlačenje maksimuma iz informacija,
- izvlačenje maksimuma iz podataka [12].

Umjetna inteligencija u poštanskoj djelatnosti svoju primjenu pokazuje kroz dvije kategorije, a to su primjene u:

- skladišnim operacijama i
- dostavi poštanskih pošiljaka.

Što se tiče umjetne inteligencije u skladišnim operacijama primjena je vidljiva u korištenju:

- tehnologije barkoda,
- RFID tehnologije,
- robota,
- računalnog prepoznavanja i
- senzorske tehnologije [12].



*Slika 5. Vrste barkoda*

Izvor: [13]

Dvije vrste najčešće korištenog barkoda prikazane su na slici 5. Na lijevoj strani može se vidjeti jednodimenzionalni crtični kod s nizom paralelnih linija različite debljine. Dok je na desnoj strani vidljiv dvodimenzionalni barkod u obliku različitih simbola poput pravokutnika, šesterokuta ili točaka.

Primjena oba barkoda eliminira potrebu za ljudskim unosom podataka o pošiljkama. Dvodimenzionalni barkod može sadržavati veće količine podataka u odnosu na jednodimenzionalni [13].

## 6.2 Autonomna vozila

Potreba za autonomnim rješenjima dostave porasla je dijelom zbog pandemije. Niži troškovi dostave rezultat su korištenja tehnologije autonomne dostave. Američka vojska trebala je vozila za dostavu materijala te su se iz tog razloga razvila autonomna vozila. Unatoč tome, postojala je potreba i za distribucije manjeg tereta, a rješenje se vidjelo u autonomnim vozilima. Očekuje se da će autonomna vozila u budućnosti isporučivati 78 % artikala na globalnoj razini, a tradicionalna dostava oko 20 % [14].

Prva tvrtka koja je pokrenula dostavu autonomnim vozilima je tvrtka Nuro, u Kaliforniji. Korištenjem Toyotina vozila Prius, prikazanog na slici 6., 2021. godine pokrenula je uslugu dostave bez vozača. Nakon što su dobili dozvolu za ovaj oblik dostave došlo je do prekretnice u evoluciji autonomne dostave. Vozila mogu postići brzinu do 40 kilometara na sat, dok u povoljnim vremenskim uvjetima imaju odobrenje i za rad brzinom od 56 kilometara na sat.



*Slika 6. Autonomno vozilo tvrtke Nuro*

Izvor: [14]

Procjenjuje se da će do 2030.-e godine doći do porasta broja autonomnih vozila zbog njihove primjene koja uvelike utječe na smanjenje troškova. Korištenje tih vozila povećava učinkovitost, smanjuje stakleničke plinove i utječe na troškove dostave. Zbog svih tih prednosti razmišlja se i o poluautomatiziranim kamionima, pa čak i potpuno automatiziranim. Upotreba autonomnih kamiona doprinijela bi smanjenju umora vozača samim time smanjio bi se broj nesreća, a povećala produktivnost. Također bi se smanjili i troškovi rada i osiguranja, kao i sama potrošnja goriva [14].

### **6.3 Dronovi**

Povećana potražnja za naručenim proizvodima koje treba isporučiti na adresu dostave donosi nove izazove. Javlja se veća potreba za dostavnim vozilima kao i smanjenim rokovima dostave koje je zbog gužvi u prometu kao i loše infrastrukture u nekim područjima sve teže zadovoljiti. Upravo zbog toga odlučuju se za inovacije u smjeru razvoja dronova [15].

Uvođenje dronova donosilo bi sa sobom i nove probleme, poput troškova same nabave dronova, ali i dostave jer su obično ograničeni na samo jednu pošiljku manje težine poput dronova na slici 7. Međutim, dostavne tvrtke poput DHL-a i Amazona pokazale su veliki interes te su se odlučili za taj oblik dostave. Testiranja prototipova dronova koji su bili namijenjeni za svrhu prijenosa pošiljaka rezultirala su uspješno.



*Slika 7. Dron za dostavu paketa*

Izvor: [15]

Upotreba dronova donosi prednosti poput smanjenja zagušenja, također, smanjuje propuštanje isporuka zbog nedostatka vremena dostave. Dron funkcionira tako da je povezan s aplikacijom na mobilnom uređaju što osigurava praćenje kao i zakazivanje dostave, a sve to doprinosi zadovoljenju korisnika. Ako bi se uvela upotreba dronova to bi smanjio prometne gužve jer se prijenos pošiljaka odvija zrakom, smanjila bi se potreba i za lokalnim prijevozom, a utjecalo bi i na smanjenje stakleničkih plinova. Prijenos pošiljaka uz pomoć dronova ne bi se morao obavljati u cijelosti na taj način, nego bi se mogao kombinirati s drugim načinima dostave [15].

## 6.4 Roboti

Upotreba robota u pošti kao i općenito je sve popularnija. To je vidljivo u primjeni robotske ruke, DHLBota, prikazanog na slici 8. DHLBot pokreće se uz pomoć umjetne inteligencije, a koristi ga svjetski vodeći pružatelj Express usluga, DHL.

Uvođenje robota rezultiralo je potrebom za razvrstavanjem paketa u Aziji i na Pacifiku. Njegovo uvođenje ima za svrhu nadopuniti ručno razvrstavanje malih paketa, te omogućiti čvorištima da rukuju s većim količinama pošiljaka, posebno u danima s većim opterećenjem ili u toku sezone. Navodi se da se učinkovitost zbog uporabe navedenog robota povećala za minimalno 40 % [16].



*Slika 8. DHLBot robot*

Izvor: [16]

DHLBot skenira tovarni list svakoga paketa u potrazi za predviđenim odredištem dok se paket kreće duž pokretne trake, koristeći 3D kamere i kamere s barkodom. Paketi zatim prilaze DHLBotu, koji koriste informacije o odredištu te ih prema tome sortira u odgovarajuće spremnike za dostavu. Sama procedura oslobađa vrijeme zaposlenika za planiranje rute smanjujući njihovu potrebu za čitanjem adresa i fizičkim razvrstavanjem pošiljke po pošiljku [16].

Sustavi koji mogu prepoznati i obraditi predmete na isti način kao što to čine ljudi predstavljaju računalno prepoznavanje i senzorske tehnologije. Računala mogu mjeriti, pratiti i klasificirati predmete.

Stvarna težina, volumen i gustoća predmeta ključni su korak u implementaciji spomenutih tehnologija, budući da kurirska služba svoje naknade za uslugu temelji upravo na tim informacijama. Osim pojačavanja kontrole, spomenuta tehnologija omogućuje pojačani učinak i stopu proizvodnje kao i poboljšanu kvalitetu usluge.

Senzori koje koriste omogućuju robotima da vide svoju okolinu kako bi mogli otkrivati prepreke i kretati se otvorenim prostorom. Fotoaparati su jedan od najkorištenijih jer mogu otkriti i identificirati objekte.

Ostali senzori mogu uključivati: GPS, ultrazvučne senzore i radar.

Osoba ručno treba upravljati robotom duž radnih staza koje će robot koristiti i u tom trenutku robotovi senzori grade digitalnu mapu tih putanja te od tada može samostalno putovati istim rutama. Napredniji način, odnosno dinamičko planiranje puta koristi se na način da ima robotsku mapu cijelog objekta. Uz to mu je potrebno označavanje objekata i važnih područja na digitalnoj karti, te se AMR može slobodno kretati o objektu odabirući najučinkovitiji put.



Ako je jedan put blokiran AMR to prepoznaje te se može okrenuti i odaberite drugi. Dok AMR-ovi koji se koriste vani se obično oslanjaju na GPS kako bi pronašli određište [16].

Softver za upravljanje voznim parkom je sustav koji nadzire AMR sustave i on ima niz poslova koji uključuju dodjeljivanje zadataka svakom robotu, provođenje prometnih pravila kada je više robota u pokretu i upravljanje kada su roboti napuniti svoje baterije. Softver za upravljanje voznim parkom omogućuje razne operacije poput kineskog centra za sortiranje gdje deseci AMR-ova se mogu kretati uokolo kao mravi, a da se ne udare. Bez ovog softvera, AMR-ovi nemaju primjenjivu funkciju.

Roboti imaju i druge značajke na kojima se konstantno radi kako bi se napredovalo, tako roboti za dostavu na kotačićima ne mogu ići gore-dolje po stepenicama, što znači da ne mogu ući u većinu zgrada i kuća te se tu radi na rješenjima. Jedno od ponuđenih rješenja je gazište za penjanje uz stepenice koje se može pričvrstiti na dno postolja robota. Druga tvrtka se odlučila za razvijanje robota koji hoda kako ne bi koristili već postojeći koji se kotrlja.

Uz to imamo i ostalo značajke dostupne u nekim robotima koje uključuju provjeru korisnika putem prepoznavanja lica, bežično pozivanje dizala ili razumijevanje glasovnih naredbi i određenih gesti.

Iako se koriste i roboti koji djeluju na otvorenim područjima i imaju tehnologiju sličnu AMR-ovima za dostavu u zatvorenim prostorijama, roboti koji koristimo u zatvorenom su napredniji i bolje razvijeni jer okruženje u kojem djeluju je dobro definirano s manje nepoznatih varijabli, kao što su nepažljivi pješaci, loše vrijeme ili neravni kolnik koje je teško ili nemoguće predvidjeti [16].

Istovremeno razmišlja se pokrenuti eksperimentiranje s mogućom upotrebom AMR-ova za isporuku kroz nekolicinu malih pilota, kako bi se pripremili kada tržište i tehnologija budu spremni. Takvi piloti bi bili korisni te bi poštanska služba mogla koristiti AMR-ove i u centrima za sortiranje i u isporuci pošiljaka kako sada, tako i u budućnosti. Također se daje procjena čimbenika koji će utjecati na izvedivost upotrebe ove tehnologije izvan, kao i slučajeva za određivanje održivosti uporabe unutar jedinstvenog radnog okruženja poštanske službe.

## **6.5 Slučajevi korištenja AMR-ova u poštanskim uslugama**

Posljednja tri desetljeća poštanska služba je povremeno testirala različite verzije AMR-ova za premještanje pošte unutar odabраниh objekata. Prva verzija bila je 1980-ih s pilotom koji je koristio električna kolica koja su putovala duž žica u podu, a napredovalo je sve do automatiziranosti nekih funkcija transporta pošte.

### 6.5.1 AMR u pratnji poštara

Isporuka paketa danas funkcionira tako da poštari pješačkim rutama hodaju naprijed-nazad do vozila kako bi uzeli što više pošiljaka koje mogu ponijeti ili napraviti s njima krug dostave paketa vožnjom vozila do kuće prije druge runde dostave od vrata do vrata.

Robot u pratnji poštara mogao bi doslovno eliminirati izgubljeno vrijeme noseći veća opterećenja. AMR, u obliku dubokih kolica ili velike kutije, vozio bi se u stražnjem dijelu kombija dok prijevoznik ne parkira, a nakon toga napuni robota paketima te aktivira njegovu funkciju praćenja. Njegovi senzori skeniraju tijelo prijevoznika, hvatajući se za njegov jedinstveni oblik, boje odjeće i druge karakteristike. Prijevoznik i AMR tada izlaze iz kombija koristeći rampu i započinju rutu.

U svakoj kući prijevoznik uzima pakete od robota i izvrši dostavu kao uobičajeno. Teške ili glomazne pakete potrebno je prenijeti samo nekoliko metara u odnosu na dostavu kada prenosi od vozila do vrata. Prednost je i što su njegove ruke slobodne da preuzme poštu za sljedeću točku dostave. Odlazni paketi pokupljeni na ruti mogu se staviti u robota i odnijeti natrag u vozilo.

Gledajući u budućnost, potpuno autonomna dostava robotom vjerojatno će trajati dulje, no poštanska bi služba mogla dati prioritet testiranju robota za praćenje prijevoznika te ih uvesti u uporabu već unutar jedne godine. To je zbog tri razloga:

1. Tehnološka spremnost: Jer robot treba samo jednostavnu navigacijsku tehnologiju bez lokalizacije tehnologija. Sve što treba učiniti je ostati iza prijevoznika i ne naletjeti na nešto što se nalazi ispred njega.
2. Ograničeni operativni prekid: Mogao bi se uklopiti u postojeće operacije isporuke bez uvođenja previše novih promjena, a prijevoznici bi održavali u biti istu rutinu kao što imaju i danas.
3. Prilagođenost propisima: Roboti bi uvijek imali čovjeka pored njih i stoga bi dolazilo do manje percipiranih sigurnosnih rizika [17].

Primjena ovoga robota već je vidljiva u stvarnom svijetu, a koristi ju DHL koji razvija robote za isporuku pošte u Njemačkoj koji pomažu u skladištima DHL-a. Piaggio Fast Forward, američka podružnica tvrtke koja proizvodi Vespe je drugi primjer primjene tih robota, a proizvela je robota koji se koristi na tržištu za osobnu upotrebu kao i komercijalnu dostavu.





*Slika 9. AMR vozila Njemačke pošte*

Izvor: [17]

Vozilo AMR prikazano na slici 9. je vozilo Njemačke pošte koje je u primjeni, a njegova nosivost je do 150 kg terete te je otporno na sve vremenske uvjete, a uz to imaju i senzore koji prate korake poštaru te su velika pomoć u samoj dostavi pošiljaka od vrata do vrata.

### **6.5.2 Autonomna dostava iz poštanskih ureda**

Funkcija autonomne dostave iz poštanskih ureda očituje se u ponudi vrhunske usluge dostave gdje kupci mogu dobiti svoje pakete kada im odgovara. To se koristi tako da se kupac registrira s aplikacijom, spremajući njezinu adresu i podatke o kreditnoj kartici, a kada paket stigne u lokalni poštanski ured, na telefon korisnika šalje se upozorenje s pitanjem želi li odabrati svoje vrijeme isporuke i mjesto uz naknadu. Ukoliko korisnik odabere da želi, robot odabire dostupan rok isporuke u određeni sat. Malo prije dostave, službenik pošte stavlja njezin paket u robot koji svoje upute prima putem aplikacije. Robot odlazi, putuje nogostupima do adrese primatelja. U međuvremenu, korisnik dobiva upozorenje pametnim telefonom kada robot ode i kada stigne na njihova vrata. Ona izlazi van, otključavaju poklopac robota s pomoću aplikacije i uzimaju svoju pošiljku. Nakon toga se robot vraća u poštu po drugu pošiljku.

Gledajući u budućnost, pošta bi potencijalno mogla organizirati mali pilot unutar godine u partnerstvu s tvrtkom za dostavu robota. Nekolicina robota bi mogla koristiti jedan poštanski ured kao čvorište. Svaki korisnik s računom koji živi unutar zadanog radijusa će dobiti obavijest da se prijavi za pilot kada je na adresi. Kada bi stigao paket za jednog od tih kupaca, roboti bi otišli na posao te vršili dostavu.

No čak i da je pilot bio uspješan, poštanska služba ne bi mogla odmah pokrenuti široku primjenu ove tehnologije jer ovi roboti još nisu dovoljno autonomni za rad bez značajne pomoći udaljenog ljudskog operatera, što čini trošak isporuke još uvijek prilično visok. Poštanska služba bi mogla nastaviti testiranje još nekoliko godina dok tehnologija ne postane ekonomski održiva ili poštanska služba ne utvrdi da nije dobro operativno prilagođen [18].

Primjena ovog robota vidljiva je u Australijskoj pošti koja je imala pokušaj dostave u blizini Brisbanea gdje se AMR-ovi, sa slike 10., dostavljali pakete između 18 sati i ponoći. Prvi pokušaj isporuke tijekom dana bio je neuspješan te su se odlučili za popodneve sate što je bilo malo uspješnije, no opet nedovoljno uspješno da se pusti u uporabu. Na Sveučilištu u Arkansasu, roboti tehnologije sa šest kotača donijeli su pakete iz pošte u kampus do studentskih domova.



*Slika 10. AMR vozila Austrijske pošte*

Izvor: [18]

## 7. ZAKLJUČAK

Prilagodba poštanskog sustava suvremenim tehnologijama jedan je od važnijih čimbenika kako bi se unaprijedila dostava pošiljaka. Tehnologijama se može prilagođavati u svim segmentima poštanskog sustava. Tako kod samog prijama je vidljiva važnost upotrebe paketomata koji je jedan od autonomnih načina dostave koji se koristi. Paketomati su doprinijeli praktičnosti kao i efikasnosti predaje, a tako i dostave pošiljaka. Ako ga koristimo za dostavu omogućuje korisnicima lakši pristup svojim pošiljkama bez potrebe za čekanjem u redovima.

Dok je sama podjela po dostavnim rajonima znatno ubrzala proces dostave i omogućila bolju organizaciju dostave te stvorila prilike za uvođenje autonomnih uređaja. S obzirom na to da dostava sa sobom nosi najveći broj nedostataka, a glavni među njima su troškovi „zadnje milje“ nastoji se uvesti inovacije koje će pridonijeti smanjenju troškova, kao i stakleničkih plinova, ali i potrebe za ljudskim intervencijama. Zbog toga se analizira broj pošiljaka da se uzme u obzir inovacija koja će biti održiva, a razmatran je razvoj umjetne inteligencije, uvođenje autonomnih vozila, robota kao i dronova za obavljanje dostave. Sve ove promjene usmjerene su prema poboljšanju korisničkog iskustva i optimizacije procesa dostave.

# LITERATURA

- [1] Tehnika. *Poštanski promet*. Preuzeto s: <https://tehnika.lzmk.hr/postanski-promet/> [Pristupljeno: 13. travnja 2024.]
- [2] OptimoRoute: *What is Last Mile Delivery? Costs & how to optimize*. Preuzeto s: <https://optimoroute.com/last-mile-delivery/> [Pristupljeno: 15. travnja 2024.]
- [3] Rječnik. *Prijam poštanskih pošiljaka*. Preuzeto s: <https://www.xn--rjenik-k2a.com/prijam%20po%C5%A1tanskih%20po%C5%A1ljaka> [Pristupljeno: 19. travnja 2024.]
- [4] TISAK. Preuzeto s: <https://www.tisak.hr/> [Pristupljeno: 24. travnja 2024.]
- [5] Hrvatska pošta. *Paketomati*. Preuzeto s: <https://www.posta.hr/paketomati-9743> [Pristupljeno: 24. travnja 2024.]
- [6] Hrvatska pošta. *Pronađi paketomat*. Preuzeto s: <https://www.posta.hr/pronadite-paketomat> [Pristupljeno: 24. travnja 2024.]
- [7] Analiza učinkovitosti dostave paketa uvođenjem sustava paketomata. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2018. Preuzeto s: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A3019/datastream/PDF/view> [Pristupljeno: 2. svibnja 2024.]
- [8] Hrvatska pošta. *Strojevi za sortiranje pošiljaka*. Preuzeto s: <https://www.ictbusiness.info/poslovna-rjesenja/novi-strojevi-za-sortiranje-hrvatske-poste-vrijedni-62-milijuna-kuna> [Pristupljeno: 5. svibnja 2024.]
- [9] Republika Hrvatska. *Zakon o poštanskom prometu*. Zagreb: Narodne novine;2019. Preuzeto s: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_03\\_37\\_959.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_03_37_959.html) [Pristupljeno: 13. svibnja 2024.]
- [10] AMR. *Autonomni mobilni roboti*. Preuzeto s: <https://www.uspsoig.gov/sites/default/files/reports/2023-01/RARC-WP-18-006.pdf> [Pristupljeno: 18. svibnja 2024.]
- [11] Placek, M. 2022, 'Global parcel shipping volume between 2013 and 2026 (in billion parcels), 12.04.2022. Preuzeto s: <https://www.statista.com/statistics/1139910/parcelshipping-volume-worldwide/> [Pristupljeno: 19. svibnja 2024.]
- [12] Sas: *Artificial Intelligence What is and why it matters*. Preuzeto s: [https://www.sas.com/en\\_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html#industries](https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html#industries) [Pristupljeno: 20. svibnja 2024.]
- [13] Caspio: *How to use barcodes and QR codes with Caspio*. Preuzeto s: <https://blog.caspio.com/qr-barcode-generator/> [Pristupljeno: 20. svibnja 2024.]
- [14] Autonomous Delivery: An Evolving Industry you Should Know About, Preuzeto s: <https://www.simplilearn.com/what-is-an-autonomous-delivery-article> [Pristupljeno: 20. svibnja 2024.]

[15] Boysen, N., Fedtke, S. & Schwerdfeger, 'Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective', OR Spectrum, vol. 43, p. 1-58, Preuzeto s: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00291-020-00607-8> [ Pristupljeno: 22. svibnja 2024.]

[16] DHL: *DHL Express deploys AI-powered sorting robot*. Preuzeto s: <https://www.dhl.com/la-en/home/press/press-archive/2021/dhl-express-deploys-ai-powered-sorting-robot.html> [ Pristupljeno: 22. svibnja 2024.]

[17] Deutsche post. DHLBot robot. Preuzeto s: <https://www.deutschepost.com/nl/f/footer/using-deutsche-post-website.html> [ Pristupljeno: 24. svibnja 2024.]

[18] Australia post. *AMR vehicles*. Preuzeto s: <https://auspost.com.au/> [ Pristupljeno: 24. svibnja 2024.]

# POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Tisak – obrazac za slanje paketa .....</i>	<i>9</i>
<i>Slika 2. Paketomat .....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 3. Sortirni uređaj Hrvatske pošte .....</i>	<i>14</i>
<i>Slika 4. Dimenzije valjka .....</i>	<i>15</i>
<i>Slika 5. Vrste barkoda .....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 6. Autonomno vozilo tvrtke Nuro .....</i>	<i>24</i>
<i>Slika 7. Dron za dostavu paketa .....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 8. DHLBot robot .....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 9. AMR vozila Njemačke pošte .....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 10. AMR vozila Austrijske pošte .....</i>	<i>30</i>

# POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Podjela troškova prema fazama prijenosa pošiljaka .....5

Grafikon 2. Količina dostavljenih paketa u svijetu do 2020.-e te procjena do 2026.-e godine .....21

# POPIS TABLICA

Tablica 1. Dimenzije paketomata .....9



## POPIS KRATICA

LC	-	Letter od Credit
AO	-	Air Outbound
QR	-	Quick Response – kod koji se može skenirati putem pametnog telefona
PIN	-	Personal Identification Number
SMS	-	Short Message Service
Hz	-	mjerenje frekvencije
Kw	-	mjerenje snage električnih uređaja
AMR	-	autonomni mobilni roboti
EMS	-	Express Mail service
AI	-	umjetna inteligencija
RFID	-	Radio- Frequency Identifikacion
DHL	-	najveća tvrtka kurirskih i logističkih usluga
GPS	-	Global Positioning System

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ZAVRŠNI RAD  
(vrsta rada)

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom AUTONOMNI UREĐANI U POŠTANSKOM PROMETU, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 18. lipnja 2024.

Monika Čančarević (MONIKA ČANČAREVIĆ)  
(ime i prezime, potpis)