

Suvremena rješenja dostave tereta i paketa u zadnjoj milji

Ludošan, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:949850>

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

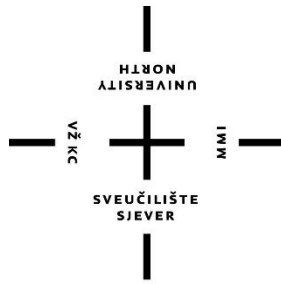
Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-19**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 037/LIM/2023

Suvremena rješenja dostave tereta i paketa u zadnjoj milji

Ivan Ludošan, 0066302227

Varaždin, rujan 2023. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Logistiku i mobilnost

Završni rad br. 037/LIM/2023

Suvremena rješenja dostave tereta i paketa u zadnjoj milji

Student

Ivan Ludošan, 0066302227

Mentor

Ante Klečina, mag. ing. traff.

Varaždin, rujan 2023. godine

Predgovor

Prije svega želim se zahvaliti svom mentoru, Anti Klečini, mag. ing. traff., na uputstvima, smjernicama i strpljenju tijekom izrade ovog završnog rada. Sretan sam i drago mi je da me sve dovelo do ovog trenutka i zahvaljujem se svim ostalim profesorima koji su mi to pomogli ostvariti. Također se zahvaljujem obitelji i prijateljima, posebno Pavlu Cuparu, koji su mi pružili najveću podršku te se nadam da će mi sljedeće 2 godine na diplomskom studiju omogućiti da se zaposlim u logističkom sektoru.

Sažetak

Dostava u zadnjoj milji odnosi se na posljednji korak u distribuciji proizvoda, gdje organizacije dostavljaju robu krajnjim korisnicima. Glavni cilj dostave je efikasno dostaviti robu potrošačima, minimizirajući vrijeme i troškove te pružiti visoku razinu zadovoljstva korisnicima. Međutim, tu se faza dostave susreće s brojnim izazovima koji mogu činiti do 30% ukupnih troškova proizvoda.

Distribucija obuhvaća sve aktivnosti povezane s kretanjem robe od proizvođača do potrošača. Odabir optimalnih distribucijskih kanala može pomoći u racionalizaciji troškova u fazi dostave posljednje milje. Osim visokih troškova, dolazi se i do problema prometne zagušenosti, onečišćenja zraka i dugih vremena isporuke.

S obzirom na rastuću popularnost e-trgovine i online narudžbi, potrebna su nova rješenja za dostavu u zadnjoj milji kako bi se smanjili negativni utjecaji na okoliš i poboljšao život svih uključenih u taj proces.

Proveo sam istraživanje koje daje uvid u zadovoljstvo potrošača trenutnim načinima dostave u smislu brzine, poznavanje zadnje milje te hoće li potrošači prihvatiti nove, održive oblike dostave u zadnjoj milji.

Ključne riječi: zadnja milja, distribucija, e-trgovina, održivost

Abstract

Last mile delivery refers to the final step in product distribution, where organizations deliver goods to end users. The main goal of delivery is to efficiently deliver to robust consumers, minimizing time and cost, and provide a high level of customer satisfaction. However, this is where the delivery phase faces numerous challenges that can account for up to 30% of the total cost of the product.

Distribution includes all activities related to the movement of goods from producers to consumers. Choosing the optimal distribution channels can help rationalize costs in the last mile delivery phase. In addition to high costs, there are also problems of traffic congestion, air pollution and long delivery times.

Given the growing popularity of e-commerce and online ordering, new solutions for last-mile delivery are needed to reduce negative environmental impacts and improve the lives of everyone involved in the process.

I have conducted a research that provides insight into consumer satisfaction with current delivery methods in terms of speed, knowledge of the last mile and whether consumers will accept new, sustainable forms of last mile delivery.

Keywords: last mile, distribution, e-commerce, sustainability

Popis korištenih kratica

B2B	Business-to-Business (Od poduzeća do poduzeća)
B2C	Business-to-Customer (Od poduzeća do potrošača)
HORECA	Hotel/restaurant/catering
UPS	United parcel service
FedEx	Federal Express
DHL	Dalsey Hillblom Lynn
3PL	Third Party Logistics (Logistika treće strane)
SAD	Sjedinjenje Američke Države
SZO	Svjetska zdravstvena organizacija
ULEZ	Zona ultra niskih emisija
CO2	Ugljikov dioksid
IoT	Internet stvari
RH	Republika Hrvatska

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Zadnja milja u lancu dostave	3
2.1.	Općenito o zadnjoj milji.....	3
2.2.	Problem zadnje milje.....	5
2.3.	Distribucijski kanali	9
2.4.	Fizička distribucija	10
2.5.	Distribucijski centri	12
3.	Logistika zadnje milje na području Španjolske	14
3.1.	Održivost okoliša.....	14
3.2.	Zagušenje gradskog prometa.....	15
3.3.	Logistička učinkovitost	15
3.4.	Stakeholderi i uključeni sektori posljednjih godina	15
3.5.	Rješenja logistike zadnje milje u Španjolskoj.....	18
3.5.1.	<i>Infrastruktura</i>	19
3.5.2.	<i>Tehnologija</i>	20
3.5.3.	<i>Regulacija</i>	22
3.5.4.	<i>Kooperacija</i>	22
4.	Razvoj suvremenih rješenja za dostavu pošiljaka u zadnjoj milji	24
4.1.	Dronovi.....	24
4.1.1.	<i>Usmjeravanje</i>	25
4.1.2.	<i>Optimizacija distribucije tereta</i>	26
4.1.3.	<i>Upravljanje baterijom drona</i>	26
4.1.4.	<i>Podatkovna komunikacija</i>	27
4.1.5.	<i>Zaštita okoliša</i>	28
4.2.	Boxbot	29
4.3.	Cargo bicikli	31
5.	Istraživanje o paketnoj dostavi.....	34
5.1.	Rezultati istraživanja	34
5.2.	Zaključak provedenog istraživanja.....	41
6.	Zaključak.....	43
7.	Literatura.....	46

1. Uvod

Suvremena rješenja za dostavu tereta i paketa u zadnjoj milji predstavljaju ključnu komponentu logističkog lanca i trgovine, pružajući nove mogućnosti i izazove u današnjem digitalnom dobu. U ovom je završnom radu istraženo kako tehnologija, promjene u potrošačkim navikama te održivost utječu na način dostave tereta i paketa u zadnjoj milji.

Dostava u zadnjoj milji odnosi se na posljednji korak u lancu isporuke u kojem se proizvodi ili paketi dostavljaju izravno potrošačima. Ovaj korak često predstavlja najveći izazov za trgovce i logističke tvrtke jer zahtijeva brzu, pouzdanu i ekološki održivu dostavu, često u gusto naseljenim urbanim sredinama.

Proces distribucije obuhvaća sve aktivnosti koje se odnose na kretanje robe od proizvođača do potrošača te odabir optimalnih kanala distribucije može pomoći u racionalizaciji troškova tijekom završne faze isporuke. No, tu se pojavljuju problemi kao što su pretjerani troškovi, prometne gužve, zagađenje okoliša i produljena razdoblja isporuke.

Tehnološki napredak igra ključnu ulogu u transformaciji procesa isporuke u posljednjoj milji. Bepilotne letjelice, poznatije kao dronovi, postaju sveprisutne u uslugama dostave. Dronovi omogućuju brzu dostavu u urbanim sredinama i na teško dostupnim mjestima. Osim toga, autonomna vozila koja se koriste za dostavu tereta mijenjaju način na koji se proizvodi i usluge isporučuju potrošačima.

Ovi uređaji koriste napredne senzore i algoritme kako bi osigurali sigurnu dostavu robe. Pametni sustavi praćenja i analize podataka omogućuju logističkim tvrtkama praćenje i optimizaciju ruta dostave, čime se smanjuju troškovi i vrijeme isporuke.

U radu su analizirane suvremene tehnologije poput bespilotnih letjelica, autonomnih vozila, pametnih sustava za praćenje i analizu podataka revolucioniraju način dostave u zadnjoj milji. Također je razmotren utjecaj e-trgovine na povećanu potražnju za dostavom te kako trgovci prilagođavaju svoje poslovne modele kako bi udovoljili ovim promjenama.

Održivost će biti ključan aspekt istraživanja u radu jer suvremena rješenja za dostavu tereta i paketa moraju uzeti u obzir ekološke i društvene implikacije. Kroz primjer Španjolske, razmotreno je kako se održive inicijative integriraju u dostavne procese kako bi se smanjila emisija stakleničkih plinova i negativan utjecaj na okoliš. Uz sve navedeno, istraženi su i izazovi i prepreke s kojima se susreću trgovci, logističke tvrtke i potrošači u postizanju efikasne i održive dostave u zadnjoj milji.

Provedeno je istraživanje kojem je cilj utvrditi razinu svijesti građana o posljednjoj milji te njihovo zadovoljstvo načinom i cijenom dostave paketa.

Konkretno, cilj je ispitati informiranost ispitanika o paketnim dostavama, identificirati dostavne službe koje su ispitanici prepoznali i koristili za dostavu paketa u Republici Hrvatskoj, utvrditi učestalost korištenja navedenih usluga dostave od strane ispitanika, uključujući brzinu dostave, istražiti spremnost ispitanika da sudjeluju u poboljšanju zadnje milje u Hrvatskoj, utvrditi stupanj upoznatosti ispitanika s naprednim rješenjima za dostavu paketa te utvrditi koje bi od navedenih naprednih rješenja ispitanici bili skloni primijeniti za dostavu paketa u Hrvatskoj.

2. Zadnja milja u lancu dostave

U ovom dijelu rada opisuju se izazovi i rješenja vezani za logistiku zadnje milje u procesu isporuke robe potrošačima. Ističe se glavni cilj logistike zadnje milje te isto tako da je zadnja milja često najskuplja i najdugotrajnija faza u procesu opskrbnog lanca. Također, opisuje se uspostava distribucijskih centara i opskrbni lanac koji predstavlja složenu mrežu organizacija, aktivnosti, resursa i informacija uključenih u proces proizvodnje, distribucije i isporuke proizvoda ili usluga od dobavljača do krajnjeg korisnika. Glavna svrha opskrbnog lanca je osigurati da proizvodi ili usluge budu dostupni na odgovarajućem mjestu, u odgovarajuće vrijeme i po prihvatljivoj cijeni.

2.1. Općenito o zadnjoj milji

Glavni cilj logistike zadnje milje je isporuka paketa kupcu što je prije moguće. Problem zadnje milje leži u činjenici da kupci žele da isporuke budu besplatne i brze, no posljednja milja je također najskuplji i najdugotrajniji dio procesa opskrbnog lanca koji iznosi do 53% ukupnih troškova dostave. Svaka dodatna neučinkovitost u procesu povećava troškove isporuke.

Ponašanje potrošača pri kupnji se promijenilo, kao i udaljenosti između prodajnog mjesta proizvoda i njegovog konačnog odredišta. Prije kupnje putem interneta, potrošači su posjedovali dostavu zadnje milje prevozeći svoje kupljene artikle kući.

U današnje vrijeme ljudi koriste online kupovinu za sve, od odjeće i obuće do namještaja, a nove tehnologije nastavljaju poticati rast e-trgovine gdje online trgovci moraju unaprijediti svoja iskustva dostave kako ne bi izgubili kupce zbog konkurenata koji nude vrhunske usluge.

Glavni cilj logistike zadnje milje je isporuka paketa kupcu što je prije moguće. Problem zadnje milje leži u činjenici da kupci žele da isporuke budu besplatne i brze, no posljednja milja je također najskuplji i najdugotrajniji dio procesa opskrbnog lanca koji iznosi do 53% ukupnih troškova dostave. Svaka dodatna neučinkovitost u procesu povećava troškove isporuke.

Zbog nepraktičnosti slanja robe izravno od proizvođača do trgovaca na malo, distribucijski centri služe kao posrednici, funkcionirajući kao međuspremnici gdje se proizvodi konsolidiraju, često iz drugih distribucijskih centara, prije nego što se pošalju u serijama. Uspostava distribucijskih centara prvenstveno je usmjerena na rješavanje različitih oblika asinkronije u distribuciji tereta, uključujući varijacije u stopama proizvodnje i potrošnje. Tipično, ti centri obuhvaćaju određeno tržišno područje, pružajući određeni vremenski okvir karakteriziran

učestalosti isporuke i vremenom odgovora na narudžbu. Ovaj organizacijski okvir podsjeća na hub-and-spoke mrežu, gdje distribucijski centar opslužuje regionalnu bazu kupaca.

Budući da logistika uključuje poboljšanje učinkovitosti tokova, jedinice opterećenja postale su posebno važne. Oni su osnovne jedinice fizičkog upravljanja u distribuciji tereta i imaju oblik paleta, izmjenjivih karoserija, poluprikolica i kontejnera. Čitav niz logističkih aktivnosti pojavio se kao podrška organizaciji i upravljanju tokovima u kontejnerima. Stoga su logistika i integrirani transportni sustavi povezani, posebice zato što je kontejner postao jedinica za utovar (prijevoz), proizvodnju i distribuciju .

Širenje konvencionalne prometne infrastrukture, poput autocesta, terminala i zračnih luka, također je odigralo ključnu ulogu u napretku moderne logistike. Posljednjih desetljeća, načini prijevoza su prošli kroz ograničen tehnološki napredak. Međutim, određeni načini su modificirani kako bi se prilagodili kontejnerskim operacijama, kao što su cestovni i željeznički sustavi koji implementiraju dvostruko slaganje. Pomorska industrija svjedočila je najznačajnijoj tehnološkoj transformaciji, koja je zahtijevala izgradnju potpuno nove klase plovila i korištenje ekonomije razmjera u pomorskom kontejnerskom prometu. Ovaj priljev robe u kontejnerima predstavlja jedinstvene logističke izazove, posebno u kretanju praznih kontejnera koji su rezultat neuravnoteženih trgovinskih tokova. [1]

Tehnološke promjene bile su posebno značajne u uspostavi novih terminalnih objekata sposobnih za rukovanje velikim količinama prometa. Implementacija poboljšane opreme za rukovanje, posebice putem automatizacije, dovela je do povećanja brzine obrade tereta na terminalima. Ovo predstavlja jedan od najznačajnijih tehnoloških napredaka koje je logistika donijela u području mobilnosti materijala. Posljedično, luke su se pojavile kao ključni terminali koji podržavaju globalne logističke operacije. Ovi lučki objekti sve se više nadopunjuju mrežom kopnenih terminala međusobno povezanih koridorima velikog kapaciteta. [1]

Logistika posjeduje jasnu geografsku dimenziju, izraženu kroz tokove, čvorove i mreže unutar opskrbnog lanca. Prostorno-vremenska konvergencija, dobro poznati koncept u transportnoj geografiji gdje se vrijeme smatra količinom prostora kojom se može trgovati unutar određenog vremenskog okvira, transformira logistiku. Integrirane su aktivnosti koje prije nisu bile u potpunosti razmatrane u smislu odnosa prostor/vrijeme, poput distribucije. To podrazumijeva organizaciju i sinkronizaciju tokova kroz čvorove i mrežne strategije. Konvencionalni tok robe uključivao je preradu sirovina do proizvođača, s funkcijom skladištenja koja je obično služila kao posrednik. Tijek se nastavio preko veletrgovaca i pošiljatelja do trgovaca na malo, kulminirajući s krajnjim potrošačem. Kašnjenja su bila česta u svim segmentima ovog lanca i gomilala su se kao zalihe u skladištima. Postojao je ograničen protok informacija od potrošača do opskrbnog lanca, što znači da proizvođači nisu bili dobro

informirani (često je uključivalo vremenski odmak) o opsegu potražnje za njihovim proizvodima. Ovaj se proces razvio eliminacijom jedne ili više skupih operacija u organizaciji opskrbnog lanca. Povratni tokovi također su dio opskrbnog lanca za recikliranje i povrat proizvoda. [2]

Tokovi robe velikih razmjera usmjeravaju se kroz glavne prolaze i čvorišta, uglavnom velike luke i glavne zračne luke, također raskrižja autocesta s pristupom regionalnom tržištu. Promjenjiva geografija proizvodnje i industrijske proizvodnje popraćena je promjenom geografije distribucije tereta, iskorištavanjem prednosti posredničkih lokacija gdje je povezanost važan čimbenik lokacije.

2.2. Problem zadnje milje

Urbano okruženje poseban je izazov za logističke tvrtke. Zadnja milja logističkog lanca, koji čini veliki udio troškova otpreme i složenosti operacija, često je najneučinkovitiji. Ova distribucijska neučinkovitost u urbana područja dolazi od niskih faktora opterećenja, dugog vremena zadržavanja pri utovaru i istovaru i veliki broj zahtjeva za isporuku pojedinačnim kupcima u kratkom vremenskom roku.

Pokušaji rješavanja ekoloških problema u gradovima dovode do skupljih i kompliciranijih logističkih procesa, posebno u Europi, što je upravo razlog zašto se alternative, poput električnih i hibridnih teretnih vozila, razvijaju i razmatraju. To je i razlog zašto se cross-docking distribucijski centri na rubovima malih i velikih gradova razvijaju kao posrednici nacionalnih distribucijskih centara.

Većina problema zadnje milje nastaje zbog loše komunikacije između različitih dionika isporuke. Poduzeća koriste 3PL-ove i fizičku infrastrukturu prijevoznika poput skladišta ili transportnih sustava kako bi poboljšala kvalitetu svoje usluge bez potrebe za ulaganjem u njih ili njihovom kupnjom. Problemi isplivaju kada upravitelji skladišta imaju poteškoća u održavanju ispravnog inventara što rezultira kašnjenjem otpreme i isporuke.

Paketi bez nadzora predstavljaju izazov u isporuci zadnje milje. Dostavne tvrtke kao što su UPS, FedEx, USPS, DHL i druge, ostavljaju pakete bez nadzora, izlažući ih vremenskim uvjetima i krađi od strane „pirata s trijema“. Jedno je od rješenja postavljanje ormarića u urbanim središtima. Amazon je u SAD-u postavio ormariće za kupce u kojima mogu preuzeti pakete, štiteći ih od krađe i oštećenja. U Tajvanu neki prodavači na mreži nude opcije dostave u trgovini za preuzimanje od kupaca, smanjujući krađu i objedinjujući pakete.

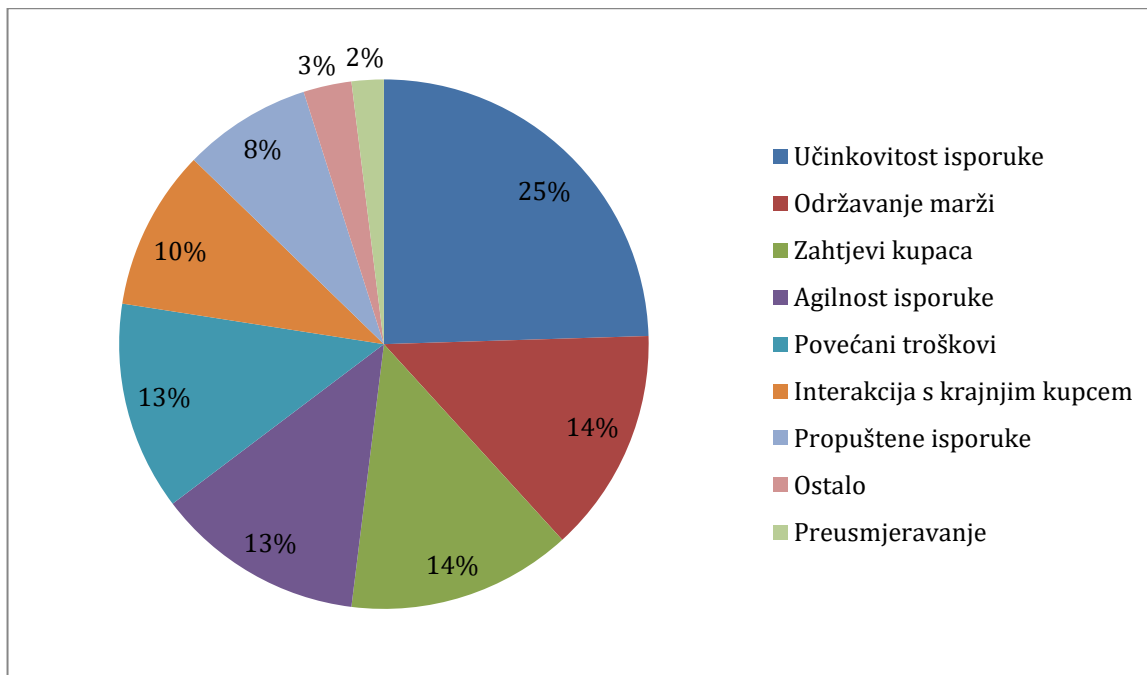
Trgovci također istražuju autonomna vozila i dronove za dostavu. Njemačka, Britanija i Poljska eksperimentirale su s uslugama automatizirane dostave paketa. Ostala rješenja uključuju napojne autobuse, biciklističku infrastrukturu i reformu urbanističkog planiranja. Programi dijeljenja bicikala bili su uspješni u Europi i Aziji, a provode se i u Sjevernoj Americi. Usluge mikro mobilnosti poput električnih skutera i pomoćnih bicikala također su ušle na tržište. Vozila s dva načina rada, koja mogu raditi na infrastrukturi i izvan infrastrukture, smatraju se rješenjem za probleme prve i zadnje milje.

Poduzeća mogu riješiti logističke izazove implementacijom platforme koja može pružiti informacije u stvarnom vremenu. Na primjer, ukoliko dođe do problema s rutom, vozilo se istog trenutka može preusmjeriti kako bi se izbjeglo kašnjenje. Alati platforme za poslovne inteligencije pomoći će tvrtkama u analizi podataka i praćenju njihove izvedbe na temelju parametara kao što su vrijeme putovanja, isporuke, dovršetak narudžbe, troškovi prijevoza i zadovoljstvo kupaca. Takve se platforme mogu prilagoditi za pristup raznim drugim platformama poput sustava za inventar ili praćenje isporuke zadnje milje te da prikazuju sve informacije na jednoj nadzornoj ploči u stvarnom vremenu. [3]

Važno je napomenuti da znatan broj tvrtki nema odgovarajuću infrastrukturu za dostavu, što rezultira produljenim vremenima putovanja, neučinkovitim rutama i korištenjem zastarjele tehnologije dostave. Drugi ključni aspekt koji treba uzeti u obzir je razlika između B2B i B2C isporuke. Iako su troškovi dostave uvijek visoki, prijevoz robe drugim tvrtkama općenito je jeftiniji od masovnog naručivanja pošiljaka visoke vrijednosti.

S druge strane, dostava potrošačima obično je skuplja zbog troškova goriva koji nastaju pri dosezanju više adresa i potrebnog vremena, a sve to za pošiljke relativno niske vrijednosti. Dodatno, gore navedeno predstavlja izazov prilagođavanja neuobičajenog radnog vremena, što često rezultira neuspješnim pokušajima dostave ili potrebom vožnje do alternativne lokacije za preuzimanje paketa.

Zatim, naravno, postoje nijanse kupaca poput netočne adrese, udaljene lokacije i povratnih narudžbi koje također predstavljaju značajne izazove u procesu isporuke. S obzirom na te izazove, postavlja se pitanje kako tvrtke mogu pratiti tempo zahtjeva kupaca. (Graf 1) [3]

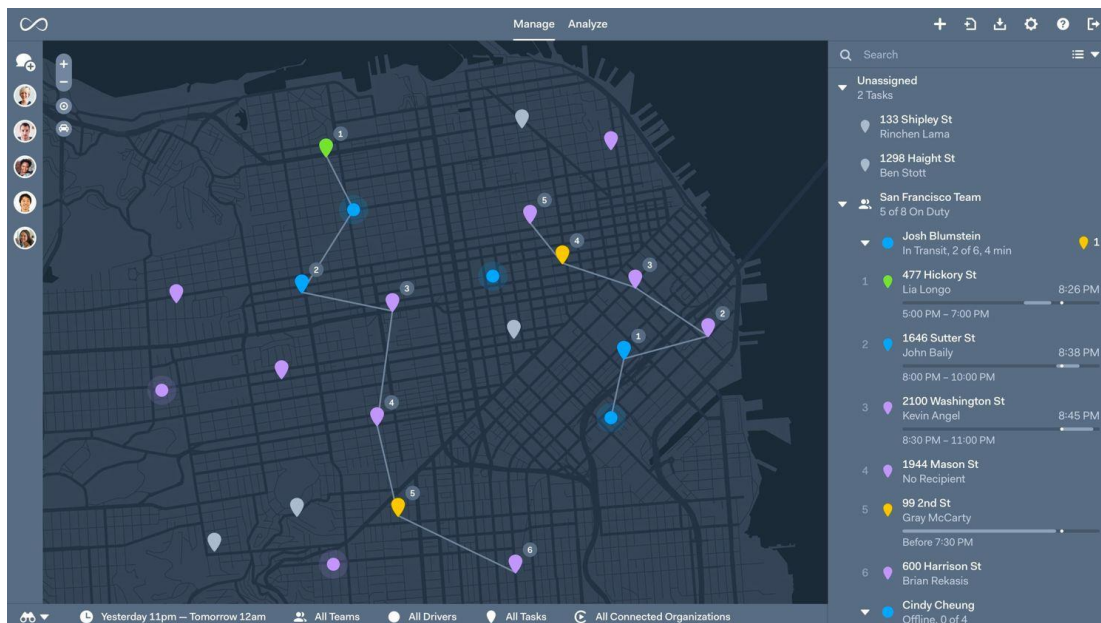


Graf 1. Najveći izazovi zadnje milje [4]

Do sada je utvrđeno da je optimizacija procesa isporuke zadnje milje tvrtke ključna za održavanje zadovoljnih kupaca, što u konačnici određuje njezin dugoročni opstanak.

Prijedloga i rješenja za poboljšanje zadnje milje ima mnogo, no mogu se istaknuti sljedećih 4 [3]:

1. **Poboljšanje blizine kupaca i skladišta** - Kada se razmišlja o skladištima, često se vodi računa samo o cijeni najma, no imperativ je ne samo procijeniti cijene najma, već i blizinu kupaca. To može rezultirati značajnim uštedama troškova, smanjenjem vremena isporuke, troškova te potrošnje goriva. Skladišta i centri za isporuku trebaju biti ravnomjerno raspoređeni kako bi pokrili više terena i bili bliže većoj bazi kupaca. Mnoge tvrtke imaju skladišta smještena i na istoku i na zapadu kako bi se olakšala brza isporuka robe kupcima koji se nalaze na suprotnim krajevima obale.
2. **Optimizacija rute dostave** - Planiranje rute može značajno smanjiti vrijeme isporuke. Korištenjem softvera za planiranje ruta, ne samo da se može uštedjeti vrijeme izbjegavanjem ručnog planiranja, već se također smanjuje broj vozača potrebnih za dovršetak isporuke u jednom danu jer se rute ažuriraju u stvarnom vremenu. Onfleet je jedan od softvera koji automatski optimizira rute dostave uzimajući u obzir faktore vremena, lokacije, kapaciteta vozila i promet kako bi preporučio najučinkovitije rute (Slika 1.)

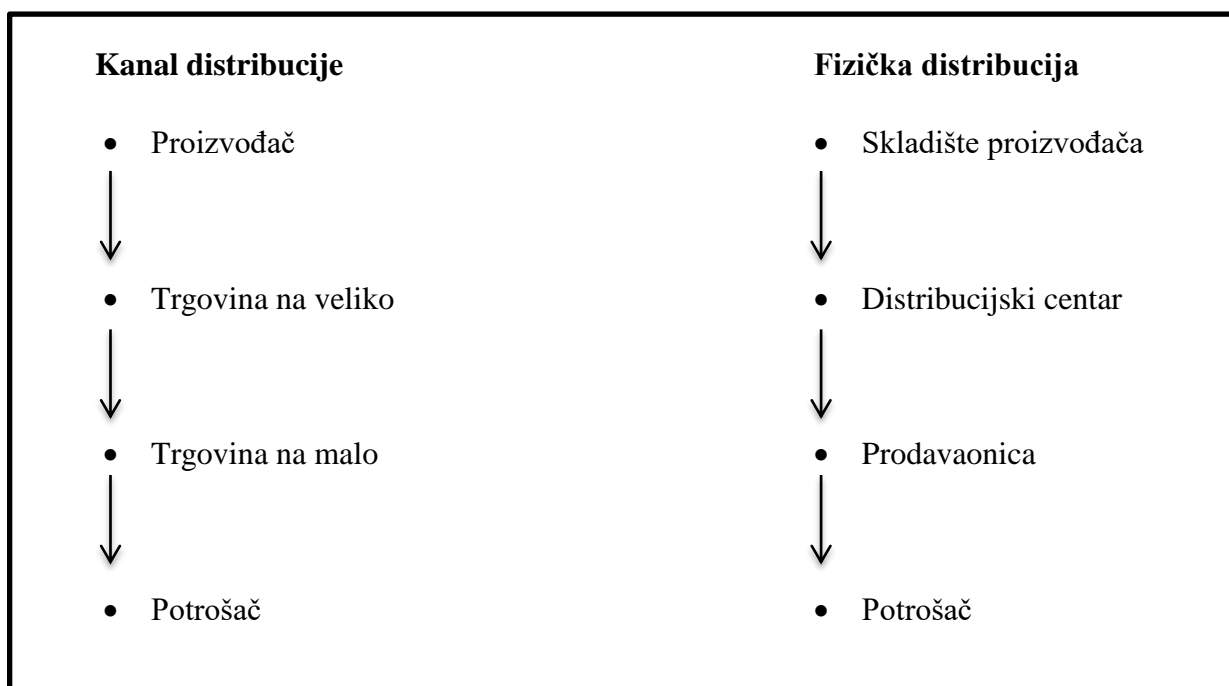


Slika 1. Sučelje Onfleet softvera [3]

3. **Komunikacija s klijentima** - Potrebno je održavati redovitu komunikaciju s kupcima pružajući im pravovremene obavijesti tijekom cijelog procesa otpreme. Ovaj pristup osigurava da korisnici budu u tijeku sa statusom svog paketa. Takva praksa ne koristi samo kupcu, već i vozaču jer mu pomaže osigurati da je kupac dostupan na određenom mjestu i u vrijeme dostave. Prilikom dostave, vozači su dužni dostaviti dokaz o isporuci, koji je oblik dokumentacije kojom se potvrđuje uspješna isporuka artikla. Dokumentacija može uključivati potpis primatelja ili fotografiju paketa ostavljenog na kućnom pragu. Time se ne samo štiti vozača, nego mu i pomaže u sprječavanju lažnih zahtjeva za gubitak u slučaju nestanka paketa.
4. **Pružanje kupcima praćenje isporuke u stvarnom vremenu** - Poduzeća koja se bave e-trgovinom trebala bi svojim kupcima omogućiti praćenje u stvarnom vremenu. Neuspjeh da to učine mogao bi dovesti do toga da se korisnici obrate timu korisničke službe radi ažuriranja pojedinačnih pošiljki, čime nastaju dodatni troškovi koji su se mogli izbjeći upravo tim pružanjem podataka za praćenje. Iako programi za praćenje pružaju informacije o lokaciji paketa i vremenu isporuke, suvremeni softver za dostavu nudi dodatnu prednost ažuriranja isporuka u stvarnom vremenu koja se mogu podijeliti s kupcima

2.3. Distribucijski kanali

Zadnja milja ne može funkcionirati bez veze između proizvodnje i potrošnje te zato postoje distribucijski kanali. Takvi putovi prodaje služe kao spona između, već navedene, proizvodnje i potrošnje, koja koordiniranim akcijama skupa institucija pokreće robu od proizvođača do potrošača. Kanale distribucije čine razni gospodarski subjekti, odnosno razne organizacije, poduzeća, pravne osobe (trgovina na veliko, trgovina na malo), transportne organizacije, skladišta, no isto tako i fizičke osobe te pojedinci poput prodavatelja, trgovaca, agenata i posrednika. Izuzetno je važno razlikovati distribucijski kanal od fizičke distribucije. (Shema 1) [5]



Shema 1. Kanali distribucije i fizička distribucija [5]

U suvremenom tržišnom gospodarstvu većina proizvođača ne prodaje svoja dobra neposredno krajnjim korisnicima.

Između njih i krajnjih korisnika postoje mnogobrojni marketinški posrednici koji obavljaju funkcije i poslove, na primjer: trgovački posrednici (veletrgovci i trgovci na malo koji kupuju i preuzimaju vlasništvo te preprodaju trgovačku robu), agenti – posrednici (brokeri, predstavnici proizvođača i prodajni agenti koji traže kupce i pregovaraju s njima u ime proizvođača, ali ne preuzimaju vlasništvo nad robom), falicitatori (ostali aktivni posrednici koji sudjeluju u distribuciji, ali ne preuzimaju vlasništvo nad robom i ne pregovaraju o kupnji ili prodaji robe).

U praksi se, kod kanala distribucije, često ne pridodaje potrebna pozornost te se zanemaruje činjenica da odluke o marketinškim kanalima presudno utječu na profitabilnost proizvođačkih

poduzeća. Pojedini izabrani distribucijski kanali bitno utječu na odluke o tome tko će prodavati određenu robu, gdje će se ona prodavati i tko će sve sudjelovati u prodajnim kanalima. [5]

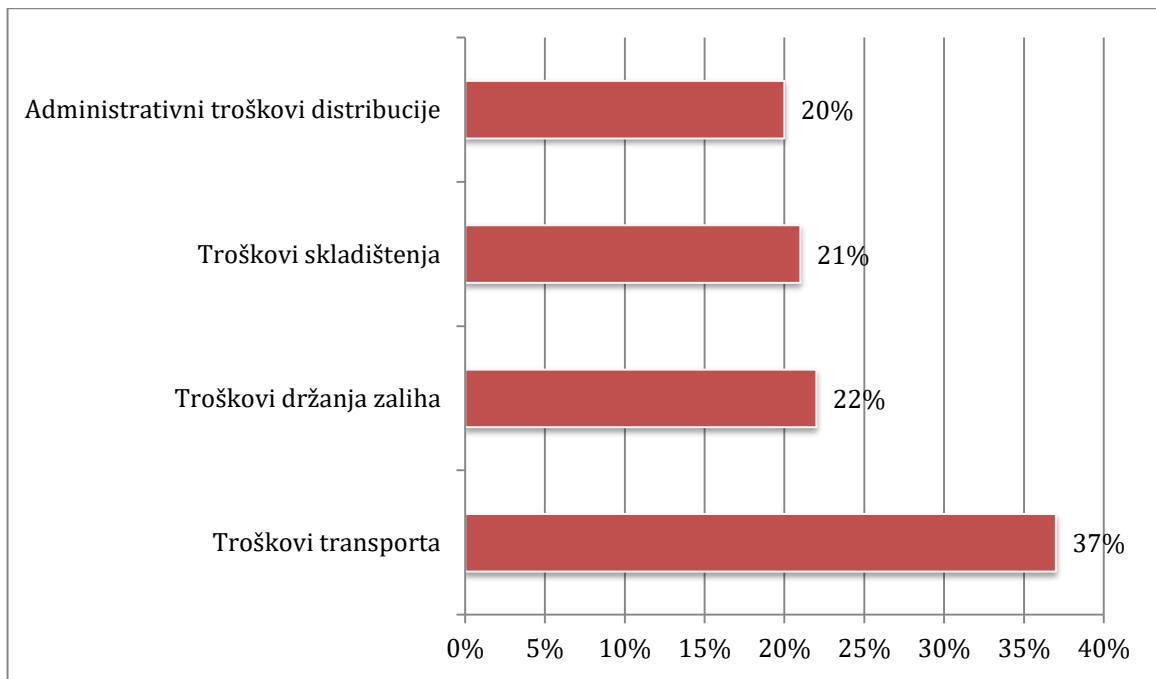
2.4. Fizička distribucija

Obično, kada govorimo o distribuciji, promatra se cjeloviti smisao gdje distribucija obuhvaća sveukupne tokove materijala i sve pripadajuće tokove, ali postoji i uži pojam koji zovemo fizička distribucija.

Fizička se distribucija odnosi na sve fizičke tokove sirovina, materijala i proizvoda te se ponekad uspoređuje s logistikom poduzeća pa ju možemo definirati kao skup aktivnosti sastavljen od obrađivanja narudžbi, rukovanja robom, skladištenja, upravljanja zalihama i prijevoza. Ona uključuje planiranje, primjenu i kontrolu fizičkih tokova sirovina i finalnih proizvoda od mjesta nastanka do mjesta uporabe da bi se zadovoljile potrebe kupca.

Marketinške agencije kao što su trgovci i trgovački agenti upravljaju protokom robe i obavljaju funkciju fizičke opskrbe sve do potrošačevih domova i trgovina. Funkcija fizičke distribucije odgovorna je za dovršetak marketinške transakcije nakon što je funkcija razmjene dovršena, odnosno kada se kupac i prodavatelj dogovore i sklope ugovor o prodaji. Bitno je napomenuti da proizvod mora biti dostupan na mjestu i u vrijeme kada ga kupac želi kupiti uz količinu po njegovom zahtjevu prije nego se kupoprodaja izvrši.

Smatra se da u visokorazvijenim gospodarstvima ukupni troškovi nastali u fizičkoj distribuciji čine približno 8% prihoda ostvarenog prodajom. Ako se ukupni troškovi fizičke distribucije od 8%, izraženi kao postotak od 100% raščlane na njihove odgovarajuće komponente, troškovi prijevoza čine 37%, troškovi držanja zaliha 22%, troškovi skladištenja 21%, a administrativni troškovi distribucije 20%. (Graf 2.) [5]



Graf 2. Troškovi fizičke distribucije [5]

U tranzicijskim gospodarstvima ukupni troškovi fizičke distribucije iznose oko 25% ukupnih prihoda ostvarenih prodajom, što je izrazito nepovoljno za sve dionike uključene u procesu fizičke distribucije, a posebno štetno za proizvođače poluproizvoda. Nedvojbeno je da se značajne uštede mogu ostvariti u području fizičke distribucije, a takve bi uštede doprinijele konkurentnosti domaćih proizvoda na globalnom tržištu.

Ostvarivanje ciljeva fizičke distribucije, a posebno odabir kanala i sudionika u sustavu fizičke distribucije, prvenstveno ovisi o stupnju obrazovanja, osposobljenosti, stručnosti, organiziranosti i motiviranosti ljudskih resursa u proizvodnim tvrtkama. To vrijedi za najviše, srednje i operativne menadžere, kao i druge specijalizirane stručnjake. Ljudski potencijal svih sudionika u ovakvim sustavima neizravno utječe i na optimizaciju funkcionalnosti fizičkog distribucijskog sustava.

Kvalitetni ljudski resursi moraju imati pristup kvalitetnim informacijama, posebno učinkovitim integriranim informacijskim sustavima, koji omogućuju učinkovitu poslovnu komunikaciju među svim aktivnim sudionicima unutar pojedinih fizičkih distribucijskih sustava.

Fizički distribucijski sustav predstavlja značajan podsustav unutar šireg ili univerzalnog logističkog sustava, što znači da je znatno uži i jednostavniji od logističkog sustava koji se sastoji od brojnih složenih, dinamičnih i stohastičkih podsustava. [5]

2.5. Distribucijski centri

Ključna komponenta procesa ispunjavanja narudžbi je distribucijski centar. Distribucijski je centar specijalizirana zgrada ili skladište u kojem se nalazi skup proizvoda često opremljenih rashladnim ili klimatiziranim uređajima te ih se redistribuira trgovcima na malo, veletrgovcima ili potrošačima. Distribucijski centri mogu se nazivati različitim nazivima, kao što su skladište, dostavni centar, cross-docking objekt, centar za rasuti teret ili centar za rukovanje paketima ovisno o njihovoj specifičnoj namjeri. Na primjer, „maloprodajni distribucijski centar“ prvenstveno distribuira robu u maloprodajne trgovine, dok „centar za isporuku“ izvrano distribuira robu potrošačima. Osim toga se u cross-docking objektu skladišti minimalna količina proizvoda, ali se roba distribuira na druga odredišta. Cross-docking je logistička praksa planiranja isporuke materijala izravno od proizvođača ili načina prijevoza do kupca ili drugog načina prijevoza, koristeći just-in-time strategiju. Primarni mu je cilj minimiziranje režijskih troškova povezanih sa skladištenjem robe između pošiljaka ili dok se čekaju narudžbe kupaca. To se može postići promjenom načina prijevoza, razvrstavanjem materijala namijenjenih različitim odredištima ili kombiniranjem materijala različitog podrijetla u transportna vozila sa sličnim ili identičnim odredištima. [6]

Distribucijski centri temelj su opskrbe mreže jer omogućuju skladištenje velikog broja proizvoda na jednom mjestu. Neke organizacije vode distribuciju u maloprodaji i distribuciju izravno do potrošača iz jednog objekta, dijeleći prostor, opremu, radne resurse i inventar prema potrebi.

Zbog ogromnog broja uključenih proizvoda i prodavača, nepraktično je za velikog trgovca izravno slati svaki proizvod od svakog dobavljača u svaku trgovinu. Kako bi riješili ovaj problem, neki trgovci uspostavljaju i upravljaju vlastitim distribucijskim mrežama, dok drugi odlučuju prepustiti ovu funkciju specijaliziranim logističkim tvrtkama koje olakšavaju distribuciju proizvoda za više entitea. Distribucijski centar može biti smješten unutar logističkog čvorišta.

Proizvodi se primaju i skladište u distribucijskom centru u različitim skladišnim mjestima i spremnicima koji su prilagođeni karakteristikama proizvoda i količini koja se transportira ili skladišti. Ta skladišna mjesta i spremnici prepoznati su u industriji pod određenim nazivima. Oprema za rukovanje materijalom koristi se za rukovanje različitim vrstama kontejnera.

Neki od najuobičajenih spremnika su sljedeći [6]:

- **Intermodalni kontejneri (brodski kontejneri)** koji se koriste za učinkovit prijevoz robe te imaju uspostavljene standarde za određivanje volumena i dimenzija spremnika kako bi se olakšalo učinkovito rukovanje.

- **Paleta** su jedno od najčešće korištenih sredstava za skladištenje i transport proizvoda u distribucijskom centru. Postoje brojni specijalizirani uređaji za rukovanje paletama poput viličara, dizalica za palete i slično.
- **Sanduci i kutije** koji obično sadrže više predmeta. U distribucijskim centrima postoji razlika između pojmova „karton“ i „kutija“, iako se oba odnose na kutije. Roba se prima i skladišti u kartonima, dok se otprema u kutijama.
- **Vreće**, spremnici za višekratnu upotrebu koji se koriste za držanje i prijevoz robe

Alternativna perspektiva gledanja na distribucijski centar je da ga se promatra kao proizvodni pogon. Po dolasku, roba se skladišti u rasutom stanju dok ne bude potrebna, zatim se preuzima i objedinjuje u pošiljke. Učinkovitost obrade u distribucijskom centru može značajno utjecati na konačni trošak proizvoda koji se isporučuje krajnjem korisniku. Pojednostavljena obrada ne samo da izravno smanjuje troškove rada, već i neizravno smanjuje troškove zaliha. Zalihe predstavljaju investiciju s pripadajućim udjelom u knjigovodstvenom trošku zaliha. Smanjenje vremena obrade narudžbi može izravno smanjiti količinu zaliha potrebnu za skladištenje u operaciji, što dokazuje upravljanje lancem potražnje.

Najučinkovitija metoda distribucije uključuje otpremu punog kamiona ili vagona izravno od proizvođača do trgovca. Naknadna najučinkovitija metoda uključuje otpremu punog kamiona u distribucijski centar, istovar punih paleta proizvoda i utovarenje paleta na kamione koji idu prema pojedinačnim trgovinama. Obje su metode izvedive samo za stavke velike količine. Većina proizvoda zahtijeva rastavljanje ili cijepanje paleta ili čak pojedinačnih kutija. [6]

Kada cijela paleta zahtijeva rastavljanje, troškovi povezani s rukovanjem proizvoda mogu brzo eskalirati. Brojni distribucijski centri koriste opsežne sustave sortiranja koji se sastoje od pokretnih traka kako bi se olakšalo kretanje proizvoda unutar objekta i na dostavno vozilo.

Osim toga mogu uključivati automatiziranu opremu za dekonstrukciju i rekonstrukciju paleta. Najnapredniji sustavi mogu prenijeti proizvode izravno na police za skladištenje i zatim na kamione, sve bez ljudske intervencije. Ovi su sustavi dizajnirani da se prilagode različitim veličinama i težinama proizvoda, zahtijevajući različite stupnjeve ručnog rukovanja za vrlo velike, male, teške ili lagane proizvode.

3. Logistika zadnje milje na području Španjolske

Pitanje logistike zadnje milje u Španjolskoj nedvojbeno je ključna briga, s obzirom na neosporan utjecaj koji ima na sljedeća područja [7]:

1. **Održivost okoliša** - Uočeno je da je značajan udio stanovništva, čak do 80%, izložen razinama kontaminacije koje premašuju smjernice Svjetske zdravstvene organizacije. Broj smrtnih slučajeva uzrokovanih zagađenjem zraka 20 puta je veći od broja smrtnih slučajeva u prometnim nesrećama. Također je utvrđeno da se značajan udio ukupnih emisija zagađujućih plinova u Španjolskoj, točnije 25%, može pripisati prijevozu robe putem tereta
2. **Zagušenje gradskog prometa** - Više od 20% prometa u gradovima uzrokuje teretni prijevoz. U prosjeku, vozač u Madridu provede dva dana godišnje u prometnoj gužvi. Svaki se dan u Španjolskoj isporuči ukupno 1,5 milijuna paketa e-trgovine
3. **Logistička učinkovitost** - Posljednja dionica prijevoza, koja se obično naziva posljednja milja, čini značajan dio ukupnih logističkih troškova, koji iznosi čak 40%. Otprilike 80% prijevozničkih tvrtki klasificiraju se kao mikropoduzeća. HORECA referentni distributeri u Španjolskoj pokazuju razinu učinkovitosti koja je 2 do 3 puta niža od razine globalnih referentnih distributera

3.1. Održivost okoliša

Izazov održivosti okoliša predstavlja značajan problem za suvremeno društvo, s obzirom na sve više dokaza o degradaciji okoliša i stalnim nedostacima pojedinih zemalja u ispunjavanju međunarodnih sporazuma. Španjolska nije iznimka u ovom izazovu i pomno je prate i Europska zajednica i španjolsko društvo.

Gradovi igraju ključnu ulogu u uzrocima i utjecajima na okoliš jer do 80% stanovništva Španjolske živi u područjima izloženim razinama kontaminacije koje premašuju smjernice SZO-a. To je dovelo do povećanja stope smrtnosti uzrokovane onečišćenjem zraka koja je 20 puta veća od one uzrokovane prometnim nesrećama. Javne vlasti svjesne su da otprilike 25% emisija zagađujućih plinova u gradovima nastaje teretnim prijevozom, a ta je brojka čak i viša u gradovima kao što su Barcelona i Madrid. Kao rezultat toga, mjere povezane s logistikom zadnje milje usvojene su u pokušaju smanjenja rizika za okoliš. [8]

3.2. Zagušenje gradskog prometa

Problem zagušenja gradskog prometa u urbanim sredinama svakodnevni je izazov za pojedince i tvrtke. U Madridu, na primjer, vozači u prosjeku izgube oko dva dana godišnje u prometnim gužvama. Ovaj problem dodatno je pogoršan pojavom novih formata i modela mobilnosti, koji nažalost predstavljaju dodatne rizike za sigurnost na cestama.

Prijevoz tereta iz raznih sektora i industrija čini više od 20% prometa u urbanim područjima. Kao primjer možemo sagledati e-trgovinu koja je doživjela godišnju stopu rasta od više od 23% tijekom proteklog desetljeća, što je rezultiralo isporukom od približno 1,5 milijuna paketa dnevno u Španjolskoj. Utjecaj veće gustoće naseljenosti u urbanim područjima pogoršava obujam teretnog prometa po stanovniku. Povećana gustoća naseljenosti u urbanim područjima također je dovela do fenomena „prazne Španjolske“, što dodatno ugrožava isplativost logistike zadnje milje u ruralnim područjima. [7]

3.3. Logistička učinkovitost

Optimizacija učinkovitosti logistike zadnje milje predstavlja značajan izazov za tvrtke koje se bave distribucijom tereta i isporukom u naturi jer ima izravan utjecaj na operativne marže gdje troškovi mogu iznositi do 40% ukupnih troškova dostave. Kao posljedica poteškoća logistike zadnje milje i pitanja specifična za svaki sektor, prosječna profitabilnost kurira značajno je smanjena, dok je volumen kojim se upravljalo imao godišnji rast dvoznamenkastih stopa.

U HORECA sektoru, referentni distributeri suočavaju se s 2 do 3 puta nižim razinama profitabilnosti od velikih globalnih konkurenata. Slično tome, u sektoru maloprodaje hrane i općeg tereta, trgovci se bore za stvaranje prihoda od vlastitih kanala e-trgovine. S druge strane, niske marže i visoka razina fragmentacije u prometnom sektoru čine rješavanje problema strukturne i operativne transformacije potrebne kako bi se poboljšala logistička učinkovitost, što ga čini teškim zadatkom. [7]

3.4. Stakeholderi i uključeni sektori posljednjih godina

Očekivanja potrošača posljednjih godina postala su sve zahtjevnija u različitim sektorima uključenim u logistiku posljednje milje. Ovi trendovi potražnje mogu se pripisati golemom pritisku koji potrošači e-trgovine vrše na kurirske tvrtke odgovorne za dostavu. Taj se pritisak proširio na isporuke B2B potrošača koji sada očekuju istu razinu usluge od svojih distributera po sve nižim cijenama.

Tijekom prošlog desetljeća, naplate e-trgovine doživjele su prosječnu stopu rasta od višu od 23%. U 2018. ta je stopa rasta dosegla 29%, što je rezultiralo ukupnim iznosom od 40.000 milijuna eura. Taj se rast prvenstveno može pripisati porastu populacije koja kupuje proizvode preko interneta, koja je porasla s otprilike 20% u 2008. na 50% u 2018. Kao rezultat ovog značajnog povećanja potražnje, kurirske tvrtke posljednje milje sada su odgovorne za upravljanje isporukom, otprilike, 1,5 milijuna paketa dnevno u prosjeku. [9]

Zbog značajnih prednosti koje pruža e-trgovina, tvrtke traže dodatne usluge, koje uključuju pojačano praćenje narudžbi, prilagodljivost dobavljača i integraciju alata za predviđanje potražnje, što bi potencijalno moglo smanjiti nedostatke zaliha. Za distributere postaje esencijalno pružiti sveobuhvatne usluge komercijalnim klijentima, koje obuhvaćaju sve aspekte i funkcije opskrbnog lanca, od sveobuhvatne administracije skladišta do transporta robe do prostorijskih njihovih kupaca.

U području e-trgovine kupci smatraju da se izvedba usluga ne može razlikovati i nisu skloni plaćanju većih cijena za pružanje usluga svojih objekata i trgovina. Dodatno uz očekivanja i zahtjeva kupaca, sve je veća preokupacija građana stanjem okoliša i problemom preopterećenosti gradskog prometa. Ovu povećanu društvenu svijest državnica su tijela prepoznala u svojim općinskim propisima, što dokazuje njihovu namjeru smanjenja emisije CO₂ i prometnih gužvi. Javna tijela imaju ključnu ulogu u poticanju i jamčenju učinkovite i održive urbane mobilnosti koja zadovoljava potrebe stanovništva. (Tablica 1.)

Uloge s dodanom vrijednošću	Uloge očuvanja vrijednosti
Strategija	Regulatori
Oblikovanje budućih transportnih sustav, uspostavljanje strateške linije i specifične radnje koje treba poduzeti kratkoročno/srednje/dugoročno s fokusom na dobrobit građana. Strategija bi trebala predvidjeti transformacije u ekosustavu mobilnosti	Jamčenje implementacije novih modela prijevoza i distribucije bez ugrožavanja razine sigurnosti građana. Javna tijela moraju uvesti zakonodavstvo koje se prilagođava novom ekosustavu mobilnosti, održavajući ravnotežu između inovacija i sigurnosti.
Koordinator i katalizator	Operater
Povezivanje s dobavljačima i potrošačima kako bi se oblikovao budući transport (ulaganja, subvencije, itd.).	Izravna ponuda usluge prijevoza, osiguravanje potrebne infrastrukture ili djelovanje kao komisionar/agent za nabavu. Upravo u ovoj ulozi javna tijela mogu transformirati budućnost mobilnosti kroz globalnu i međusektorsku viziju i preuzimanjem inicijative kao operatera.

Tablica 1. Uloge javnih tijela [7]

Neki od primjera trenutnih mjera u velikim gradovima za svaku od ovih uloga su sljedeći [7]:

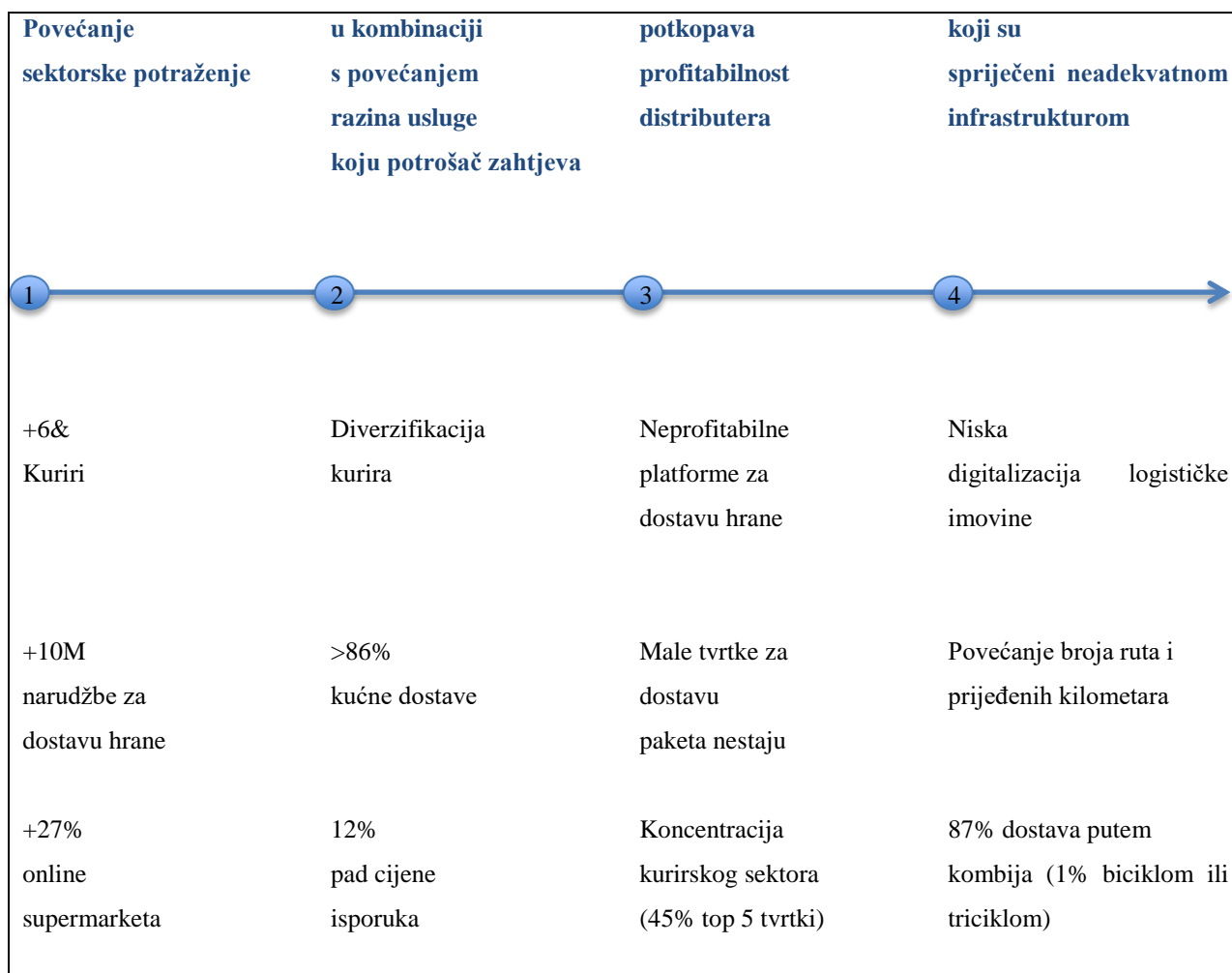
- **Strategija - Barcelona:** aplikacija „ÁreaDUM“ omogućuje optimizaciju korištenja zona za utovar i istovar, izbjegavajući nepotrebne kazne i skraćujući vrijeme isporuke. Sustav može koristiti geolociranje, locirati vozilo u prostoru te nudi detaljnu evidenciju svih transakcija obavljenih tijekom radnog dana.
- **Koordinator i katalizator - New York:** Odjel za promet grada New Yorka, razvija plan za upravljanje pametnim kamionima kako bi se omogućilo upravljanje dostavom robe u gradu.
- **Regulator - London:** Greater London jedan je od pionira u uspostavljanju ograničenog pristupa u određenim zonama, ciljajući isključivo na velika vozila i vozila za distribuciju robe. Implementacija ULEZ zone (zone naknade za zagušenje) podrazumijeva plaćanje dnevne naknade u određenom roku. To rezultira smanjenjem naklade od otprilike 15%.
- **Operater - Bruxelles:** općinske su vlasti surađivale s logističkom tvrtkom TNT Express na postavljanju mobilnog depoa koji se kreće od regionalnog čvorišta za pakete do središta grada.

Industrija e-trgovine obuhvaća sva poduzeća koja prodaju robu potrošačima putem interneta, bilo putem web portala ili računalnih aplikacija. Roba se šalje iz trgovine, restorana supermarketa ili skladišta konkurenata unutar sektora do potrošačeve određene lokacije za dostavu, koja može uključivati njihovu adresu stanovanja, ured ili pristupnu točku. Konkurenti u e-trgovini mogu se klasificirati u četiri kategorije na temelju njihovog poslovanja [7]:

- **„Pure players“** - tvrtke čija se prodajna aktivnost u potpunosti odvija online, poznatije kao internet trgovci na malo. To je slučaj s velikim korporacijama poput Alibabe, Aliexpressa, PcComponentsa, VeePee i Amazona. Logistikom zadnje milje za ovu vrstu poduzeća obično se bave specijalizirane tvrtke za dostavu paketa.
- **Platforme e-trgovine trgovaca općom robom** - tvrtke koje upravljaju s više podružnica koje prodaju proizvode u raznim kategorijama, uključujući modu, elektrotehniku, sport, itd. Te tvrtke također nude online platforme na kojima potrošači mogu kupiti proizvode bez fizičkog posjećivanja njihovih trgovina. Značajni primjer takvih trgovaca na malo uključuju El Corte Inglés, Mango i Media Markt.
- **Dostava hrane** - tvrtke koje služe kao posrednici između restorana i potrošača. Njihova funkcija bazira se na primanju narudžbi kupaca, preuzimanju hrane iz restorana i dostavu na željenu lokaciju kupca. Istaknuti primjeri uključuju Just Eat,

Glovo, UberEats i Deliveroo. Obično su te tvrtke startupi za dostavu na kućnu adresu koji upravljaju vlastitim voznim parkom. (Tablica 2.)

- **Online supermarketi** - završnu fazu dostave obično obavlja ista tvrtka koristeći vlastita prijevozna sredstva za kućnu dostavu. Međutim, ovaj pristup može dovesti do povećanih troškova i neučinkovitosti jer ne uključuje korištenje specijaliziranih tvrtki za dostavu



Tablica 2. Problemi logistike e-trgovine zadnje milje [7]

3.5. Rješenja logistike zadnje milje u Španjolskoj

Kako bi se uspostavili novi logistički modeli za poboljšanje logistike zadnje milje, identificirano je nekoliko čimbenika koji značajno utječu na transformaciju. Ti su čimbenici uključeni u različite logističke modele i olakšavaju rješavanje izazova ekološke održivosti,

ublažavanja zagušenja gradskog prometa i povećanja učinkovitosti logistike. Četiri najvažnija čimbenika transformacije su sljedeća:

1. **Infrastruktura:** Skladišta, ormarići, utovar i istovar područja
2. **Tehnologija:** U uporabi, nadoilazeća, tehnologije budućnosti
3. **Regulacija (primjeri nedavne regulacije):** Barcelona, Madrid, Bilbao
4. **Kooperacija:** Proizvođači - distributeri, tijela javne vlasti - sektori aktivnosti

3.5.1. Infrastruktura

Vladina tijela, distributeri i kurirske službe bili su prisiljeni izdvojiti resurse za poboljšanje i pojednostavljenje infrastrukture koja olakšava logistiku zadnje milje. Ova infrastruktura obuhvaća logističku imovinu, u javnom i privatnom vlasništvu, kao što su distribucijski centri, skladišta, pametni ormarići, zone za utovar i istovar, cestovne mreže, zračne luke i slično, što zajedno čini mrežu koja se koristi za isporuke zadnje milje. Od svih logističkih sredstava posebno su značajna skladišta, skladišni prostori i prostori za utovar i istovar [7]:

- **Skladišta** - tržište logističkih nekretnina trenutno doživljava značajnu ekspanziju, a skladišta su ključna komponenta. U Španjolskoj je 2019. Iznajmljeno gotovo dva milijuna četvornih metara logističkih nekretnina, a uloženo je od 1300 do 1500 milijuna eura. To predstavlja znatno povećanje u odnosu na 2016., kada je iznajmljeno samo milijun četvornih metara, a ulaganja su iznosila 800 milijuna eura. Ključno je uzeti u obzir trenutno stanje javne infrastrukture i akcijske planove koji se provode, budući da igraju ključnu ulogu u rastu ovog tržišta. Značajni primjeri uključuju razvoj velikog logističkog kompleksa, osnivanje ureda u Barceloni i plan nekretnina za zračnu luku Adolfo Suárez-Madrid Barajas
- **Ormarići** - dostupni su za dostavu i preuzimanje paketa u svakom trenutku i strateški su smješteni po cijelom gradu, uključujući gusto naseljene četvrti, trgovačke centre, stanice podzemne željeznice i velike urede. Kupci mogu preuzeti svoje pakete iz svog odabranog ormarića pomoću osobnog pristupnog koda koji je prethodno poslan na njihov mobilni telefon. Ova infrastruktura je u ranoj fazi razvoja u Španjolskoj, s približno 10.000 ormarića koji su trenutno dostupni. Nasuprot tome, Francuska ima preko 60.000 ormarića. Ulaganja u ovu vrstu infrastrukture posljednjih su godina u velikom porastu. Na primjer, Citibox planira uložiti 26 milijuna eura kako bi imao 300.000 kutija za prikupljanje u privatnim zgradama u Madridu.

- **Područja za utovar i istovar** - trenutačno su neadekvatni za veliku količinu dostava i preuzimanja u posljednjoj milji španjolskih gradova, što rezultira povećanom gužvom i ilegalnim isporukama (dvostruko parkiranje). Kako bi riješili ovaj problem, javna tijela primarno ulažu u digitalne platforme kako bi poboljšala te infrastrukture. Gradsko vijeće Madrida posebno je provelo mjere kao što je rezerviranje parkirnih mjesta za ta područja putem elektronskih parkirnih karata, omogućujući korisnicima učinkovitije upravljanje dodijeljenim mjestima. Radi olakšanja ove transformacije, privatne agencije uključene u isporuku zadnje milje mogu ili slijediti organski rast kroz interni razvoj i ulaganja, kupiti ili se udružiti s novonastalim infrastrukturnim poduzećima kao što je Mayordomo, koji postavlja pametne kutije za prikupljanje u komercijalne i stambene zgrade. Urgentno je da javna tijela ulažu i moderniziraju infrastrukturu kako bi zadovoljila trenutne zahtjeve logistike posljednje milje.

U skladu sa strateškim ugovorom koji su potpisale obje tvrtke, InPost će svoje ormariće postaviti u Repsol servise. Ova inicijativa predstavlja još jedan korak u širenju svojih ormarića u Španjolskoj, zahvaljujući širokoj mreži benzinskih postaja koje je Repsol distribuirao diljem zemlje. Nicola D'Elia, izvršni direktor grupe InPost u Španjolskoj, Portugalu i Italiji, objašnjava: "Vrlo smo ponosni što smo postigli ovaj sporazum s Repsolom, jer će nam omogućiti da dosegemo ruralna područja i područja daleko od velikih urbanih središta, ali će nam također omogućiti povećanje broja ormarića koje imamo u španjolskim gradovima." [10]

3.5.2. Tehnologija

Postoji mnoštvo tehnologija i tehnoloških poduzeća u nastajanju koja revolucioniraju opskrbeni lanac. Potrebno ih je integrirati u proces digitalizacije logistike zadnje milje kako bi se zadovoljila visoka očekivanja potrošača. Najvažnije i primarne tehnologije ću navesti u nastavku [7]:

- **Tehnologije u upotrebi** - Novi komunikacijski kanali - njihova pojava naglašava važnost pružanja novih metoda komunikacije korisnicima. Kao primjer možemo uzeti „chatbotove“, koji olakšavaju besprijekornu i učinkovitu digitalnu komunikaciju s korisnicima. Usluge geolokacije - korištenje blockchain usluga geolociranja omogućuje

dobivanje informacija u stvarnom vremenu u vezi s planom puta i mjestom kretanja pošiljke. Ova tehnologija omogućuje kuririma da kupcima pruže fleksibilnost izmjene lokacije dostave, dok istovremeno optimiziraju svoju rutu dostave i minimiziraju troškove. Osim toga, osigurava sljedivost i porijeklo paketa. Nažalost, trenutno više od 90% kurira na kratkim udaljenostima nema pristup ovoj tehnologiji. Električni skuteri - nude prednost brzog i ekološki prihvatljivog prijevoza do područja koja su nedostupna većim vozilima

- **Nadoilazeće tehnologije** - Ambalaža za višekratnu upotrebu za e-trgovinu - ovakva ambalaža vraća se u za to predviđene spremnike, poput poštanskih sandučića ili pametnih kutija, kako bi ju distributeri mogli ponovno upotrijebiti te se na taj način smanjuje emisija CO₂, gdje ima samo 37 grama CO₂ po pakiranju, za razliku od plastične koja može generirati i do 400 grama po pakiranju. Platforme mobilnosti - podaci i informacije koji se odnose na urbanu mobilnost na vanjskim korporativnim poslužiteljima, čime se omogućuje otvoreni pristup svakome. Takve platforme olakšavaju učinkovito upravljanje rutama i njihovu prilagodbu u skladu s različitim zahtjevima mobilnosti koji se mogu pojaviti tijekom isporuka. Električna vozila i druga alternativna goriva - električni motori i alternativna goriva (etanol, metanol, prirodni plinovi, propan, vodik) dobivaju na važnosti kako se gužve i ograničenja pristupa gradovima povećavaju. Kako bi se emisije smanjile za 50%, električna vozila moraju biti korištena za prijevoz lake robe.
- **Buduće tehnologije** - Dronovi - korištenje bespilotnih letjelica za dostavu olakšava ekspeditivnu isporuku paketa e-trgovine, a istodobno značajno smanjuje troškove. Trenutno dronovi imaju kapacitet transporta paketa teških između dva i pet kilograma. Usvajanje ove tehnologije ima potencijal omogućiti da se do 60% svih dostava paketa izvrši bespilotnim letjelicama, čime se značajno smanjuje broj vozila u urbanim područjima. Međutim, pitanje regulacije ključni je aspekt koji zahtijeva razmatranje, a izvedivost korištenja dronova za dostavu paketa unutar gradova tek treba utvrditi. Autonomna vozila - sposobnost autonomnog vozila da se inteligentno transportira do svog krajnjeg odredišta može rezultirati značajnim uštedama u troškovima osoblja, istovremeno omogućujući dostavu paketa u vrijeme koje je prikladno za kupca i minimiziranje vjerojatnosti grešaka tijekom prijevoza. Već postoje prototipi tvrtki koje koriste sofisticiranu razinu autonomne vožnje vozila. Robotizacija - korištenjem automatiziranih skladišta uklanja se potreba za ugradnjom prolaza za ljudske radnike, čime se povećava skladišni kapacitet za čak 50%. Zamjena ljudskog skladišnog osoblja s robostkim rezultirala bi smanjenjem troškova za 20%.

3.5.3. Regulacija

Javni subjekti imaju ključnu poziciju u provedbi novih logističkih modela zadnje milje. Njihova sposobnost donošenja propisa i općinskih uredbi koje olakšavaju transformaciju sektora ima značajan utjecaj. Postojeća regulatorna struktura pokazuje određene nedostatke koji znatno ometaju planiranje i učinkovitost zadnje milje, a to su sljedeći [11]:

- **Ujednačenost u regulaciji** - postoji nekoliko smjernica koje utječu na logistiku i prijevoz robe. Ujednačenost se promatra na dvije razine: teritorijalnoj (budući da postoje različiti propisi u svakom od gradova unutar nacije) i institucionalni (gradska vijeća, vlade autonomnih zajednica i središnja vlada su odgovorni za donošenje zakona u tim područjima).
- **Reaktivna regulacija** - što se tiče logistike mobilnosti, uočeno je da tijela javne vlasti imaju tendenciju kasno reagirati i ispraviti prevladavajuće neučinkovitosti, umjesto usvajanja proaktivnog pristupa i suradnje s relevantnim dionicima.
- **Slaba suradnja s uključenim sektorima** - primarni je cilj tijela javne vlasti dobrobit građana staviti na prvo mjesto. Naime, postoji nedostatak suradnje između navedenih tijela i sektora logistike transporta i tvrtki, posebno u razvoju propisa koji utječu na gore navedene strane. Ovakav regulatorni pristup rezultirao je napetom situacijom posljednjih godina, budući da je provedba novih propisa nametnula ograničenja na trenutne logističke modele distributera i pošiljatelja te je tako dostava paketa postala sve zahtjevnija. U svrhu promicanja transformacija sektora kroz nove logističke modele, nadoilazeći propisi moraju riješiti te neučinkovitosti i prilagoditi se okruženju koje se razvija

3.5.4. Kooperacija

Niske marže i rastuća potreba za hiper-usluge po sniženim cijenama potiču distributere i kurire, koji se bave logistikom zadnje milje, da istraže alternativna rješenja izvan njihove konvencionalne poslovne prakse. Jedno takvo rješenje uključuje suradnju s drugim agentima koji su također uključeni u isporuku robe, dovodeći do formiranja nekoliko udruženja, uključujući proizvođač - distributer kooperaciju, čiji je cilj eliminirati neučinkovitosti i povećati zadovoljstvo krajnjih potrošača optimizacijom dva ključna područja [7]:

1. **Napredno planiranje ponuđenih usluga:** naprednom komunikacijom i korištenjem aplikacija, moguće je minimizirati vrijeme potrebno za upravljanje narudžbama, maksimizirati učinkovitost skladišta i smanjiti troškove.
2. **Stimulacija potražnje:** suradnjom upravljanja informacija o kupcima moguće je poboljšati komercijalne sposobnosti agenata unutar opskrbnog lanca

Suradnja između privatnih subjekata i regulatornih javnih tijela ključni je čimbenik u promicanju promjena u logistici zadnje milje. Dobri primjeri ovakve suradnje su Madrid i Barcelona.

U Madridu, nekoliko je poduzeća udružilo snage s Gradskim vijećem Madrida i gradskim prijevoznim poduzećem kako bi uspostavili centar za konsolidaciju koji služi kao središte za centralizaciju ruta dostave koje se kasnije izvršavaju električnim vozilima. Tako je u Barceloni gradsko vijeće surađivalo s tvrtkom Vanapedal, specijaliziranom za prijevoz robe koja koristi tricikličke tvare, kako bi nadgledala platformu koja služi kao stanica za utovar i istovar za dostavu robe. [7]

4. Razvoj suvremenih rješenja za dostavu pošiljaka u zadnjoj milji

Održivi ekološki proizvodi i usluge privlače sve više pažnje kompanija i firmi koje žele uspjeti i proširiti se na izrazito konkurentnim tržištima, istovremeno smanjujući štetu koju nanose okolini i ekosustavima. U ovom se poglavlju opisuju upravo takvi ekološki proizvodi poput Boxbota, inovativnog rješenja za automatizirano sortiranje i pohranu koje revolucionizira logistiku paketa; cargo bicikala, teretni bicikl dizajniran i konstruiran posebno za prijevoz tereta te dronova, bespilotnih letjelica.

4.1. Dronovi

Dron je bespilotna letjelica, odnosno leteći robot kojim se može daljinski upravljati ili raditi autonomno putem softverski kontroliranih planova leta integriranih u njegove sustave. Ti sustavi rade u tandemu s ugrađenim senzorima i sustavom globalnog pozicioniranja (GPS). (Slika 2.)



Slika 2. Bespilotna letjelica (dron) [12]

Korištenje bespilotnih letjelica u završnoj fazi isporuke predstavlja mnoštvo prepreka, poput smanjenja troškova isporuke, povećanja štednje energije, minimiziranja ekološke štete, praćenja

otpremanja paketa, sprječavanja povremenih zastoja u isporuci i pridržavanje najsvremenijih tehnoloških dostignuća. Također je izazov pravilno organizirati usmjeravanje, optimizirati distribuciju tereta, učinkovito upravljati baterijom drona, podatkovna komunikacija te zaštita okoliša.

4.1.1. Usmjeravanje

Zadatak usmjeravanja je značajan izazov koji zahtijeva pažnju jer nastoji identificirati najučinkovitije rute isporuke koje bespilotnim letjelicama do zadnje milje čine i ekonomski i operativno održivom. Za prijevoz dronova, zaliha i paketa za dostavu dronom u posljednjoj milji, kamioni su nezamjenjivi. Posljedično, usmjeravanje za isporuku bespilotnim letjelicama do zadnje milje mora uzeti u obzir rute i za bespilotne letjelice i kamione.

Gonzalez je predstavio matematički model koji koristi metodu koja uključuje algoritam simularnog žarenja za optimizaciju ruta isporuke za kamione i dronove. Model je dizajniran za rad s jednim kamionom i dronom. Tijekom procesa isporuka, dron će se vratiti u kamion kako bi zamijenio ili napunio bateriju jer kamion služi kao stanica za promjenu baterije za dron. Dron mora izračunati preostalo trajanje baterije te, ako je potrebno, pridružiti se kamionu na sljedećem stajalištu za kamione gdje se paket isporučuje. U slučaju da kamion stigne na stanicu prije drona, čekat će da se dron uključi i obrnuto. Autori također predlažu da dronovi mogu imati više ruta, što bi im omogućilo isporuku većem broju kupaca eliminirajući nepotrebna putovanja do kamiona. Nema ograničenja u broju operacija zamjene baterija za dronove, a svaki put će dron napustiti kamion s punom baterijom.

S obzirom na to da rutiranje vozila predstavlja problem otvorenog tipa, znanstvenici nastavljaju istraživati nove algoritme kako bi poboljšali operaciju dostave dronom u zadnjoj milji. Dronovi se susreću s logističkim izazovima prilikom prijevoza robe do lokacija kupaca. Iako mogu dostaviti artikle na dostupna mjesta, kao što su ulazna vrata ili dvorište, takve metode dostave mogu predstavljati sigurnosne probleme jer se isporučeni artikli mogu ostaviti bez nadzora. Osim toga, dronovi ne mogu dostaviti pakete u poštanske sandučiće ili stambene zgrade. Posljedično, dostava bespilotnim letjelicama zahtijeva daljnje istraživanje i razvoj kako bi se identificirali sigurni i raznoliki pristupi za dostavu artikala na različite lokacije kupaca. [13]

4.1.2. Optimizacija distribucije tereta

Optimizacija distribucije tereta predstavlja značajan izazov koji se mora riješiti jer se odgovarajuća raspodjela paketa među dostavnim kamionima, dronovima, biciklima i robotima za dostavu zadnje milje mora riješiti. Dostavna vozila podliježu različitim ograničenjima nosivosti, sigurnosim ocjenama, razinama pouzdanosti i potrošnji energije. Suprotno tome, paketi pokazuju različite veličine, težine, odredišta, razine hitnosti, prioritete, zahtjeve sigurnog rukovanja i troškove.

Trenutačni trend dostave zadnje milje uključuje korištenje različitih dostavnih vozila, uključujući kamion, dronove, bicikle, mobilne robote i druge te shodno tome optimizacija distribucije tereta s heterogenim dostavnim vozilima zahtijeva preciznije linearne matematičke modele za optimizaciju i daljnja istraživanja. To će omogućiti učinkovitu nadopunu različitih tipova dostavnih vozila u specifičnim situacijama. Osim toga, često se zanemaruje aspekt neobičnih oblika paketa, a zaštićeno i pravovremeno rukovanje paketima neobičnog oblika uvodi nove složenosti u distribuciju tereta i raspored. [13]

4.1.3. Upravljanje baterijom drona

Tema potrošnje baterije dronova predmet je brojnih istraživanja. Zависи od raznih čimbenika, uključujući težinu paketa, brzinu drona, putanje leta, atmosfere uvjete, nadmorske visine, smještaj skladišta, tehnike uštede energije i druge radne uvjete drona. Obično se optimizacija potrošnje baterije temelji na putanji leta, brzini i visini drona, težini tereta i rasporeda isporuke na temelju meteoroloških prognoza.

Kako bi se postigla maksimalna energetska učinkovitost baterije, moguće je optimizirati rute i mjesta postavljanja drona. Raj i Murray proveli su studiju o utjecaju brzine drona na potrošnju energije. Tipično, potrošnja energije drona ovisi o težini korisnog tereta, brzini i vremenskim uvjetima. Raj i Murray iznijeli su algoritam koji provjerava i modificira ravnotežu između brzine i udaljenosti putovanja, s ciljem smanjenja ukupnog vremena isporuke za kamione i dronove. Nalazi su pokazali da bi kamioni imali kraće rute i manje kupaca u usporedbi s dronovima. Prema nalazima istraživača, predloženi su različiti pristupi za punjenje i zamjenu baterija. Među njima, posebna strategija uključuje postavljanje baterijskih stanica duž servisnih ruta, čime se dronovima omogućuje zaustavljanje i ponovno punjenje ili zamjena baterija. Ove baterije nude tri načina punjenja baterije drona, odnosno zamjenu baterije, kontaktno punjenje baterije i bežično punjenje baterije (Slika 3.) [14]



Slika 3. Tri načina punjenja drona [14]

4.1.4. Podatkovna komunikacija

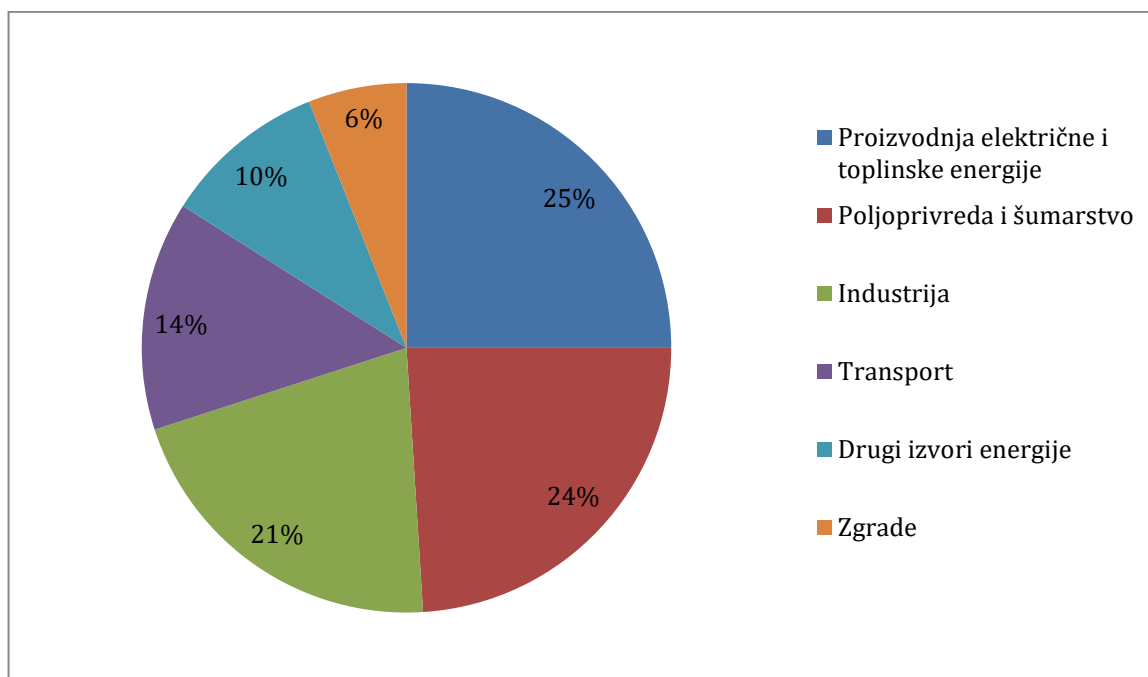
Učinkovita komunikacija podataka predstavlja značajan izazov u kontekstu operacija dostave bespilotnim letjelicama zadnje milje, budući da olakšava kritične funkcije kao što su prikupljanje podataka, dijeljenje, koordinacija, navigacija i kontrola. Takva komunikacija može imati različite oblike, uključujući interakcije uređaj-uređaj, uređaj-čovjek, čovjek-uređaj ili čovjek-čovjek.

Internet stvari (IoT) odnosi se na međusobnu povezanost računalnih uređaja ugrađenih u svakodnevne predmete, kojima se može pristupiti putem interneta. Ova tehnologija ima ogroman potencijal za budućnost i privukla je pozornost raznih industrija. IoT je omogućio sveprisutno računalstvo, koje obuhvaća računalstvo u oblaku, računalstvo u magli/rubu i sveprisutno detektiranje ili geosenziranje. To uključuje korištenje sveprisutnih mreža senzora za ispitivanje geografskih pojava u stvarnom vremenu. Dronovi, koji se sastoje od senzora, aktuatora, pogonskih mehanizama, propelera, elektronike i digitalnih upravljačkih sustava, imaju potencijal revolucionirati tehnološka polja omogućavanjem pametnih usluga. [15]

4.1.5. Zaštita okoliša

Zaštita okoliša u kontekstu isporuke bespilotnim letjelicama posljednje milje predstavlja izazov s kojim se treba pozabaviti kako bi se promicale ekološki prihvatljive strategije koje čuvaju okoliš i ekosustave. Postoje različiti načini na koje se može postići zaštita okoliša, uključujući smanjenje onečišćenja i ugljičnog otiska, poboljšanje energetske učinkovitosti isporuke i implementaciju obnovljivih zelenih izvora energije.

Kamioni su nužna komponenta transportnog procesa za bespilotne letjelice i zalihe. Međutim, važno je napomenuti da se kamioni pretežno oslanjaju na fosilna goriva, koja doprinose proizvodnji stakleničkih plinova. Prema Edenhoferu i sur. (2014.), prometni sektor odgovoran je za 14% globalnih emisija stakleničkih plinova, pri čemu 95% energije korištene u svjetskom prometu potječe iz fosilnih goriva. S obzirom na štetne učinke stakleničkih plinova na okoliš, smanjenje njihove proizvodnje ključno je pitanje koje se mora riješiti. Ovo pitanje je također od velike važnosti za maloprodajne tvrtke, jer se oslanjaju na kamione koji koriste fosilna goriva za prijevoz i dostavu (Graf 3.) [16]



Graf 3. Globalne emisije stakleničkih plinova po gospodarskim sektorima [16]

Svaki put kada se izvrši online narudžba, i kupac i tvrtka snose odgovornost za ugljični otisak povezan s transakcijom. Postoji nekoliko rješenja koja mogu pomoći klijentima i tvrtkama u smanjenju ugljičnog otiska. Na strani kupca, pojedinci mogu objediniti svoje kupnje u jednu narudžbu i sve artikle poslati u jednom paketu. Na strani dobavljača, tvrtke mogu koristiti ekološka vozila, poput bespilotnih letjelica, s optimiziranim propusnim opsegom kako bi pridonijela smanjenju svog ugljičnog otiska. Općenito, mnogi su paketi dovoljno lagani da se mogu prevoziti dostavnim vozilima poput dronova. Na primjer, značajan udio Amazonovih paketa, otprilike 86%, teži oko 2 kilograma. Dronovi se mogu koristiti za dostavu tako laganih paketa, čime se smanjuje broj kamiona i kamionskih ruta uključenih u dostavu bespilotnim letjelicama u posljednjoj milji. Energija potrebna za dronove je 94% manja od one potrebne za dostavna vozila. [16]

4.2. Boxbot

Diskretni startup za autonomnu isporuku, koji se može pohvaliti impresivnim značajnom potporom, nedavno je izašao iz mraka.

Boxbot (Slika 4.), kalifornijski startup za logističku dostavu predstavio je svoj autonomni sustav za dostavu zanje milje, koji se sastoji od autonomnog lokalnog logističkog čvorišta i robotskog kamiona za dostavu. Ovo otkrivanje slijedi neposredno nakon USPS-ove najave vlastitog pilot programa za testiranje samovozećih kamiona za međudržavnu dostavu, dodatno učvršćujući ideju da je autonomna dostava uspostavljena stvarnost.

U prethodnoj godini, Boxbot, sa sjedištem u Oaklandu (osnovan od strane bivših inženjera Ubera i Tesle), osigurao je 7,5 milijuna dolara u početnom financiranju, što je uključivalo ulaganje Toyota AI Ventures, podružnice Toyotinog istraživačkog instituta posvećene umjetnoj inteligenciji. [17]

Boxbotovo razotkrivanje razjašnjava značajan aspekt, a to je da tvrtka usvaja sveobuhvatniji pristup isporuci zadnje milje u usporedbi sa svojim konkurentima, a također preuzima značajnije rizike. Boxbotova flota sastoji se od samovozećih električnih vozila koja podsjećaju na Lego kocke. [17]

Činjenica da se samovozeći kombiji doživljavaju kao najmanje novi aspekt poduzeća, svjedoči o brzini kojom smo se prilagodili autonomnoj vožnji.



Slika 4. Boxbot kamion za dostavu [17]

Implementacija dodjele prostora u stvarnom vremenu olakšava kompaktno skladištenje paketa različitih veličina. Operacije su potpuno automatizirane, što omogućuje besprijekoran prijelaz paketa s pokretne trake na skladište bez ljudske intervencije. Raspored skladišnih modula visoke gustoće dopušta uspostavu novih i naknadnih objekata, prilagođavajući se okruženjima s ograničenim prostorom. [18]

Logistički sustav Boxbot uključuje automatizirano lokalno čvorište koje prima, sortira i priprema pakete za isporuku, uz flotu uličnih vozila bez vozača. Boxbot predviđa postavljanje čvorišta u blizini stambenih područja, omogućujući trgovcima isporuku proizvoda u iščekivanju narudžbi, čime nudi brzu i jeftinu dostavu uz djelić cijene, što Amazonu daje značajnu prednost. Iako koncept nije nov, nekoliko tvrtki, uključujući CommonSense Robotics, istražuje mikropunjenje kao sredstvo za smanjenje troškova uz povećanje vremena isporuke. Međutim, Boxbot se ističe proizvodnjom dostavnih vozila za posljednju milju, pružajući end-to-end rješenje za završnu dionicu procesa dostave, no zadnji korak, kada se paketi kreću od čvorišta do kućnog praga potrošača, ostaje potpuno ručni proces. [18]

4.3. Cargo bicikli

U današnjem urbanom okruženju zagađenje zraka i potreba za održivim prijevozom postaju sve izazovnije te je tako osmišljen cargo bicikl koji je izuzetno praktičan i omogućava ljudima da učinkovito prevoze teret uživajući u jednostavnom i zdravom načinu kretanja.

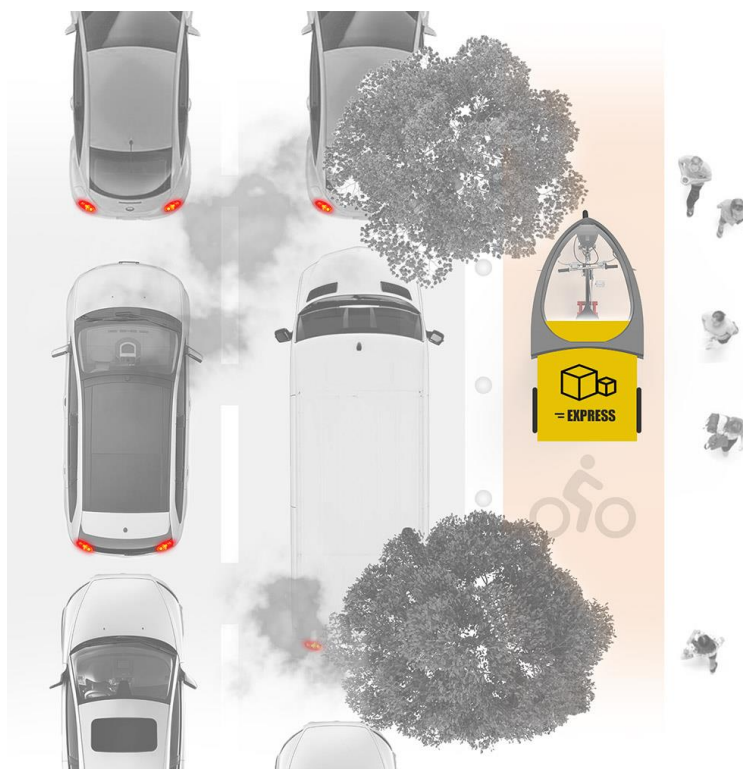
Električni dostavi teretni bicikl prvenstveno je tricikl, dizajniran da funkcionira kao bicikl. Vozač mora pedalirati kako bi potjerao vozilo naprijed, međutim, pedaliranje je bez napora zbog prisutnosti dodatnog motora. Ovaj motor je ograničen na maksimalnu snagu od 250 W te je ugrađen kako bi pružio stalnu pomoć vozaču. Klasificiran je kao vozilo s električnom pomoći i pridržava se regulatorne kategorije za takva vozila.

Opremljen je prostranim stražnjim prtljažnikom ili kutijom, što mu omogućuje prijevoz značajne količine tereta (Slika 5.). Posebno je osmišljen za lokalne trgovce koji svojim kupcima žele ponuditi usluge dostave na kućnu adresu, a istovremeno povećati svoju vidljivost unutar svog okruga. [19]



Slika 5. Cargo bicikl Yokler U serije [19]

Biciklističke staze i pješačka područja pogoduju korištenju komercijalnih teretnih bicikala koji se mogu neprimjetno integrirati s biciklima, automobilima i pješacima. Uz pomoć teretnog bicikla lako se mogu prevladati problemi pristupačnosti i parkiranja u središtu grada, omogućujući izravan dolazak na željeno odredište. Treba napomenuti da se pri korištenju ovakvih bicikala ne smije ometati pješački promet, no privremeno parkiranje na proširenom kolniku je dopušteno tijekom dostave paketa.



Slika 6. Integracija cargo bicikla u promet [19]

Istraživanje koje su proveli istraživači sa Sveučilišta Westminster koristilo je podatke GPS-a za usporedbu ruta kojima su išli teretni bicikli u Londonu s rutama kojima bi kombiji išli za dostavu istih paketa. Teretni bicikli u središtu Londona mogli su dostaviti gotovo sedam paketa na sat, za razliku od četiri za kombije. Istraživači su primijetili da su bicikli znatno ekološki prihvatljiviji od električnih i dizel kombija. Nadalje, čak i uz prijelaz kombija s fosilnih goriva na baterijsko napajanje, teretni bi bicikli i dalje zadržali prednost zbog manjeg otiska na cesti i vrhunske sigurnosti, prema nalazima istraživača. [20]

Cargo bicikli imaju kapacitet od 100 do 1000 litara. Yokler U serija može se pohvaliti najvećom nosivošću do 150 kilograma što rezultira ukupnim volumenom od 1000 litara. Korištenje cargo bicikla za dostavu tereta ima minimalne troškove jer nema troškova goriva, osiguranja ili punjenja koji iznose nekoliko penija dnevno. Dodatno, troškovi parkiranja mogu se smanjiti jer se do tri teretna Yokler U tricikla mogu smjestiti u jedno standardno mjesto. [20]

5. Istraživanje o paketnoj dostavi

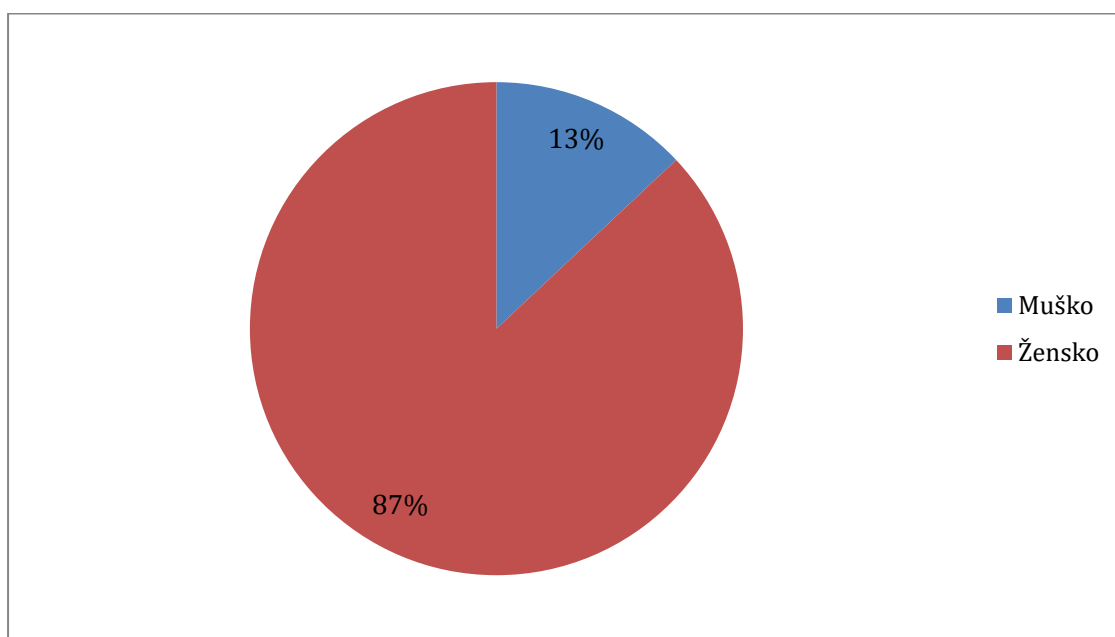
Cilj istraživanja je utvrditi koliko su građani, odnosno korisnici, upoznati sa zadnjom miljom te koliko su zadovoljni s načinom i cijenom dostave svojih paketa. Točnije, istraživanje ima sljedeće ciljeve:

1. Ispitati svijest ispitanika o pojmu zadnja milja
2. Identificirati dostavne službe koje su ispitanici prepoznali te ih koriste za dostavu paketa u Republici Hrvatskoj
3. Utvrditi učestalost korištenja navedenih dostavnih službi od strane ispitanika
4. Dobiti povratne informacije od ispitanika o njihovim iskustvima s dostavnim službama, uključujući brzinu dostave.
5. Ispitati spremnost ispitanika za sudjelovanje u poboljšanju dostave u zadnjoj milji u RH.
6. Identificirati koliko su ispitanici upoznati s naprednim rješenjima za dostavu pošiljaka
7. Saznati koje bi od navedenih naprednih rješenja ispitanici bili skloni primijeniti za dostavu pošiljaka u RH.

Uz prikupljene odgovore, ovo istraživanje utvrdit će i pružiti uvid u trenutne percepcije, iskustva i spremnost sudionika za promjene u dostavi tereta i paketa zadnje milje.

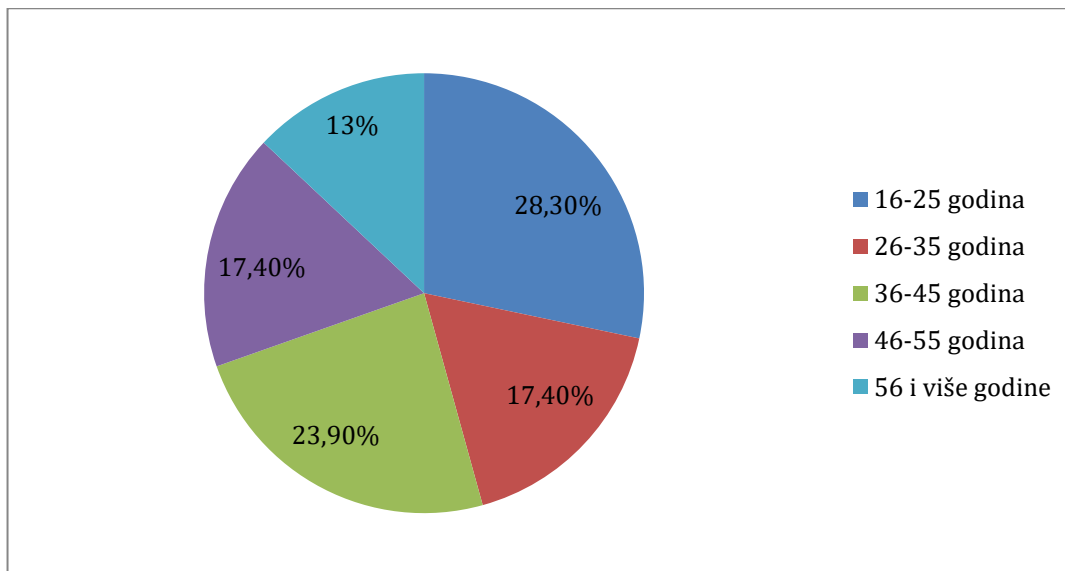
5.1. Rezultati istraživanja

Na Grafikonu 4 prikazana je struktura ispitanika prema spolu. Možemo utvrditi kako je u istraživanju sudjelovalo 87% ženskih i 13% muških osoba



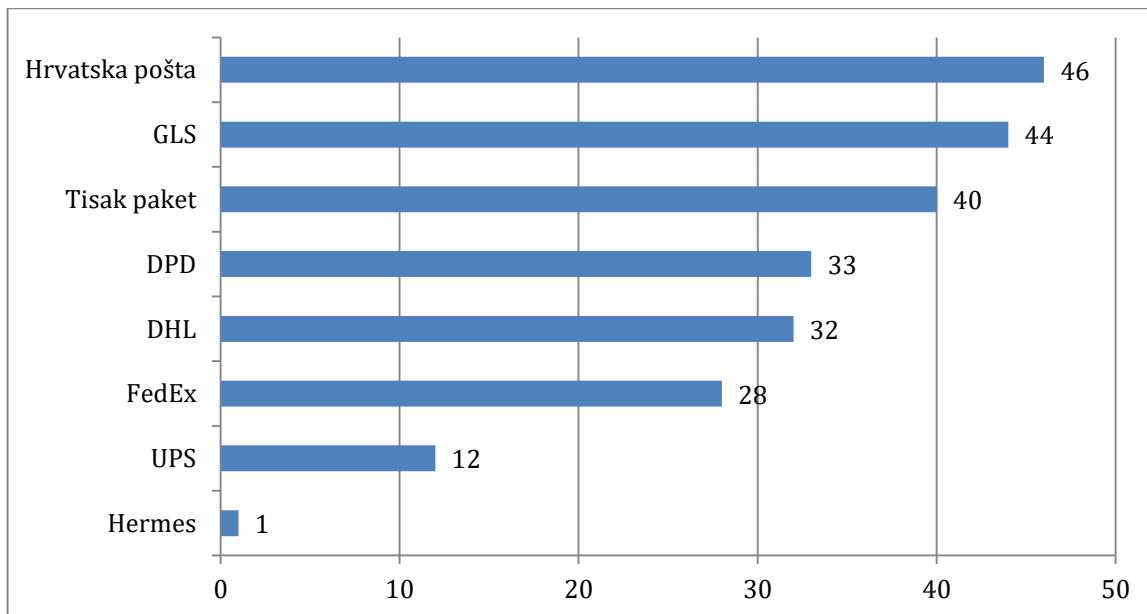
Graf 4. Struktura uzorka prema spolu

Na Grafikonu 5 prikazana je dobna struktura uzorka ispitanika. Najviše ispitanika pripada dobnoj skupini 16-25 godina, njih 28,30%. Zatim slijede ispitanici u dobi 36-45 godina kojih je 23,90%. Ispitanika 26-35 te 46-55 bilo je jednako, 17,4%. Preostalih ispitanika od 56 godina nadalje bilo je 13%.



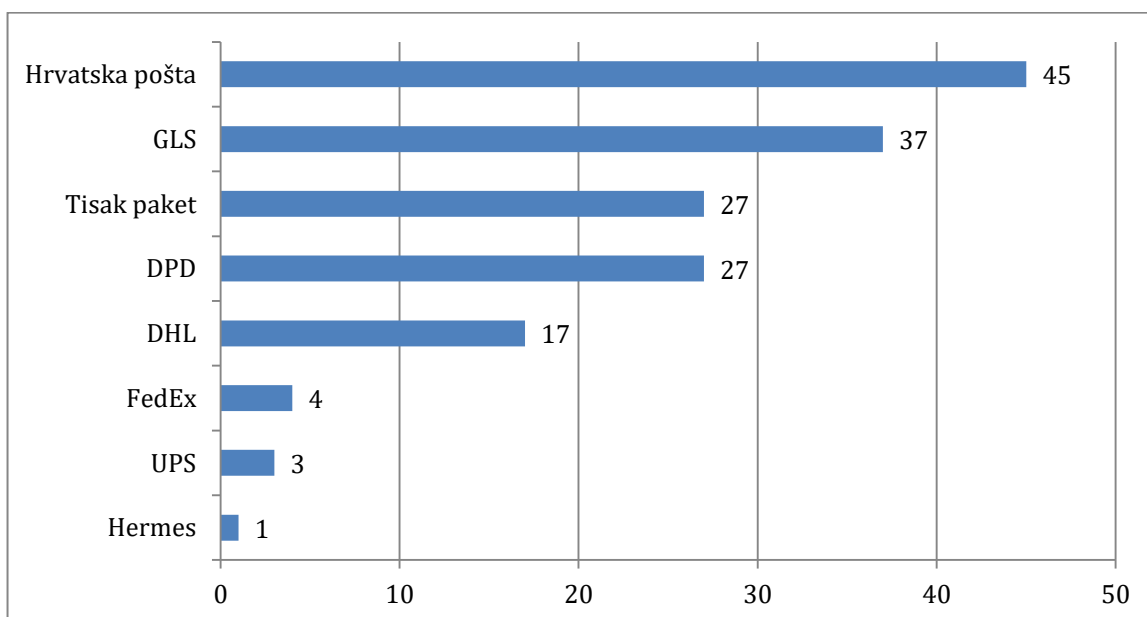
Graf 5. Struktura uzorka prema dobi

Na sljedećem Grafikonu broj 6, prikazani su odgovori ispitanika vezani uz poznavanje dostavnih poduzeća. Ispitanici su imali mogućnost višestrukog odabira odgovora na ovo pitanje. Ponuđeni odgovori su neke od najpopularnijih i najpristupačnijih dostavnih službi u Hrvatskoj. Najviše ispitanika pozna Hrvatsku poštu, 46 ispitanika (100%); zatim GLS, 44 (95,7%); Tisak paket, 40 (87%); DPD, 33 (71,7%); DHL, 32 (69,6%); FedEx, 28 (60,9%); UPS, 12 (26,1%) te pod Ostalo imamo jedan odgovor Hermes, 1 (2,2%)



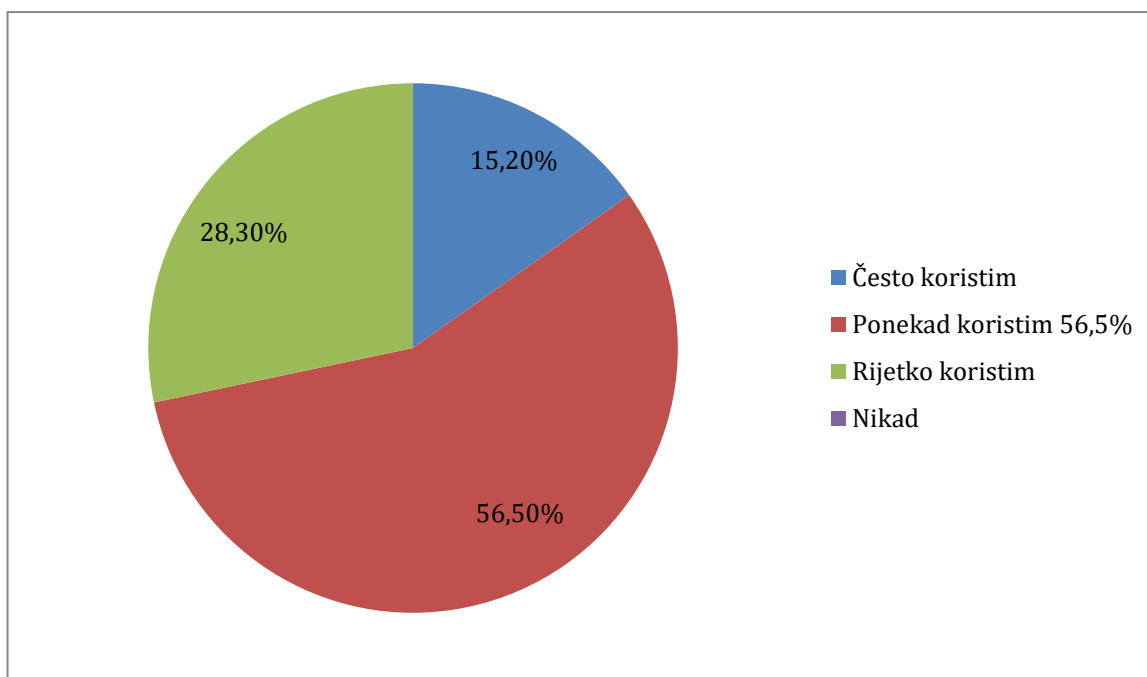
Graf 6. Poznavanje dostavnih službi

Na sljedećem Grafikonu broj 7, prikazani su odgovori ispitanika vezani uz iskustvo s ponuđenim poduzećima. Ispitanici su imali mogućnost višestrukog odabira odgovora na ovo pitanje. Za odgovore smo ponudili neke od najpopularnijih i najpristupačnijih online trgovina i najzastupljenijih dostavnih službi u Hrvatskoj. Najviše ispitanika imalo je iskustvo s Hrvatskom poštom, 45 ispitanika (97,8%); zatim GLS, 37 (80,4%); Tisak paket, 27 (58,7%); DPD, 27 (58,7%); DHL, 17 (37%); FedEx, 4 (8,7%); UPS, 3 (6,5%) te pod Ostalo imamo jedan odgovor Hermes, 1 (2,2%)



Graf 7. Korištenje dostavnih službi

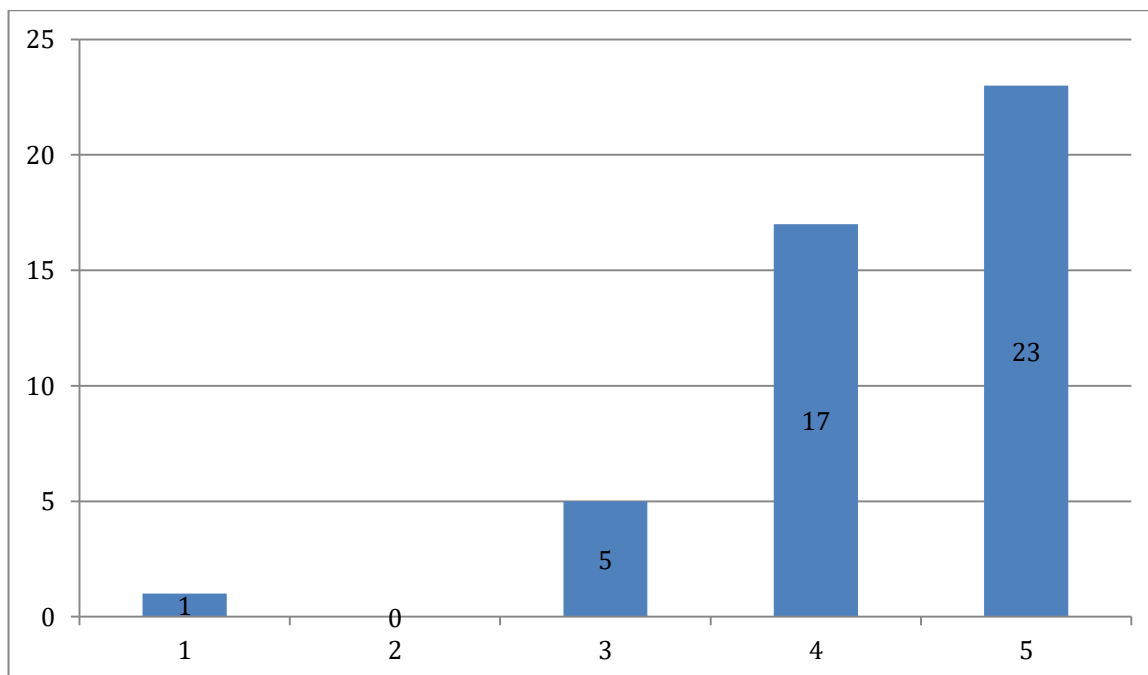
Peto pitanje vezano je uz prijašnja dva pitanja te se odnosi na to koliko često ispitanici koriste navedene službe. Sljedeći graf prikazuje da 56,5% ispitanika ponekad koristi; 28,3% ispitanika rijetko koristi; 15,2% koriste često; a 0% nikad.



Graf 8. Učestalost korištenja dostavnih službi

Sljedeće pitanje odnosi se na ocjene iskustava ispitanika s različitim dostavnim službama. Ocjene se kreću od 1 do 5 gdje 1 označava vrlo loše iskustvo, a 5 označava vrlo dobro iskustvo.

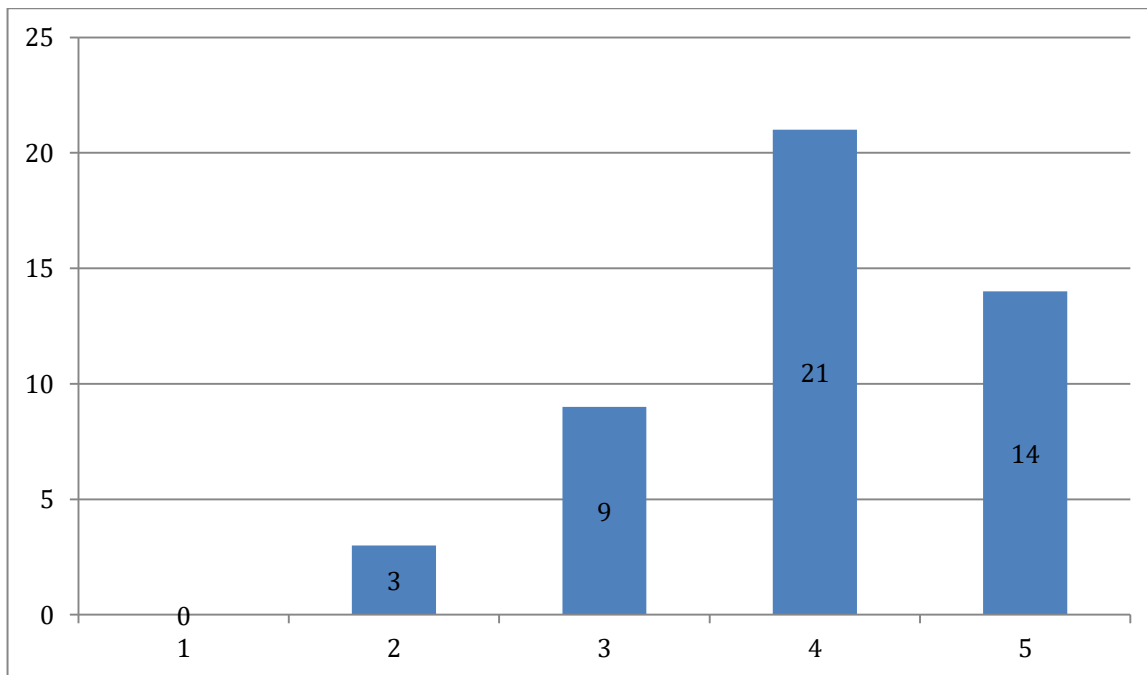
23 (50%) ispitanika je imalo vrlo dobro iskustvo s dostavnim službama, 17 (37%) je dalo ocjenu 4, 5 (10,9%) ispitanika imalo je neutralno iskustvo te jedan (2,2%) ispitanik loše iskustvo.



Graf 9. Ocjena iskustva s dostavnim službama

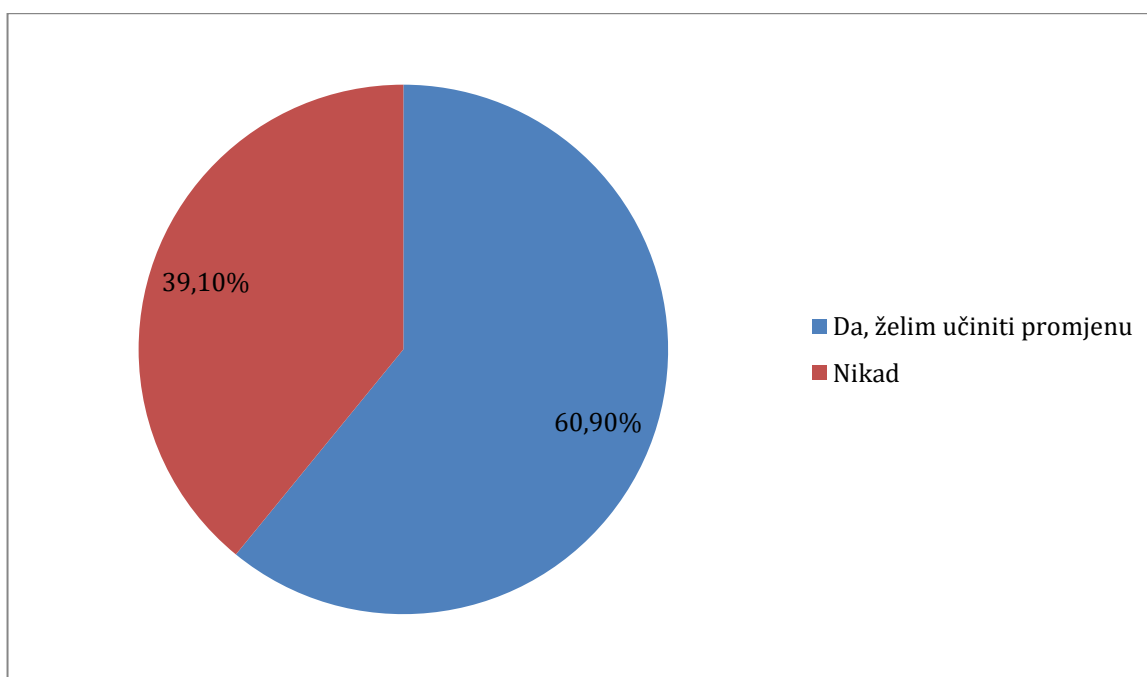
Na pitanje „Zbog čega ste odabrali baš tu ocjenu“, koje se nadovezuje na prošlo pitanje, ispitanici su davali različite odgovore, budući da je pitanje bilo samostalnog odgovora. Izdvojit ću neke od zanimljivih odgovora koji su dali pozitivnu ocjenu: „Točnost sadržaja pošiljke i navedenog vremena.“; „Dostavljači su ljubazni. Dostava prema najavi stiže na vrijeme.“; „Zato jer nikad nisu izgubili ili oštetili paket“; „Brza isporuka, u skladu sa zahtjevima i kako je dogovoreno.“. No, ima i loših komentara na dostavu: „Zbog kašnjenja dostave, zbog toga da su htjeli dostaviti, a nikoga nije bilo doma pa se paket morao preuzeti u lokalnoj pošti.“; „Kašnjenje paketa od strane HP-a“; „Loše rukovanje paketom“.

Sljedeći graf prikazuje ocjenu brzine dostave dostavnih službi ispitanika. Ocjene se kreću od 1 do 5, gdje 1 označava vrlo sporu dostavu, a 5 vrlo brzu dostavu. 14 (30,4%) je ocjenilo brzinu s 5; 21 (45,7%) s ocjenom 4; 9 (19,6%) ispitanika s 3; 2 (4,3%) s 2. Ako usporedimo ovaj graf s prošlim, možemo primjetiti da su im ocjene vrlo slične. Na temelju toga možemo zaključiti da iskustvo ljudi, vezano za dostavne službe, najviše ovisi o brzini dostave te po tome ljudi ocjenjuju kvalitetu dostavne službe.



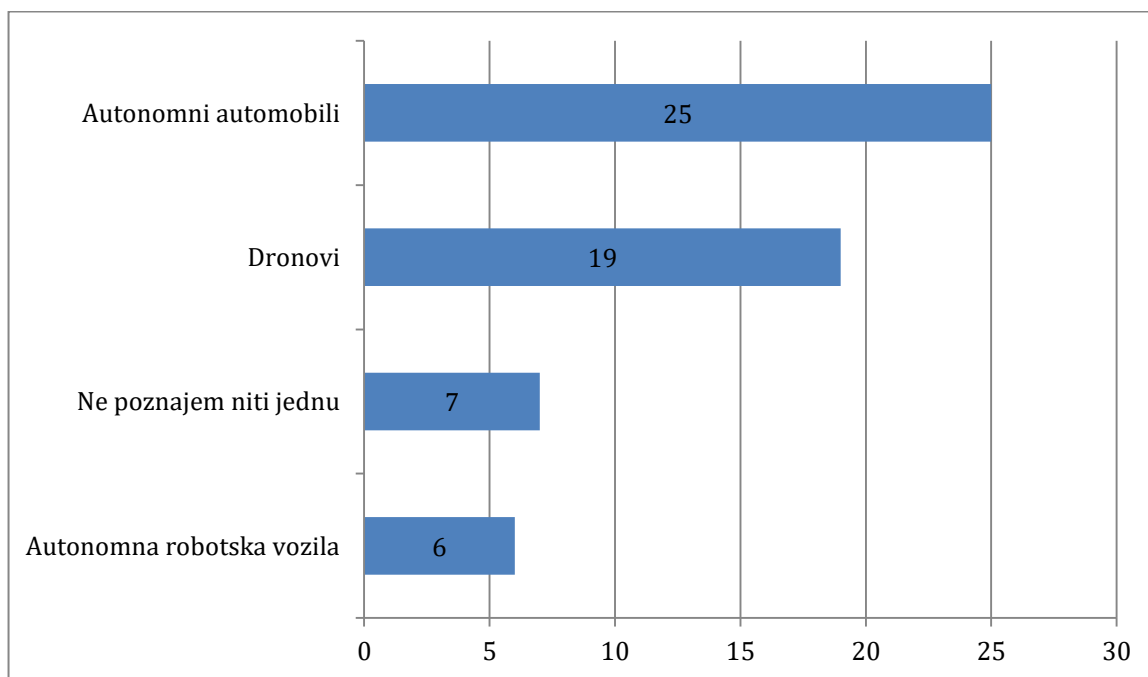
Graf 10. Ocjena brzine dostavnih službi

U sljedećem su pitanju ispitanici bili dužni odgovoriti sljedeće: „Biste li sudjelovali u poboljšanju dostave u zadnjoj milji u RH?“. Na grafu možemo vidjeti da je 60,9% ispitanika odgovorilo s Da, što je zanimljivo budući da je na jednom od prijašnjih pitanja bilo 84,8% odgovora sa Ne na postavljeno pitanje znaju li što je pojam zadnja milja. 39,1% ispitanika ne bi htjelo sudjelovati u poboljšanju dostave u zadnjoj milji u RH.



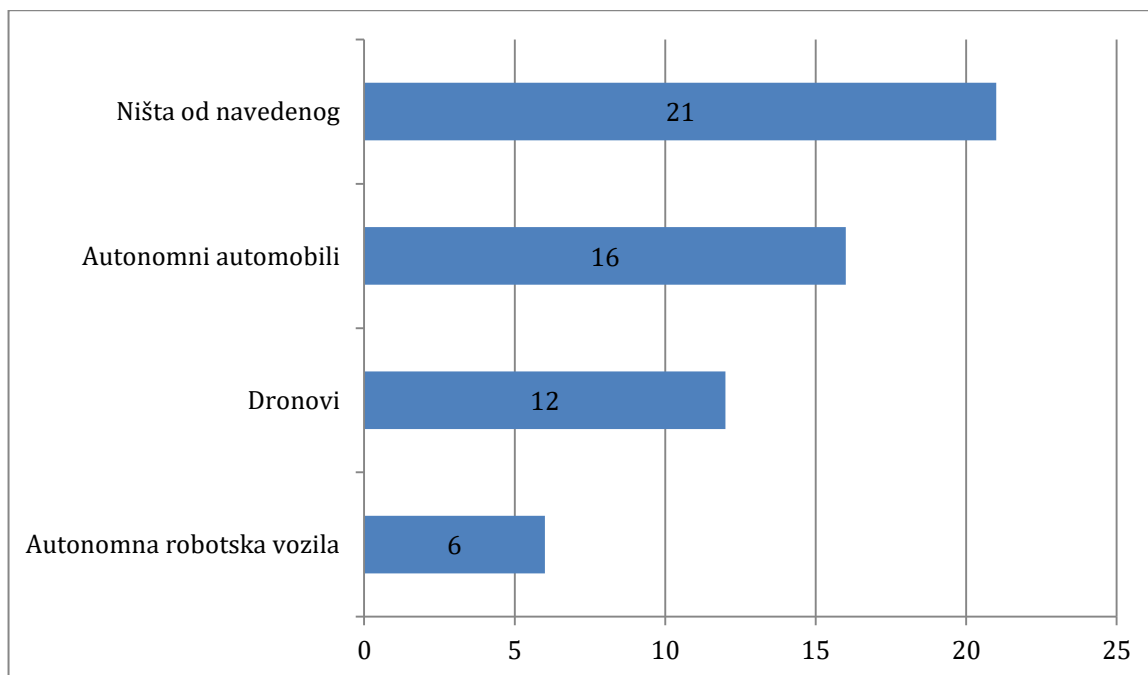
Graf 11. Sudjelovanje u poboljšanju dostave u zadnjoj milji u RH

Na jedanaestom pitanju graf prikazuje svijest ispitanika o različitim naprednim rješenjima za dostavu pošiljaka u zadnjoj milji. Na temelju grafa možemo zaključiti da ispitanici baš i nisu upućeni u suvremena rješenja dostave. 25 (54,3%) ispitanika poznaje autonomne automobile; samo 19 (41,3%) ih zna za dronove; 6 (13%), a ostalih 7 (15%) ne poznaje niti jedno suvremeno rješenje.



Graf 12. Poznavanje suvremenih rješenja dostave u zadnjoj milji

Posljednje pitanje traži od ispitanika da odaberu koja bi od navedenih naprednih rješenja primjenili za dostavu pošiljaka u RH. 16 (34,8%) ispitanika bi primjenilo autonomne automobile kao rješenje; 12 (26,1%) ispitanika dronove; 6 (13%) autonomna robotska vozila te ostalih 21(45,65%) ne bi primjenili ništa od navedenog niti bi dali novo idejno rješenje.



Graf 13. Primjena naprednih rješenja za dostavu pošiljaka u RH

5.2. Zaključak provedenog istraživanja

Nakon provedenog istraživanja u kojem su sudjelovali ljudi iz Varaždinske županije te okolnih županija možemo izvući nekoliko ključnih zaključaka:

1. Većina ispitanika nije uopće upoznata s pojmom zadnje milje. To sugerira da postoji potreba za educiranjem i informiranjem građana o važnosti i konceptu zadnje milje u logistici i dostavi. Budući da je anketa anonimna, ne znamo je li više starijih ljudi ignorantno što se tiče zadnje milje ili mladih. Pretpostavimo da su stariji, što nas dovodi do smanjene mogućnosti edukacije.
2. Hrvatska pošta, GLS i Tisak paket najpoznatije su dostavne službe među ispitanicima. Ovo ukazuje na njihovu dominantnu prisutnost na tržištu Republike Hrvatske, što je i u redu budući da je najdominantnija Hrvatska pošta, ali također ostavlja mali prostor za konkurenciju i raznolikost u dostavnim uslugama.
3. Veći dio ispitanika ocjenjuje svoja iskustva pozitivno, sugerirajući da su dostavne službe općenito dobro ocijenjene, posebno u pogledu brzine dostave.
4. Velik broj ispitanika (60,9%) izražava spremnost na sudjelovanje u poboljšanju dostave u zadnjoj milji što ukazuje na potencijal za uključivanje građana u razvoj boljih dostavnih rješenja.

5. Ispitanici su slabo upoznati sa suvremenim rješenjima dostave, poput autonomnih automobila i dronova i to ukazuje na hitnu potrebu za informiranjem građana o inovacijama u dostavi.
6. Autonomni automobili su najslavniji kada je riječ o naprednim rješenjima, dok dronovi i autonomna robotska vozila nisu isključena. Postoji interes za primjenom novih tehnologija, no velik je to skok.

U konačnici, ovakvo istraživanje pruža uvid u percepciju građana Republike Hrvatske za promjene i unapređenja u sektoru dostave zadnje milje. Treba se fokusirati na bolje informiranje građana o konceptu zadnje milje i suvremenim dostavnim rješenjima te ih poticati na aktivno sudjelovanje u poboljšanju sustava dostave.

Naravno, ne radi se samo o modernim rješenjima poput bespilotnih letjelica i autonomnih automobila, već je tu i šira slika jer svakomu od robota potreban je čovjek kako bi robot radio bez greške te kamioni ili ostale pomoći bez kojih se ne može efikasno dostavljati.

6. Zaključak

U upravljanju opskrbnim lancem, zadnja milja opisuje problem prijevoza robe. U teretnim mrežama paketi se mogu učinkovito isporučiti do središnjeg čvorišta putem broda, vlaka ili na drugi način, ali se zatim moraju ukrcati na manja vozila za isporuku pojedinačnim kupcima.

Glavni problem zadnje milje je taj što kupci žele isporuke da budu brze i besplatne, no zadnja milja je najskuplji i najdugotrajniji dio procesa opskrbnog lanca koji iznosi do 53% ukupnih troškova dostave. Isto tako se na zadnju milju gleda da bude i održiva.

Dobar primjer, koji je korišten u ovom radu, je Španjolska koja je preuzela inicijativu napretka rješenja u zadnjoj milji. Fokusirajući se na održivost okoliša, zagušenje gradskog prometa te logističku učinkovitost, Španjolska je odlučila te probleme i razriješiti. Koristeći infrastrukturu, tehnologiju, regulaciju i kooperaciju, bore se protiv izazove posljednje milje.

Razvojem određenih infrastruktura uspjeli su učiniti mnoštvo promjena. 2019. je uloženo 1300 do 1500 milijuna eura u iznajmljivanje gotovo dva milijuna četvornih metara logističkih nekretnina što predstavlja povećanje u odnosu na 2016., gdje su ulaganja bila samo 800 milijuna eura. U ranoj su fazi postavljanja ormarića te ih je trenutno dostupnih 10.000. Gradsko vijeće Madrida provelo je mjere za rezerviranje parkirnih mjesta za područja utovara i istovara putem elektronskih parkirnih karata, omogućujući korisnicima učinkovitije upravljanje dodijeljenim mjestima.

Također se Španjolska osvrnula ka upotrebi tehnologije, gdje razvijaju nove komunikacijske kanale te usluge geolokacije koja osigurava sljedivost i porijeklo paketa, no nažalost više od 90% kurira na kratkim udaljenostima nema pristup ovoj tehnologiji.

Koriste se i električnim vozilima te drugim alternativnim gorivima poput električnih motora i goriva poput etanola, metanola, prirodnih plinova, propana i vodika. U svrhu smanjenja emisija za 50%, trude se koristiti električna vozila za lakši prijevoz robe.

Treba se osvrnuti na tehnologiju bespilotnih letjelica u završnoj fazi isporuke koja predstavlja niz izazova, uključujući smanjenje troškova isporuke, povećanje energetske učinkovitosti, minimiziranje ekoloških utjecaja, praćenje otpreme paketa, sprječavanje povremenih zastoja u isporuci te pridržavanje najnovijih tehnoloških dostignuća. Također, organizacija usmjeravanja, optimizacija distribucije tereta, učinkovito upravljanje baterijom drona, podatkovna komunikacija i zaštita okoliša predstavljaju dodatne izazove.

Provelo se i istraživanje koje ima svrhu utvrditi koliko su građani, odnosno korisnici, upoznati sa zadnjom miljom te koliko su zadovoljni s načinom i cijenom dostave svojih paketa.

Istraživanje je pokazalo da je većina ispitanika pozitivno ocijenila iskustva s dostavnim službama, ali da nisu bili široko upoznati s suvremenim tehnološkim rješenjima za dostavu u

zadnjoj milji. Isto tako, većina ispitanika izrazila je spremnost za sudjelovanje u poboljšanju dostave u toj domeni, što ukazuje na potencijal za razvoj inovativnih dostavnih rješenja u Republici Hrvatskoj.



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IVAN LUDOŠAN (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom SUVREMENA RIJEŠENJA POSTAVE TERETA I PAKETA U ZADUJNOJ MREŽI (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, IVAN LUDOŠAN (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom SUVREMENA RIJEŠENJA POSTAVE TERETA I PAKETA U ZADUJNOJ MREŽI (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

7. Literatura

- [1] Rodrigue, J. P., (2020), The Geography of Transport Systems, London, Routledge, <https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- [2] Hana Císařová, Jaromír Široký, LOGISTIC TECHNOLOGY AND THE CITY LOGISTICS, Number 4., Volume IV., 2009
- [3] 5 Practical Tips to Solve your Last Mile Problem, <https://onfleet.com/blog/last-mile-problem>, dostupno 22.8.2023
- [4] The Lastmile Logistics Whitepaper, 2018 (2018), London, Melbourne, Localz
- [5] R. Zelenika, H. Pavlić Skender: Upravljanje logističkim mrežama, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [6] Large Distribution Centers Automate With Robotic Systems Applications, <https://www.automation.com/en-us/articles/2013-2/large-distribution-centers-automate-with-robotic-s>, dostupno 14.9.2023.
- [7] Last Mile Logistics Challenges and solutions in Spain (2020), Madrid, Deloitte Consulting SLU
- [8] <https://www.eea.europa.eu/en>, dostupno 19.9.2023.
- [9] Patterns of domestic and cross-border e-commerce in Spain, <https://www.bbvarresearch.com/en/publicaciones/patterns-of-domestic-and-cross-border-e-commerce-in-spain-a-gravitational-model-approach/>, dostupno 19.9.2023.
- [10] <https://www.logisticaprofesional.com/texto-diario/mostrar/4425432/inpost-instalacion-gasolineras-repsol-espana>, dostupno 19.9.2023
- [11] The Logistics and Transport 2022 Trends in Spain, <https://www.fmlogistic.hu/blog/the-logistics-and-transport-trends-for-2022/>, dostupno 19.9.2023.
- [12] <https://pcchip.hr/wp-content/uploads/2019/01/dronovi.jpg>, dostupno 5.9.2023.

- [13] Karak, A.; Abdelghany, K. The hybrid vehicle-drone routing problem for pick-up and delivery services. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 2019
- [14] Eskandaripour, H.; Boldsai Khan, E. Last-Mile Drone Delivery: Past, Present, and Future. *Drones* 2023, 7, 77. <https://doi.org/10.3390/drones7020077>
- [15] The multiple flying sidekicks traveling salesman problem with variable drone speeds. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 2020
- [16] Edenhofer, O.; Pichs-Madruga, R.; Sokona, Y.; Agrawala, S.; Blanco, I.A.B.G.; Broome, J. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*; Cambridge University Press: Cambridge, MA, USA, 2015; Volume 3
- [17] Postal Robots Take To The Streets With Backing From Toyota AI Ventures, <https://innovation-village.com/postal-robots-take-to-the-streets-with-backing-from-toyota-ai-ventures/>, dostupno 12.9.2023.
- [18] <https://www.boxbot.io/#Investor-Section>, dostupno 19.9.2023.
- [19] The electric cargo bike, expert in eco-friendly last mile delivery, <https://www.yokler.com/accueil-fr/en/ecological-last-mile-delivery-logistics-cargo-bike/>, dostupno 12.9.2023.
- [20] Why cargo bikes beat EVs for last mile deliveries, <https://www.fleeteurope.com/en/last-mile/europe/analysis/new-report-why-cargo-bikes-beat-evs-last-mile-deliveries?a=JMA06&t%5B0%5D=Connectivity&curl=1>, dostupno 19.9.2023.

Popis slika i tablica

Slika 1. Sučelje Onfleet softvera [3].....	8
Slika 2. Беспilotna letjelica (dron) [12].....	24
Slika 3. Tri načina punjenja drona [14]	27
Slika 4. Boxbot kamion za dostavu [17].....	30
Slika 5. Cargo bicikl Yokler U serije [19].....	31
Slika 6. Integracija cargo bicikla u promet [19]	32
Tablica 1. Uloge javnih tijela [7].....	16
Tablica 2. Problemi logistike e-trgovine zadnje milje [7]	18
Graf 1. Najveći izazovi zadnje milje [4].....	7
Graf 2. Troškovi fizičke distribucije [5]	11
Graf 3. Globalne emisije stakleničkih plinova po gospodarskim sektorima [16]	28
Graf 4. Struktura uzorka prema spolu	34
Graf 5. Struktura uzorka prema dobi	35
Graf 10. Ocjena brzine dostavnih službi	39
Graf 11. Sudjelovanje u poboljšanju dostave u zadnjoj milji u RH	39
Graf 12. Poznavanje suvremenih rješenja dostave u zadnjoj milji.....	40
Graf 13. Primjena naprednih rješenja za dostavu pošiljaka u RH	41
Shema 1. Kanali distribucije i fizička distribucija [5]	9

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL

STUDIJ

PRISTUPNIK

MATIČNI BROJ

DATUM

KOLEGIJ

NASLOV RADA

NASLOV RADA NA
ENGL. JEZIKU

MENTOR

ZVANJE

ČLANOVI POVJERENSTVA

1.

2.

3.

4.

5.

VŽKC

MMI

Zadatak završnog rada

BROJ

OPIS

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA



IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IVAN LUDOŠAN (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom SUVREMENA RJEŠENJA POSTAVE TERETA I PAKETA U ZADUŠOJ MIKI (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Ludošan

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, IVAN LUDOŠAN (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom SUVREMENA RJEŠENJA POSTAVE TERETA I PAKETA (upisati naslov) čiji sam autor/ica. U ZADUŠOJ MIKI

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Ludošan

(vlastoručni potpis)