

Analiza kapilarne distribucije u urbanom području

Hajdinjak, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:119:390945>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-30**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Ivana Hajdinjak

**ANALIZA KAPILARNE DISTRIBUCIJE U URBANOM
PODRUČJU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA KAPILARNE DISTRIBUCIJE U URBANOM PODRUČJU

ANALYSIS OF THE LAST MILE DELIVERY IN THE URBAN AREA

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ratko Stanković

Studenti: Ivana Hajdinjak

JMBAG: 0135248552

Zagreb, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 4. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Distribucijska logistika I**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6414

Pristupnik: **Ivana Hajdinjak (0135248552)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Analiza kapilarne distribucije u urbanom području**

Opis zadatka:

Objasniti specifičnosti kapilarne distribucije roba u urbanom području. Prikazati ključne izvedbene pokazatelje logističkih resursa i njihovu primjenu u upravljanju kapilarnom distribucijom. Provedbom studije slučaja izraditi analitički prikaz kapilarne distribucije tvrtke koja distribuira robu široke potrošnje, formulirati prijedlog elemenata unaprjeđenja, te prikazati i objasniti očekivane učinke primjene predloženih elemenata unaprjeđenja

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Ratko Stanković

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

SAŽETAK

Mnogi gradovi bilježe povećanje broja stanovnika što je rezultat urbanizacije, odnosno useljavanje iz ruralnih područja u gradove. Takva situacija podrazumijeva i veću potražnju za robom pa sukladno tome i potrebu za opskrbu novonastalih potražnji. Da bi se zadovoljila novonastala potražnja, pošiljatelji, prijevoznici i dostavljači sve više daju pažnje učinkovitoj dostavi robe u grad putem kapilarne distribucije. Kapilarna distribucija predstavlja završnu etapu distribucijske mreže u kojoj se prodajnim mjestima odnosno kupcima isporučuje roba. Sukladno tome, provedena je analiza kapilarne distribucije robe široke potrošnje na primjeru odabrane tvrtke te su pruženi prijedlozi unaprjeđenja postojećeg sustava.

KLJUČNE RIJEČI: kapilarna distribucija; urbano područje; roba široke potrošnje

SUMMARY

Many cities are recording an increase in population as a result of urbanization, ie immigration from rural areas to cities. Such a situation implies a higher demand for goods and, accordingly, the need to supply the newly created demand. To meet the emerging demand, shippers, carriers and couriers are increasingly paying attention to the efficient delivery of goods to the city through last mile delivery. Last mile delivery represents the final stage of the distribution network in which goods are delivered to points of sale or customers. Accordingly, an analysis of the capillary distribution of consumer goods was performed on the example of the selected company and suggestions were made for improving the existing system.

KEY WORDS: last mile delivery; urban area; consumer goods

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. SPECIFIČNOSTI DISTRIBUCIJE U URBANOM PODRUČJU	4
2.1. Uloga distribucije u opskrbnom lancu	4
2.2. Distribucija u urbanom području	8
2.2.1. Sudionici u urbanom okruženju	10
2.2.2. Organizacija distribucije u urbanom području	12
2.2.3. Negativni utjecaj distribucije u urbanom području	13
2.2.4. Utjecaj politika političkih subjekta na provođenje urbane distribucije	15
3. KLJUČNI IZVEDBENI POKAZATELJI LOGISTIČKIH RESURSA U KAPILARNOJ DISTRIBUCIJI	18
3.1. Logističke performanse	19
3.2. Postupak definiranja ključnih izvedbenih pokazatelja u logistici	21
3.3. Ključni izvedbeni pokazatelji u kapilarnoj distribuciji	22
3.3.1. Pravovremene isporuke	23
3.3.2. Točnost isporuke.....	24
3.3.3. Stopa potrošnje goriva	25
3.3.4. Prosječno vrijeme isporuke	26
3.3.5. Stvarna kilometraža	26
3.3.6. Trošak po km, prijevoznoj jedinici, vozilu	27
3.3.7. Iskorištenje teretnog prostora vozila	27
3.3.8. Nepotrebna zaustavljanja.....	27
3.3.9. Broj stajališta.....	27
4. KAPILARNA DISTRIBUCIJA ROBE ŠIROKE POTROŠNJE	29
5. STUDIJA SLUČAJA: DISTRIBUCIJA ROBE ŠIROKE POTROŠNJE NA PRIMJERU	33
5.1. Opis odabranog poduzeća za distribuciju robe široke potrošnje	33

5.2.	Distribucijska mreža odabrane tvrtke na području Republike Hrvatske	33
5.3.	Kapilarna distribucija robe široke potrošnje odabrane tvrtke	36
5.3.1.	Zaprimanje naloga za prijevoz	36
5.3.2.	Izrada plana prijevoza i skladišnog plana	37
5.3.3.	Komisioniranje, pakiranje i ukrcaj robe na dostavu	39
5.4.	Proces dostave u urbano područje grada Zagreba.....	40
5.5.	Praćenje kvalitete dostavnog procesa	47
5.5.1.	Mireo fleet	47
5.5.2.	Ključni izvedbeni pokazatelji	50
6.	MOGUĆNOST UNAPRJEĐENJA POSTOJEĆEG STANJA	52
6.1.	Provjera GPS lokacije, edukacija vozača i utjecaj na algoritam predviđanja	53
6.2.	Rutiranje vozila uzimanjem u obzir vrijeme vršnih opterećenja	55
6.3.	Kapilarna dostava električnim vozilima u gradskim središtima	57
6.4.	Utjecaj gradskih vlasti na provođenje opskrbe grada	62
6.5.	Očekivani učinci pojedinih unaprjeđenja.....	65
7.	ZAKLJUČAK.....	66
	LITERATURA	68
	POPIS SLIKA	71
	POPIS TABLICA.....	72
	POPIS GRAFIKONA.....	73

1. UVOD

U današnje vrijeme sve više ljudi živi u gradovima i svake godine se taj broj povećava procesom urbanizacije. Povećanjem broja urbanih građana, povećava se potražnja za robom i broj zahtjeva te sukladno tome i potreba za njihovim zadovoljenjem. Da bi se organizirala adekvatna opskrba gradova potrebno je imati visokorazvijenu distribucijsku mrežu koja će osigurati odgovarajuću opskrbu u pogledu ispravnih i pravovremenih pošiljaka, pritom skraćujući vrijeme, put i troškove dostave robe. Kapilarna distribucija robe predstavlja koncepciju distribucijske mreže i zadnju etapu centralne distribucije koja se provodi od nekog centralnog objekta kao što je centralno skladište do krajnjeg kupca, privatne ili fizičke osobe.

Specifičnost ovo rada očituje se u analizi poteškoćama i složenosti organizacije procesa kapilarne distribucije robe široke potrošnje u urbana područja koja često imaju brojne zahtjeve i ograničenja čime izravno utječu na izvršavanje i kompleksnost same dostave robe.

Svrha ovog rada je istražiti i objasniti specifičnosti dostave u urbana područja kao i utjecaj procesa distribucije na izvršenje dostave, te prikazati ključne izvedbene pokazatelje logističkih resursa u kapilarnoj distribuciji te kako oni utječu na kvalitetu usluge. Cilj ovog rada je dobiti uvid u procese distribucije robe u urbano područje, stjecanje znanja te mogućnosti identificiranja slabih točaka prilikom distribucije robe široke. Studijom slučaja prikazat će se organizacija kapilarne distribucije robe široke potrošnje u urbano područje nakon čega će se dati prijedlog unaprjeđenja u svrhu podizanja kvalitete usluge.

Naziv diplomskog rada je Analiza kapilarne distribucije u urbanom području, te je isti podijeljen na teorijski i praktični dio rada. Teorijski dio rada odnosi se na proučavanje specifičnosti kapilarne distribucije u urbano područje, dok se praktični dio rada temelji na konkretnoj analizi kapilarne distribucije robe široke potrošnje odabrane tvrtke u urbano područje, unutar kojeg su navedeni svi procesi i aktivnosti iste.

Rad je podijeljen na sedam cjelina:

1. Uvod
2. Specifičnosti distribucije u urbanom području
3. Ključni izvedbeni pokazatelji logističkih resursa u kapilarnoj distribuciji
4. Kapilarna distribucija robe široke potrošnje
5. Studija slučaja: distribucija robe široke potrošnje na primjeru
6. Mogućnost unaprjeđenja postojećeg stanja
7. Zaključak

U drugom dijelu rada prvotno je objašnjena distribucija kroz njenu uloga u opskrbnom lancu, cilj i zadaci distribucije kako bi se dobio uvid u funkcioniranje sustava. Nakon toga je detaljno pojašnjena distribucija u urbano područje kao i sva problematika koja se javlja s njom u pogledu utjecaja političkih subjekata, održivosti i utjecaju subjekata.

Treće poglavlje obuhvaća ključne izvedbene pokazatelje, koji predstavljaju kvantitativne i kvalitativne pokazatelje kojima se služe tvrtke ili industrije za mjerenje, praćenje, upravljanje, ocjenu i usporedbu performansa za ispunjavanje strateških i operativnih ciljeva tvrtke, te predstavljaju odraz kvalitete upravljanja resursima tvrtke, poslovnim rezultatima i procesima koje ostvaruje svojim djelovanjem na tržištu. Ključni izvedbeni pokazatelji veoma su iznimno važni u segmentu urbane distribucije, jer na temelju analize prikupljenih i obrađenih pokazatelja, tvrtke procjenjuju ostvarene performanse u odnosu na očekivane odnosno ciljane performanse te tako dobivaju uvid u prostor za napredak i definiraju potencijalna područja unaprjeđenja procesa.

Četvrto poglavlje obuhvaća detaljnu analizu kapilarne distribucije robe široke potrošnje, njezine specifičnosti i izazovi prilikom organizacije dostave za poslovne korisnike kao krajnje korisnike. Utvrđuje se kao ekonomski najneisplativiji dio distribucije te su potreban daljnja istraživanja za bolje razumijevanje.

Peto poglavlje odnosi se na praktični dio rada, odnosno analizu sustava kapilarne distribucije robe široke potrošnje odabrane tvrtke, unutar kojeg je obuhvaćen opis odabrane tvrtke kao i organizacija distribucijske mreže na području Republike Hrvatske te su detaljno prikazani svi procesi i prateće aktivnosti kapilarne distribucije robe široke

potrošnje. Objasnjeni su procesi koji se izvršavaju redom, počevši od zaprimanja narudžbi, izrada prijevoznog i skladišnog plana, procesa komisioniranja, planiranja i ukrcaja proizvoda za dostavu, aktivnosti procesa dostave u grad Zagreb te praćenja kvalitete dostavnog procesa.

Šesto poglavlje obuhvaća pružanje prijedloga unaprijeđena na temelju utvrđenog nedostatke koji se odnosi na unošenje vremena posluživanja u procesu dostave robe. Uočeno je neadekvatno i nepravovremeno unošenje vremena kada se izvršila narudžba na određenoj lokaciji te utjecaj takvog postupanja na razinu kvalitete usluge. Osim toga, dati su prijedlozi koji bi imali poboljšanja na kompletan sustav kapilarne distribucije u obliku uvođenja eklektičnih vozila, izmjena algoritma da uzima u obzir vršna opterećenja kao i mogućnosti kojima bi lokalna vlast olakšala provođenje dostave u urbana središta.

2. SPECIFIČNOSTI DISTRIBUCIJE U URBANOM PODRUČJU

U ovom poglavlju opisane su specifičnosti distribucije u urbanom području. Da bi to bilo moguće, prvo će se definirati i razraditi sam pojam distribucije, njeni ciljevi i zadaci, te ostali bitni pojmovi.

2.1. Uloga distribucije u opskrbnom lancu

Prema opće prihvaćenoj definiciji Međunarodne trgovinske komore, predložena definicija distribucije glasi, „distribucija je stadij koji slijedi proizvodnju dobara od trenutka kada su ona komercijalizirana do njegove isporuke potrošačima. Ona obuhvaća razne aktivnosti i operacije, koje osiguravaju da se roba stavi na raspolaganje kupcima, bilo da se radi o prerađivačima ili o potrošačima, olakšavajući izbor, kupnju i upotrebu robe“.¹

U današnje vrijeme, distribucija se promatra s dva stajališta.

S općeg gospodarskog stajališta, pod distribucijom se podrazumijevaju sve aktivnosti, koje služe raspodjeli proizvodnih dobara potrošačima, a s aspekta pojedinačnog gospodarskog subjekta, distribucija se odnosi na sve poduzetničke odluke i radnje koje su povezane s kretanjem proizvoda do konačnog kupca.²

Temeljeni zadaci distribucije, kao faze opskrbnog lanca koja prethodi potrošnji, općenito se sastoje u sljedećem:³

- skraćanje puta i vremena potrebnog da roba (ili usluga) stigne od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje;
- povećanje konkurentnosti robe;
- vremensko i prostorno usklađenje proizvodnje i potrošnje;
- programiranje proizvodnje prema zahtjevima (potrebama) potrošača;
- plasman novih proizvoda (ili usluga) na tržištu i

¹ Segetlija Z., Distribucija, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Ekonomski fakultet Osijek, 2006. str 10.

² Ibidem.

³ Rogić, K.: Nastavni materijali iz kolegija: Distribucijska logistika I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.

- stvaranje i mijenjanje navika potrošača.

Distribucija je prisutna između svakog niza faza u opskrbnom lancu, od toga kako se sirovine premještaju od dobavljača do proizvođača, do toga kako se gotova roba premješta iz proizvodnje do krajnjeg kupca. Iz tog razloga, distribucija se smatra ključnim faktorom/pokretačem ukupne profitabilnosti poduzeća jer ne samo da utječe na troškove lanca opskrbe, već i izravno na krajnjeg kupca.⁴

Distribucija predstavlja najvažniju fazu opskrbnog lanca, kada je u pitanju percepcija kupca o proizvodu ili usluzi. Razlog tomu je što distribucija osigurava vezu prema kupcima, preko koje oni doživljavaju i ocjenjuju funkcioniranje opskrbnog lanca u cjelini. Osim tokova robe prema kupcima, distribucija obuhvaća i tokove povrata roba, kao i tokove otpadnog materijala.

Da bi distribucija bila moguća, osim same potražnje za robom potrebno je i postojanje određenih kanala tzv. distribucijskih kanala kojima roba dolazi do potrošača.⁵

U distribucijskom sustavu se, osim distribucijskih kanala, spominje i fizička distribucija s aktivnostima prijevoza, skladištenja, čuvanja i rukovanja.⁶

U tom smislu, distribucijski kanal predstavlja kretanje robe od proizvođača do potrošača, dok fizička distribucija predstavlja procese dostavljanja robe, skladištenja, rukovanja i čuvanja robe.⁷

Razlika između distribucijskih kanala, kojega čine sudionici u prometu robe, i fizičke distribucije, koju čine fizički tokovi robe, prikazana je na slici 1. Kanali imaju karakteristike institucija, poduzeća, potrošača i sl., dok se kod fizičke distribucije karakteriziraju njihovim funkcijskim obilježjima.⁸

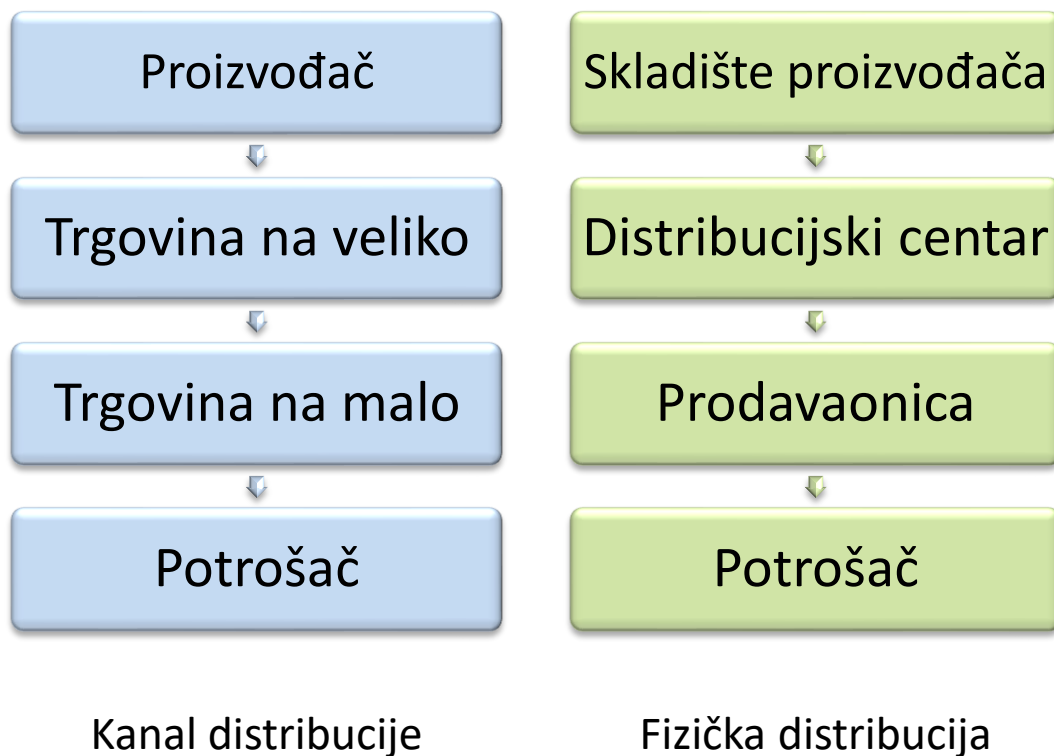
⁴ Uni Assignment Centre ,Preuzeto sa: <https://www.uniassignment.com/essay-samples/marketing/the-role-of-distribution-in-the-supply-chain-marketing-essay.php>

⁵ Segetlija Z., Distribucija, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Ekonomski fakultet Osijek,2006, str 11.

⁶ Ibidem.

⁷ Ibidem.

⁸ Ibidem.



Slika 1. Kanal distribucije i fizička distribucija

Izvor: Izradio autor prema Rogić, K.: Nastavni materijali iz kolegija: Distribucijska logistika I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.

Osim navedenog, postoji i podjela distribucijskoga sustava na dva funkcijska podsustava distribucije, prema djelatnostima kojima su povezani distribucijski organi:

9

- akvizicijski distribucijski sustav i
- logistički, odnosno fizički distribucijski sustav.

Pod menadžmentom akvizicijskoga distribucijskog sustava razumijeva se menadžment distribucijskih putova, odnosno distribucijskih kanala, a logistički distribucijski sustav usmjeren je na to da premošćuje prostor i vrijeme putem prijevoza i skladištenja i da se bavi obradom narudžbi i isporukama te logistikom nabave, odnosno kretanjem materijala.¹⁰

⁹ Segetlija Z., Distribucija, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Ekonomski fakultet Osijek, 2006., str 11.

¹⁰ Ibidem.

Cilj fizičke distribucije uvjetovan je s jedne strane potrebom proizvođača za učinkovitim plasmanom proizvoda na tržište, a s druge strane potrebom korisnika za dostupnošću proizvoda. Cilj učinkovite distribucije može se opisati na sljedeći način: u pravo vrijeme, na pravo mjesto, u optimalnim količinama, u odgovarajućem asortimanu i uz najniže troškove.¹¹

U organizaciji i funkcioniranju distribucijskih kanala često se pojavljuje određen broj posrednika. Broj i uloga pojedinih posrednika, u kanalima distribucije prvotno je predodređena potrebom stvaranja adekvatnog asortimana, kojeg jedna karika u distributivnom lancu nudi drugoj. Temeljni razlog za postojanje posrednika u prometu robe, leži u nužnosti prostornog i vremenskog povezivanja sve udaljenije sfere proizvodnje, od sfere potrošnje, kao i težnji da se smanje posredničke transakcije. Zadaci posrednika su sabiranje, sortiranje i distribucija robe.¹²

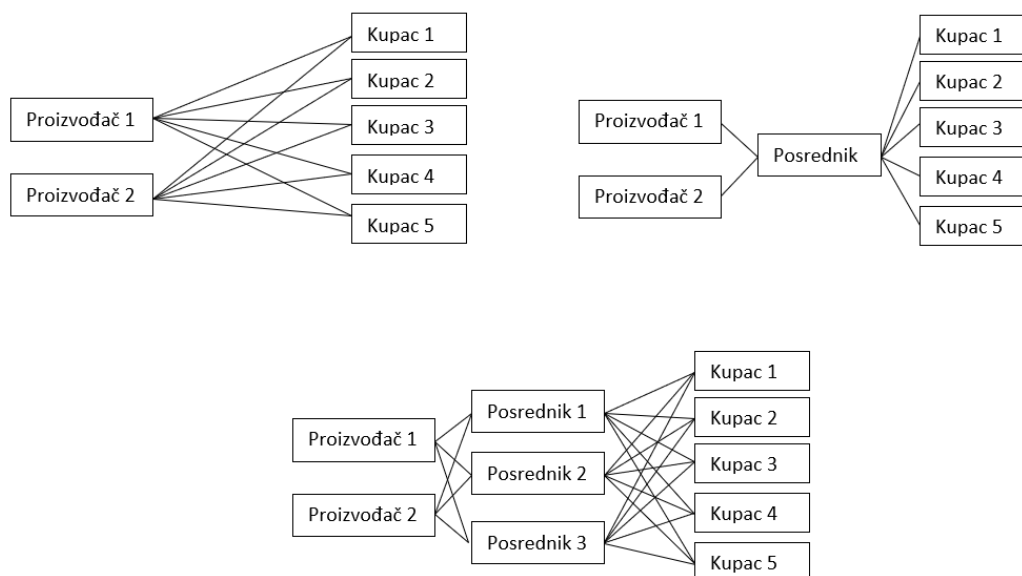
Neposredna distribucija, tj. distribucija bez posrednika je karakteristična za tzv. proizvodnu potrošnju, dok se roba konačne potrošnje kreće kroz dvije ili više faza distribucije, odnosno, više posrednika. Neposredna distribucija ili prodaja bez posrednika, je najjednostavniji kanal distribucije. U njemu izravno kontaktiraju proizvođač i potrošač. S druge strane, posredna distribucija se sastoji od kanala distribucije ili marketinških kanala, čiji je zajednički cilj olakšati prijenos robe i vlasništva od proizvođača do kupca.¹³

Optimalnim brojem posrednika minimizira broj transakcija, a time i troškovi distribucije (Slika 2.). Opstanak pojedinog posrednika u distributivnom lancu, ovisi, u prvom redu od njegove sposobnosti da organizira takvu distribuciju robe, kod koje će troškovi biti niži, nego da je sam proizvođač distribuira svoje proizvode.

¹¹ Rogić, K.: Nastavni materijali iz kolegija: Distribucijska logistika I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.

¹² Ibidem.

¹³ Ibidem.



Slika 2. Utjecaj posrednika na broj transakcija

Izvor: Izradio autor prema : Rogić, K.: Nastavni materijali iz kolegija: Distribucijska logistika I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.

2.2. Distribucija u urbanom području

Distribucija u urbanom području odnosi se na to kako se roba može bolje distribuirati u, iz i u urbana područja. Fernandez Barcelo i Campos-Cacheda (2012.) definiraju distribuciju u urbano područje kao „transport robe pomoću vozila na kotačima i djelatnosti povezane s tim prijevozom prema ili unutar urbanog okruženja”. Obično distribucija robe u urbano područje uzima u obzir teretni prijevoz koji ulazi u grad, objekti koji se koriste za konsolidaciju i sortiranje, teret troškova ovih aktivnosti, eksternalije i poduzete politike od strane javnog sektora koji upravlja teretnim prijevozom u odnosu na utjecaj koji to ima na prometne tokove i ugodu života.¹⁴

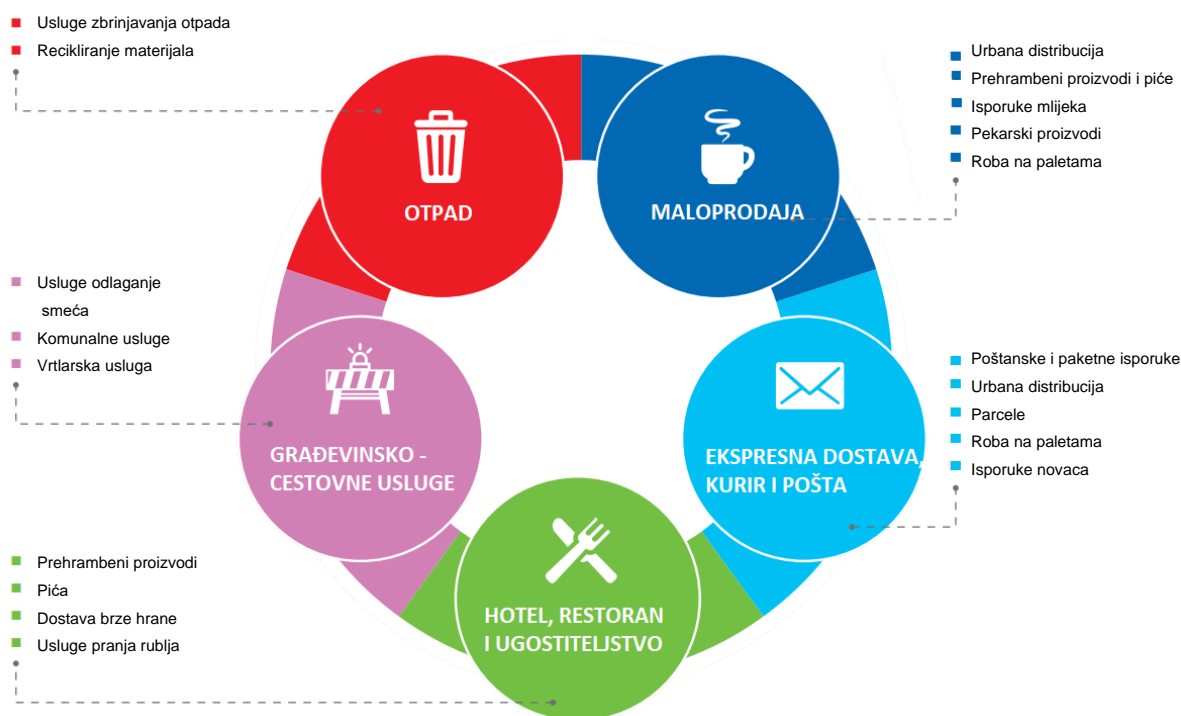
Komercijalni teretni prijevoz u uže gradsko područje je problematika gradskih vlasti budući da značajno utječe na prometno zagušenje, onečišćenje zraka kao i sigurnost na cesti.¹⁵

¹⁴ Cardenas Barbosa I D., Borbon Y., Verlinden T., Van de Voorde E., Vanelslender T., Dewulf W.: City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection, University of Antwerpen, Belgium, 2017.

¹⁵ Comi D., Buttarazzi B., Schiraldi M., Innarella R., Varisco M., Traini P.: An advanced planner for urban freight delivering, University of Rome Tor Vergata, Rome, 2018. City Distribution and Urban Freight Transport

Efikasna i efektivna izvedba distribucije u sklopu urbanog opskrbnog lanca je od iznimne važnosti za privlačnost i konkurentnost nekog grada. Međutim, zbog izrazite kompleksnosti uvjetovane isprepletenošću različitih sudionika (proizvođača, veletrgovaca, prijevoznika, maloprodavača i potrošača) s mogućim konfliktnim interesima i mnogobrojnim ograničenjima kao i interakcijama između drugih urbanih aktivnosti (boravišne, turističke, komercijalne, rekreacijske, obrazovne), ostvarivanje dobrih izvedbi nije lak zadatak.¹⁶

Sva kretanja robe u, iz, kroz ili unutar urbanog područja obavljena lakim ili teškim vozilima, također uključujuću promet rušenja odnosno izgradnje, kao i otpadnu i obrnutu logistiku. Sektori koje urbana distribucija oprema prikazani su slikom 3.



Slika 3. Opskrba po sektorima

Izvor: Civitas – Policy note: Smart choices for cities - Making urban freight logistics more sustainable :
https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an5_urban_web.pdf

Važnost distribucije u urbana područja vidljiva je iz više razloga, a najznačajniji su:¹⁷

¹⁶ Ibidem.

¹⁷ Bestuf: Good practice guide on urban freight transport, Preuzeto sa:
http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/good_practice/English_BESTUFS_Guide.pdf

- ukupni trošak prijevoza tereta i logistike je značajan i ima direktan utjecaj na učinkovitost ekonomije grada;
- ulogu koju predstavlja u opsluživanju industrijskih i tržišnih aktivnosti, koje su ključne za aktivnosti koje generiraju značajnu financijsku dobit;
- važan faktor u ostvarivanju radnih mjesta;
- povećanje konkurentnosti industrije u dotičnoj regiji;
- temelj za održavanje željenog stila života;
- ekološki utjecaj kretanja robe u urbanom području (u vidu iskorištene energije, zagađenja zraka, buke...).

2.2.1. Sudionici u urbanom okruženju

Distribucija u urbanom području kategorizira prisustvo brojnih sudionika. Glavni razlog je što se aktivnosti obavljaju u gradu odnosno središnjoj lokaciji gdje se tokovi i aktivnosti križaju.¹⁸

Sudionici opskrbnog lanca koji su odgovorni za slanje, izvođenje i prijem robe:¹⁹

- **pošiljatelji** - u ovu skupinu spadaju proizvođači, veletrgovci, malotrgovci, distributeri itd. Pošiljatelji šalju robu drugim subjektima ili osobama i često se ne nalaze u gradu. Kao rezultat ne osjećaju se odgovornim za probleme urbanog prijevoza robe. Imaju tendenciju maksimiziranja kvalitete usluge u pogledu troškova i pouzdanosti prijevoza. u velikom broju slučajeva pošiljatelji zapošljavaju prijevozne operatere;
- **prijevozni operateri** – prijevoznici, dostavljači itd. Prijevoznici obično teže minimiziranju svojih troškova maksimiziranjem učinkovitosti svojih prikupljanja i isporuka, a od njih se očekuje da pružaju visoku razinu usluge po niskim troškovima;
- **primatelji** – trgovci, uredi, gradilišta, stanovnici, hoteli itd. Nalaze u urbanim sredinama i uglavnom su krajnja točka logističkog lanca. Primatelji često nisu odgovorni za gradski prijevoz tereta jer pošiljke organizira i plaća pošiljatelj (dakle za primatelja cijena prijevoza uključeno u cijenu

¹⁸ Civitas – Policy note: Smart choices for cities - Making urban freight logistics more sustainable, Preuzeto sa: https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an5_urban_web.pdf

¹⁹ Ibidem

naručene robe). U mnogim slučajevima primatelji ne shvaćaju da mogu i utječu na gradski teretni prijevoz, na primjer, postavljanje vremenskih prozora.

Osim već navedenih, razlikujemo sljedeće javne sudionike: lokalna vlast, nacionalnu vlast i za neka pitanja čak i Europsku komisiju (npr. postavljanje EURO-standarda za kamionske motore). Lokalne vlasti usredotočuju se na atraktivnost grada, osiguravanje pristupačnosti grada i posjedovanje efikasnog i efektivnog prometnog sustav. Iz te perspektive urbani teretni prijevoz može se smatrati glavnim doprinositeljem smetnjama i zagađenju.²⁰

Nacionalna vlast je često neznatno uključena u pitanje urbanog prijevoza tereta pošto ga smatra kao problem lokalne vlasti.²¹

Dodatno, na provođenje urbanog teretnog prijevoza utječe i postojeća infrastruktura koju posjeduju subjekti opskrbe resursima. Postoje tri različita subjekta: pružatelji infrastrukture, upravitelji infrastrukture i zemljoposjednici. Ti sudionici i njihova ulaganja utvrđuju mogućnosti urbanog teretnog prijevoza.²²

Konačno, u zadnju skupinu sudionika spadaju svi oni koji su pogođeni urbanim teretnim prijevozom, ali ne utječu direktno na njegovo izvršenje. Lokalne vlasti često djeluju u ime tih subjekata jer su to akteri koji glasuju na lokalnim izborima i kao rezultat toga usredotočuju se na umanjivanje stvarnih i očiglednih problema koje uzrokuje gradski teretni prijevoz. U ovu skupinu spadaju: ²³

- **drugi prometni sudionici** – ova grupa se sastoji od ranjivih korisnika ceste, biciklista i pješaka;
- **stanovnik grada i korisnici grada;**
- **turisti/posjetitelji.**

²⁰ Ibidem.

²¹ Ibidem.

²² Ibidem.

²³ Ibidem.

2.2.2. Organizacija distribucije u urbanom području

Danas je i dalje najzastupljeniji cestovni teretni prijevoz iako je i najveći zagađivač. Iznimku ne čini ni dostava robe u grad pa je tako cestovni prijevoz u svrsi opskrbe grada najzastupljeniji oblik prijevoza u ostvarenju tokova na području gradova. Kretanje robe gradskim prometnicama može se realizirati na više načina i to: teretnim vozilima, kombi i putničkim vozilima, motorima, biciklima, autobusima ili pješice. Danas su sve su više prisutna kombi i pick-up vozila, a razlozi su mnogobrojni: otežan pristup središnjim gradskim zonama, smanjenje veličine i rast frekvencije isporuka, što zahtijeva vozila dobrih manevarskih sposobnosti. Za isporuku robe na kućnu adresu, kao oblik opskrbe u centralnim gradskim ulicama sve se češće koriste motocikli ili posebno konstruirani gradski bicikli s košaricom koja može biti veličine i do jedne palete. Gradske zone u kojima je zabranjen promet motornim vozilima opskrbljuju se biciklom ili na klasičan način kada čovjek nosi isporuku korištenjem različitih prijenosnih sredstava, od košare do posebno konstruiranih kolica.²⁴

Logistika u gradovima se javlja kao potreba zadovoljenja potražnje različitih generatora. Generatori, odnosno pokretači logističkih tokova predstavljaju svi objekti koji se nalaze u gradu i obavljaju neku gradsku funkciju čime stvaraju potrebu koje distribucija može zadovoljiti. Takve potrebe mogu biti prijevoz, skladištenje, prekrcaj, držanje zaliha, pakiranje i slično. Sukladno tome, generatore predstavljaju razne trgovine, industrije, ustanove i kućanstva. Najveći generatori logističkih tokova su trgovine. Kod manjih gradova, trgovine se nerijetko nalaze u samom centru grada, dok se kod većih gradova trgovine nalaze na disperziranim lokacijama iako nije pravilo da nisu prisutne i u samom gradu. Stoga se kod opskrbe gradova koristi nekoliko osnovnih sustava:²⁵

- centralizirani sustav;
- decentralizirani sustav i
- hibridni.

²⁴ Kolarić G., Skorić L.: Metode distribucije u gradska središta, Pregledni rad, Tehnički glasnik 8, 2014.

²⁵ Ibidem.

Principu centraliziranog sustava najčešće funkcioniraju mala i srednje velika poduzeća koristeći pritom jedno skladište preko kojeg samo jedna logistička strana, odnosno transporter isporučuje robu. Kod decentraliziranog sustava mora se opskrbiti više lokacija koja najčešće posjeduju velika poduzeća. Stoga je potrebno i više skladišta koje će biti bliže proizvodnji, ali i više transportera. Hibridni sustav je mješavina centraliziranog i decentraliziranog sustava, odnosno međusobno se slažu i nadopunjuju.²⁶

2.2.3. Negativni utjecaj distribucije u urbanom području

Distribucija robe u urbanom području igra važnu ulogu u održivom razvoju gradova. Pomaže u podržavanju urbanog načina života, u služenju i zadržavaju industrijske i trgovinske djelatnosti i doprinose konkurentnosti industrije u dotičnoj regiji. Bez obzira na relevantnu ulogu ove aktivnosti, distribucija robe također se sukobljava s ostalim urbanim funkcijama i na taj način generira negativne (ekonomske, ekološke i socijalne) utjecaje na ekonomsku snagu, pristupačnost i kvalitetu života i atraktivnosti urbanih područja.²⁷

Glavni uzroci ovih problema kreću se od neadekvatne cestovne infrastrukture i neučinkovitih logističkih procesa koji proizlaze iz malog faktora opterećenja do nepotrebno dugog vremena zadržavanja i/ili velikog broja pojedinačnih isporuka. Osim toga, cestovna teretna vozila koja se kreću u urbanom okruženju uglavnom emitiraju veći udio određenih zagađivača po prijeđenom kilometru od ostalih motornih vozila kao što su automobili i motocikli. To je zbog njihove veće potrošnje goriva po jedinici prijeđenog puta i činjenica da mnogi od njih koriste dizel kao gorivo.²⁸

Uske ceste i nedostatak područja utovara i istovara u gradskim središtima zajedno s neučinkovitim logističkim procesima proizvode negativne učinke. Najčešći primjeri takvi su utjecaji na tri dimenzije održivosti: ²⁹

²⁶ Ibidem.

²⁷ Civitas – Policy note, Preuzeto sa: https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an5_urban_web.pdf

²⁸ Browne M., Piotrowska M., Woodburn A., Allen J.: Literature Review WM9: Part I - Urban Freight Transport, University of Westminster, 2007.

²⁹ Ibidem.

- ekološka održivost – emisije štetnih plinova, proizvodnja otpada, korištenje neobnovljivih izvora energije;
- ekonomska održivost – zagušenja cesta, neučinkovitost, trošenje resursa;
- socijalna održivost - fizičke posljedice emisija onečišćujućih tvari u javnom zdravlju, prometne nesreće, buka, vizualna invazija, drugi utjecaji na kvalitetu života.³⁰

Nadalje, teretni promet smanjuje dostupnost putničkog prijevoza u urbanim područjima te ujedno utječe i na učinkovitost samog procesa distribucije u urbanom području zbog zagušenja, smanjujući mobilnost i u tom području. Dajući neke kvantitativne primjere, teretni promet kojim upravljaju teška teretna vozila (HGV) doprinosi približno 30% potrošnje energije povezane s prometom, što čini oko 20% sve potrošnje energije u naprednim gospodarstvima. Kretanja robe u urbanim područjima predstavlja između 20 i 30% vozilo-kilometara, iz čega proizlazi zaključak da je bavljenje logistikom i problematikom distribucijom tereta nužno.³¹

Iako su gradovi bili svjesni negativne strane urbane distribucije, oni su donekle pokušavali živjeti s tim problemima. Svaki je grad pokušao pronaći i primijeniti vlastito rješenje, što je rezultiralo inicijativama koje su s društvenog, ekološkog ili ekonomskog gledišta obično bile manje nego optimalne. Međutim, društvo sada postaje zahtjevnije nego što je bilo u prošlosti, a gradovi se suočavaju s teškim izazovom s kojim se moraju suočiti bez daljnjeg odgađanja.³²

Gradovi moraju održavati i promicati svoju održivost, mobilnost i kvalitetu života, istovremeno osiguravajući da sustavi urbane distribucije učinkovito služe njihovim potrebama. Da bi se suočili s tim izazovom, gradovi se uglavnom moraju suočiti s teškim zadatkom promicanja urbanih distribucijskih sustava koji su ekološki prihvatljivi i istodobno dovoljno učinkoviti da zadovolje i društvo i distribucijske tvrtke. Drugo, gradovi trebaju prevladati nedostatak svijesti i znanja o urbanoj distribuciji među vladama i urbanistima što rezultira donošenjem politike uglavnom iz perspektive

³⁰ Ibidem.

³¹ Macharis C., Melo S.: City Distribution and Urban Freight Transport, Edward Elgar Publishing Limited, 2011.

³² Ibidem.

prijevoza putnika, bez odgovarajućeg razmatranja aktera koji su uključeni u promet robe i njegovih složenih karakteristika. Različite mjere i inicijative bile su usmjerene na poboljšanje učinka distribucije robe i smanjenje okolišnih i socioekonomskih negativnih učinaka gradskog teretnog prometa.³³

Rezultati i iskustva su, međutim, pokazali da bi se neželjene nuspojave mogle pojaviti prilikom provedbe mnogih mjera i politika. Kao primjer, ulaganja u gradske konsolidacijske centre nisu uspjeli u mnogim gradovima. Djelom je to zbog činjenice da nisu svi sudionici uzeti u obzir prilikom prethodne procjene djelovanja i zbog poteškoća u suradnji s različitim perspektivama subjekata. Štoviše, nedostatak evaluacija i sustavnih procjena učinka različitih mjera dovodi do promicanja i primjena rješenja koja nisu prikladna u lokalnom kontekstu. Pošto je prilikom urbane distribucije uključeno je nekoliko aktera, ne uzimanje u obzir njihove ciljeve dovodi do problema u fazi provedbe.³⁴

2.2.4. Utjecaj politika političkih subjekta na provođenje urbane distribucije

Suočeni s izazovima neučinkovitog i neodrživog teretnog sustava, gradovi moraju poduzeti razne mjere. Taj zadatak nije lak jer čak i u zemljama s jakim lokalnim političkim subjektima, politički utjecaj je slab u pogledu urbanog prijevoza tereta. Mogućnosti za napredak postoje i realno upravljanje urbanim teretnim prijevozom može se definirati oko nekoliko principa i usvajanja najboljih praksi.³⁵

Lokalne vlasti provode ograničenja, poticaje, poreze i druge politike da bi se riješio problem zagušenja i ostvario cilja postizanja održivog razvoja. Politike poput poreza na zagušenja se široko koriste za prilagođavanje ponašanja prijevoznika tereta.³⁶

Budući da u urbanim sredinama djeluje nekoliko sudionika, ciljevi se razlikuju ovisno o uključenim akterima. Lokalne vlasti imaju ulogu uglavnom povezanu s

³³ Ibidem.

³⁴ Ibidem.

³⁵ Macharis C., Melo S.: City Distribution and Urban Freight Transport, Edward Elgar Publishing Limited, 2011.

³⁶ Danielis R., Maggie E., Rotaris L., Valeri E.: Urban Freight Distribution: Urban Supply Chains and Transportation Policies, Freight Transport Modelling, 2017.

kolektivnom korisnošću. Njihovi ciljevi mogu biti u suprotnosti s pojedinačnim učinkom i ciljevima privatnih sudionika, koji uglavnom teže povećati svoje ekonomske koristi smanjivanjem troškova i osiguravanjem dobre kvalitete usluge. Nadalje, prednost za postizanje ovih ciljeva jako se razlikuju između ova dva sudionika. Dok prijevoznici kontroliraju protok vozila, lokalne vlasti mogu utjecati na njih samo prilagođenim propisima i politikama.³⁷

Problemi distribucije u urbanom području nastaju zbog utjecaja provođenja politika urbanog prijevoza koje donosi lokalna vlast, te postoji mogućnost da utječu na razinu efikasnosti i efektivnosti ne samo urbane distribucije već i cijelog opskrbnog lanca.³⁸

Politike i mjere koje lokalne vlasti najčešće implementiraju u svrhu ostvarivanja održivog urbanog prijevoza tereta i kojima se kontroliranju aktivnosti privatnih teretnih prijevoznika često se grupiraju pod nazivom regulatorne mjere. U te mjere spadaju:³⁹

- vremenska ograničenja pristupa - ograničenja vremenskih perioda kada je dozvoljeno obavljati teretne aktivnosti, radi smanjenja aktivnosti teretnog prometa za vrijeme vršnih sati i minimiziranja buke;
- reguliranje parkiranja - osiguravanje prostora za utovar/istovar uobičajena je lokalna politika organiziranja operacija isporuke na zadnjoj dionici i olakšavanja kretanja svih vozila povećanjem kapaciteta ceste;
- okolišna ograničenja - očuvanje ugodnosti gradskih središta za život kroz smanjenje negativnih eksternalija teretnih vozila (emisija i buka);
- ograničenja veličine/težine vozila - povećanje ugodnosti za život gradskih područja i optimiziranje korištenja javnog prostora kroz zabranu korištenja određenih cesta ili područja za vozila određene težine/veličine;
- postavljanje minimalnog faktora popunjenosti vozila - da bi poboljšale pristupačnost i ugodnosti življenja u urbanim područjima, lokalne vlasti koriste faktore popunjenosti kako bi ograničile ulaz u grad i prisilile tvrtke

³⁷ Cattaruzza D., Absi N., Fillet D., Gonzalez-Feiluu J.: Vehicle routing problems for city logistics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg and EURO - The Association of European Operational Research Societies 2015

³⁸ Erdinch H., Huang C.: City logistics optimization: Gothenburg inner city freight delivery, University of Gothenburg, School of business, economy and law, diplomski rad, 2014.

³⁹ Civitas – Policy note, Preuzeto sa: https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an5_urban_web.pdf

kako bi maksimizirale korištenje teretnog prostora konsolidacijom izvan područja ograničenja;

- upravljanje tokom teretnog prometa - uvođenje posebnih ograničenja za teretni promet na nekim rutama, ili omogućavanje korištenja različitim korisnicima u različitim vremenskim periodima.

3. KLJUČNI IZVEDBENI POKAZATELJI LOGISTIČKIH RESURSA U KAPILARNOJ DISTRIBUCIJI

Pokazatelji se koriste za predstavljanje stanja koja postoje u sustavu u odnosu na željene parametre, za ukazivanje na napredak u skladu s unaprijed definiranim ciljevima i u svrhu predstavljanja statusa sustava. Pokazatelj omogućuje učinkovito i jednostavno praćenje promjena tijekom određenog vremenskog razdoblja.⁴⁰

Pokazatelj mora biti:⁴¹

- sveobuhvatan (mora utjecati na prometne, ekonomske, socijalne i ekološke parametre);
- na temelju visokokvalitetnih podataka (prikupljanje podataka i obrada mora udovoljavati znanstvenim zahtjevima kako bi se osigurala točnost i dosljednost);
- usporediv (metodologija prikupljanja podataka ima biti standardiziran kako bi se omogućila usporedba);
- statistički i znanstveno valjan;
- vremenski i zemljopisno određen;
- otporan na udarce;
- jasan (mora biti koristan za donositelje odluka i razumljiv široj javnosti);
- prilagođen specifičnostima različitih mjesta, kultura, navika i institucija;
- isplativ (troškovi prikupljanja i obrade podataka ne mogu biti veći od postignutih koristi).

Ključni izvedbeni pokazatelji (KPI) predstavljaju kvantitativne i kvalitativne pokazatelje koje koriste tvrtke ili industrije za mjerenje, praćenje, upravljanje, ocjenu i usporedbu performansa za ispunjavanje strateških i operativnih ciljeva.⁴²

Važno je uzeti u obzir učestalost praćenja. Tjedno ili mjesečno praćenje se preporučuje za mnoge KPI-je, ali to može ovisiti o potrebama određenog poduzeća.

⁴⁰ Vidović K., Šoštarić M., Budimir D.: An Overview of Indicators and Indices Used for Urban Mobility Assessment, *Promet – Traffic & Transportation*, Vol. 31, Zagreb, 2019.

⁴¹ Ibidem.

⁴² Božić D., Vrček K., Bajor I.: Dekompozicija procesa kao osnova za mjerenje logističkih performanci., *Pregledni rad, Tehnički glasnik 7*, 2013.

Ako se određene mjere ne evidentiraju i ne prikažu prema dogovorenim vremenskim rokovima, rizik od ne primjećivanja promjena raste. KPI mogu pokazati promjene u izvedbi tijekom vremena.⁴³

3.1. Logističke performanse

Logističke performanse su rezultat strategije poslovanja, organizacije rada i primijenjene razine tehnike, tehnologije i informatizacije u organizaciji te se može izdvojiti osnovna podjela logističkih performansi na:⁴⁴

- Logističke troškove – obuhvaćaju troškove svih aktivnosti koji se realiziraju u cilju oblikovanja, projektiranja, usmjeravanja, vođenja i reguliranja protoka proizvoda i informacija te predstavljaju ekonomsku mjeru uspješnosti funkcioniranja logističkog sustava.
- Razina kvalitete logističke usluge – mjeri se stupnjem zadovoljstva potrošača (korisnika) pruženom uslugom. Razina kvalitete predstavlja subjektivno mišljenje, preferenciju potrošača o dobivenoj usluzi. Korisnik usluge formira mišljenje o tvrtki kao cjelini na temelju percepcije o razini kvalitete, ne ulazeći u sustav i njegove strukturne elemente. Najčešći pokazatelji razine kvalitete odnose se na: vrijeme realizacije narudžbe, pouzdanost i točnost isporuke.
- Logističku produktivnost – obuhvaća različite tehničke i eksploatacijske pokazatelje logističkih sustava. Pokazatelji logističke produktivnosti mogu se podijeliti na tehničko-eksploatacijske karakteristike za kvantificiranje logističkih troškova; tehničko-eksploatacijske karakteristike koje opisuju iskorištenje resursa i karakteristike kojima se određuje razina kvalitete kroz stupanj zadovoljstva korisnika. Na temelju pokazatelja logističke produktivnosti se određuju logistički troškovi i razina kvalitete.
- Pouzdanost logističkih procesa i utjecaj na okoliš – sigurnost logističkih procesa obuhvaća: sigurnost rada, sigurnost radne sredine i požarnu sigurnost. U aspektu pokazatelja sigurnosti logističkih procesa postoji više pristupa, a neki od njih su: novčana procjena sigurnosti ovih procesa na temelju direktnih i

⁴³ Šimková I., Konečný V.: Key performance indicators in logistics and road transport;

⁴⁴ Pašagić Škrinjar, J., Drljača, M., Bernacchi, Ž.: Primjena kontrolinga u logističkim sustavima i analiza logističkih performansi, 14. međunarodni simpozij o kvaliteti "KVALITETOM PROTIV RECESIJE", Rovinj, 2013

indirektnih troškova ili procjena vjerojatnosti nastanka ozljede i eventualno nastale štete. Utjecaj logističkih procesa na okoliš utvrđuje se kroz aspekte okoliša, mjerenjem stupnja zagađenja okoliša.

Logističke performanse, sastoje se od identifikacije, mjerenja i praćenja istih, a u širem smislu mogu se podijeliti na financijske performanse, performanse produktivnosti, vremenske performanse i performanse kvalitete, pri čemu se svaka od tih podjela sastoji od niza mjerljivih izvedbenih pokazatelja za praćenje, analiziranje i unaprjeđenje poslovanja tvrtke, a neki od njih su prikazani u tablici 1.⁴⁵

Tablica 1. Logističke performanse

Financijske performanse	Performanse produktivnosti
<ul style="list-style-type: none"> • ukupni logistički troškovi, • troškovi logističkih procesa, • troškovi logističkih podsustava, • troškovi po proizvodima, • troškovi po tržištima, • troškovi po kupcima, • promet i prihod, • profit, • odnos troškova i prodaje, • dodatna vrijednost logistike i sl. 	<ul style="list-style-type: none"> • produktivnost resursa, • iskorištenost kapaciteta, • produktivnost radne snage, • iskorištenje radnog vremena, • broj isporuka na dan/sat, • broj isporuka po zaposleniku, • broj isporuka po prijevoznom sredstvu, • broj ruta po vozilu i sl.
Vremenske performanse	Performanse kvalitete
<ul style="list-style-type: none"> • ukupno vreme isporuke robe, • vreme trajanja logističkih procesa, • vreme pribavljanja, popunjavanja i ispostavljanja dokumentacije, • vreme čekanja(zastoja u lancu) • vreme žalbi, reklamacije, • obračuna i plaćanja i sl. 	<ul style="list-style-type: none"> • točnosti ispravnih isporuka, • performanse kvaliteta logističke usluge(kompletnost, pouzdanost, točnost, učestalost, fleksibilnost, informiranost, sigurnost i sl.) • stupanj zadovoljstva korisnika, • kvaliteta odvijanja logističkih procesa i sl.

Izvor: Izradio autor prema: Kilibarda, M.: Logistički kontroling kao podrška upravljanju kvalitetom u logistici, FESTIVAL KVALITETA, 34. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2007.

⁴⁵ Ibidem.

3.2. Postupak definiranja ključnih izvedbenih pokazatelja u logistici

Postupak izbora ključnih pokazatelja logističkih (KPI, engl. Key Performance Indicator) performansi sadrži više metodološki povezanih koraka, preko kojih je potrebno doći do odgovora na sljedeća pitanja:⁴⁶

- čemu služe podaci o logističkim performansama;
- na koji način identificirati, prikupljati, kvantificirati i obrađivati podatke o odabranim performansama.

Za dobivanje odgovora na navedena pitanja kao i postupak utvrđivanja relevantnih KPI-ja unutar organizacija, koristi se slijed od pet koraka (Slika 4.).⁴⁷



Slika 4. Koraci definiranja pokazatelja

Izvor: Izradio autor prema: Božić D., Vrčec K., Bajor I.: Dekompozicija procesa kao osnova za mjerenje logističkih performanci,, Pregledni rad, Tehnički glasnik 7, 2013.

⁴⁶ Božić D., Vrčec K., Bajor I.: Dekompozicija procesa kao osnova za mjerenje logističkih performanci,, Pregledni rad, Tehnički glasnik 7, 2013.

⁴⁷ Ibidem.

Postupak definiranja izvedbenih pokazatelja podrazumijeva da se prioritarno sustavno odrede i detaljno definiraju osnovni ciljevi mjerenja i praćenja izvedbi kako bi se na temelju ulaznih podataka, u postupcima koji slijede, mogla ustvrditi korist dobivenih rezultata. Drugi korak se odnosi na dekompoziciju logističkih procesa, te se ujedno smatra najvažnijim korakom. Razlog tomu je što se nerijetko u procesu dekompozicije javljaju greške koje mogu bitno utjecati na rezultate izvedbi te je potrebna izrazita pažnja prilikom izvršavanja ovog koraka. Pošto postoji velika međuovisnost izvedbi te ulaznih i izlaznih elemenata koje se razmjenjuju s okolinom, potrebno je imati na umu da se u analizu uključe i veze s okruženjem (korisnicima) . Treći korak uključuje definiranje izvedbi logističkih procesa. Da bi se taj korak mogao provesti, kao smjernice se najčešće uzimaju povijesni podaci. Definiranje skupa pokazatelja za mjerenje i praćenje, što predstavlja četvrti korak, odnosi se na postavljanje pokazatelja na sam proces, te na pojedine aktivnosti procesa. Pri tome treba uzeti u obzir podatke koje tehničko-tehnološki aspekt trenutno može dati kao podatke za ulaznu analizu. Peti i posljednji korak selekcije ključnih pokazatelja izvedbi je korak u kojem se odabiru oni pokazatelji koji izravno mogu utjecati na odlučivanje o promjenama kod upravljanja logističkim sustavom. Druga važna mjera u odabiru broja pokazatelja je tehnološki razvoj i količina podataka koji se mogu prikupiti iz tehnoloških dijelova procesa. Optimalan broj izvedbenih pokazatelja ovisi o složenosti procesa i obuhvatu poslovanja te nije moguće dati jednoznačno rješenje.⁴⁸

3.3. Ključni izvedbeni pokazatelji u kapilarnoj distribuciji

Mnogo je različitih ključnih izvedbenih pokazatelja koji se mogu koristiti za mjerenje izvedbi u cestovnom prijevozu i logistici, međutim može biti teško prepoznati koji bi mogli odgovarati pojedinim poduzećima. Prikupljanje i korištenje pravih podataka u operacijama distribucije nije lak zadatak. Operacije distribucije opterećene su složenošću, a mnogi se logističari trude dokučiti koje bi ključne KPI-eve u kapilarnoj distribuciji trebali pratiti i izmjeriti. Ovdje je ulog velik, ako se mjere i optimiziraju pogrešni KPI-jevi, riskira se zanemarivanje važnih područja za rast, poboljšanje i optimizaciju uzduž cijele kapilarne distribucije.⁴⁹

⁴⁸ Ibidem.

⁴⁹ DispatchTrack, Preuzeto sa: <https://www.dispatchtrack.com/blog/last-mile-delivery-kpi>

KPI bi trebao biti relevantan i PAMETAN - Specifični, mjerljivi, dostižni, realistični i tempirani (eng. SMART-Specific, Measurable, Achievable, Realistic and Timed).⁵⁰

Bez obzira na vrstu poslovanja, ključni izvedbeni pokazatelji su mjerni podaci koji pomažu u praćenju snaga i slabosti poslovne aktivnosti. U logističkoj industriji fokus točka je kapilarna distribucija.⁵¹

Kada pričamo o kapilarnoj distribuciji, mislimo na zadnju dionicu lanca opskrbe. Putovanje proizvoda od skladišta do praga krajnjeg kupca naziva se kapilarna distribucija.

Proučavanjem literature, prepoznati su sljedeće grupe ključni izvedbeni pokazatelji kapilarne distribucije:⁵²⁵³

1. pravovremene isporuke;
2. točnost isporuke;
3. stopa potrošnje goriva;
4. vrijeme dostave;
5. stvarna kilometraža;
6. trošak po km, prijeznoj jedinici, vozilu;
7. iskorištenje teretnog prostora vozila;
8. nepotrebna zaustavljanja;
9. broj stajališta.

3.3.1. Pravovremene isporuke

Jedan od najvažnijih pokazatelja je osiguravanje primanja pošiljki kako je i obećano. Izvedba pravovremene isporuke odnosi se na odnos narudžbi kupca

⁵⁰ Šimková I., Konečný V.: Key performance indicators in logistics and road transport;

⁵¹ Redwood, Preuzeto sa: <https://www.redwoodlogistics.com/what-last-mile-kpis-to-monitor/>

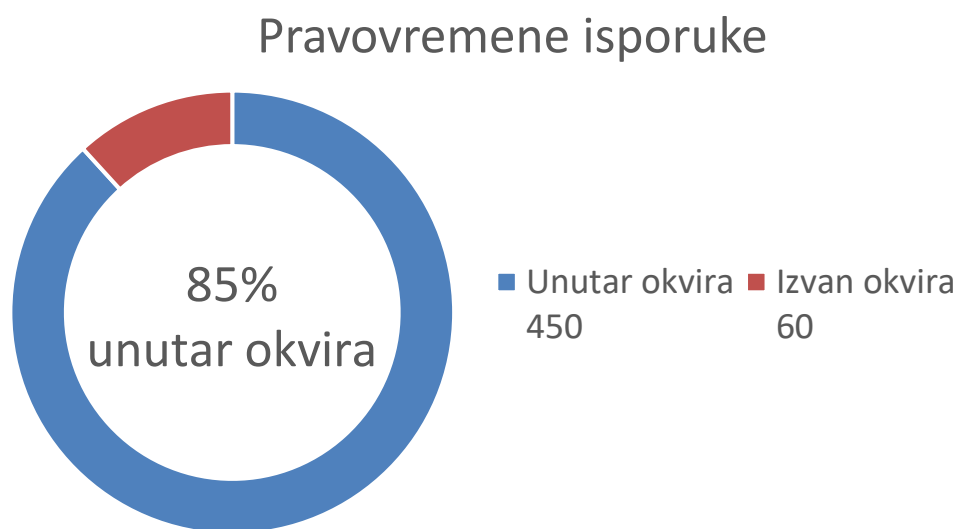
⁵² Fareye, Preuzeto sa: <https://www.getfareye.com/insights/blog/11-kpis-to-measure-the-success-of-last-mile-logistics>

⁵³ Globaltranz, Preuzeto sa: <https://www.globaltranz.com/last-mile-metrics/>

otpremljenih na ili prije traženog ili obećanog datuma isporuke naspram ukupnog broja isporučenih narudžbi.⁵⁴

$$PI = \frac{\text{narudžbi otpremljenih na ili prije traženog / obećanog datuma}}{\text{ukupan broj pravovremeno isporučenih narudžbi}} \times 100$$

To se obično izražava u postocima i može se izračunati za nekoliko razdoblja mjerenja, najčešće se uzima mjesečno razdoblje (Grafikon 1). Ako se kupcu obeća njegov paket do srijede ili je plaćena određena obveza isporuke, kupac mora isporuku primiti u tom roku. Kad paket nije isporučen u zadanim okvirima, kupci obično budu frustrirani i pošiljateljem i markom od koje su kupili. Pametni proaktivni pošiljatelj koristit će se naprednim tehnologijama praćenja kako bi ostao u toku s pošiljkama kupaca. Ako će isporuka kasniti važno je priopćavanje ovih podataka kupcu jer može značajno smanjiti buduće prigovore.⁵⁵



Grafikon 1. Analiza pravovremenih isporuka

Izvor: Izradio i prilagodio autor

3.3.2. Točnost isporuke

Točnost isporuke odnosi se na praćenje stupnja incidenata od trenutka primitka do isporuke narudžbe. Mjeri količinu narudžbi koje se obrađuju, šalju i dostavljaju bez ikakvih incidenata na putu. Prije slanja narudžbi mora se provjeriti odgovara li

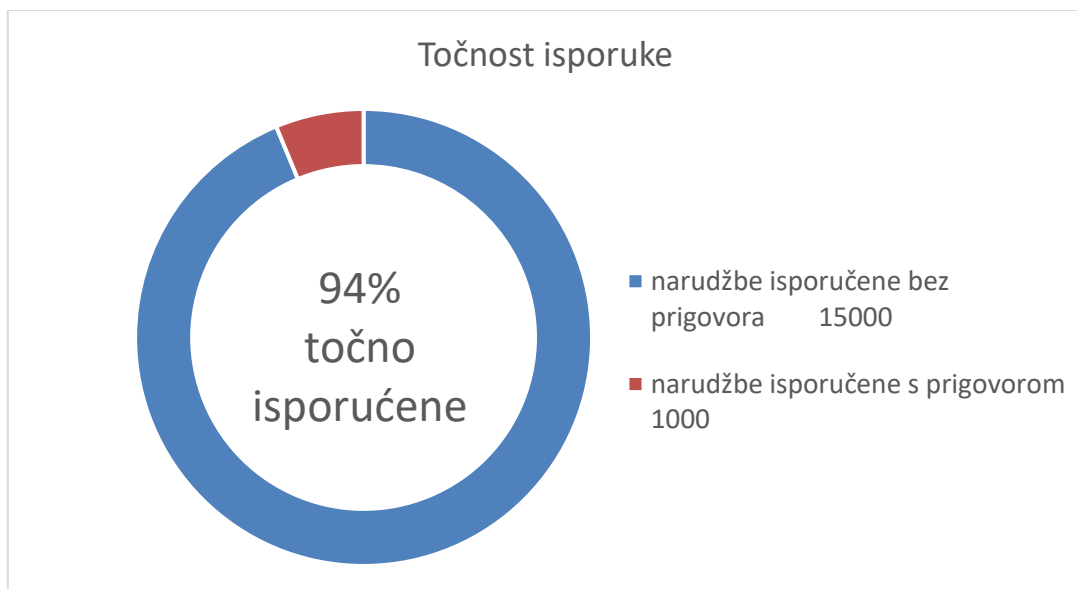
⁵⁴ Redwood: Preuzeto sa: <https://www.redwoodlogistics.com/what-last-mile-kpis-to-monitor/>

⁵⁵ Ibidem.

zapakirana narudžba specifikacijama stvarne potražnje kupca. Ukoliko se taj postupak ne obavi, može doći do mnoštva nepotrebnih pritužbi i sporova. Točnost isporuke može se izmjeriti dijeljenjem ukupnog broja isporučenih narudžbi i isporučenih narudžbi koje su se dogodile bez prigovora te se najčešće izražava u postocima (Grafikon 2).

$$TI = \frac{\text{isporučene narudžbe bez prigovora}}{\text{ukupan broj isporučenih narudžbi}} \times 100$$

Ovaj pokazatelj je važno jer oslikava učinkovitost opskrbnog lanca poduzeća i usluga dostave, što dovodi do zadovoljnijih klijenata koji su se spremni vratiti ili preporučiti usluge.⁵⁶



Grafikon 2. Analiza točnosti isporuke

Izvor: Izradio i prilagodio autor

3.3.3. Stopa potrošnje goriva

Gorivo spada među tri najveća troška tvrtke koje ovise o voznom parku, a poboljšanje ekonomičnosti potrošnje goriva pitanje je smanjenje troškova i utjecaja na

⁵⁶ Fareye, Preuzeto sa: [//www.getfareye.com/insights/blog/11-kpis-to-measure-the-success-of-last-mile-logistics](http://www.getfareye.com/insights/blog/11-kpis-to-measure-the-success-of-last-mile-logistics)

okoliš. Veličine poput l/100 km, vremena mirovanja motora i neovlaštene kilometraže važne su za praćenje potrošnje goriva i učinkovitosti.⁵⁷

Pokazatelji kapilarne distribucije koji uključuju stopu potrošnje goriva mogu varirati i ovisiti o željama tvrtke, ali način izračunavanja potrošnje goriva može uvelike utjecati na to štediti li vozač ili troši gorivo.⁵⁸

Danas stopu potrošnje goriva prijevoznici utvrđuju korištenjem raznih sustava za GPS praćenje vozila koji su povezani s uređajem za mjerenje količine goriva u rezervoaru.

3.3.4. Prosječno vrijeme isporuke

U kapilarnoj distribuciji, vrijeme isporuke smatra se jednim od najkritičnijih KPI-ja. To je zato što konačno vrijeme isporuke daje širi uvid u operativnu učinkovitost i djelotvornost cjelokupne strategije isporuke. Vrijeme isporuke se kao pokazatelj može izračunati prosjekom ukupnog vremena potrebnog za dovršenje svake narudžbe, u rasponu od jednog dana.⁵⁹

$$PVI = \frac{\sum_n^i v_{i_1} + v_{i_2} + \dots + v_{i_n}}{\text{isporučene narudžbe (dan)}}$$

3.3.5. Stvarna kilometraža

Svaki put kada se narudžba otpremi, napravi se plan koji se odnosi na očekivanu kilometražu u kapilarnoj distribuciji. Međutim, stvarna kilometraža narudžbe može se razlikovati od planirane. Ako usporedbom između planirane kilometraže i stvarne

⁵⁷ Teletrac Navman, Preuzeto sa: <https://www.teletracnavman.co.uk/resources/blog/the-top-5-fleet-management-kpis>

⁵⁸ Globaltranz, Preuzeto sa: <https://www.globaltranz.com/last-mile-metrics/>

⁵⁹ Fareye, Preuzeto sa: <https://www.getfareye.com/insights/blog/11-kpis-to-measure-the-success-of-last-mile-logistics>

kilometraže narudžbe ima odstupanja, može se saznati postoje li problemi u planiranju rute, obilaznim pravcima, rasporedima dostave, nepotrebnim zaustavljanjima i slično.⁶⁰

3.3.6. Trošak po km, prijevoznoj jedinici, vozilu

Mjerni podaci kapilarnoj distribuciji trebali bi pratiti cijenu po prijevoznoj jedinici, po kilometru i vozilu povezanom s određenom rutom i tvrtkom u cjelini. Kao rezultat toga, otpremnici bi trebali izračunati prosječne ukupne troškove po prijevoznoj jedinici za datu rutu i za pošiljke tvrtke u određenom razdoblju. Isti postupak trebao bi se primijeniti i na kilometre i na mjerila po vozilu.⁶¹

3.3.7. Iskorištenje teretnog prostora vozila

Iskorištenost kapaciteta tj. teretnog prostora vozila može se lako izračunati dijeljenjem raspoloživog kapaciteta vozila s ukupnom teretnom nosivošću. Ako je raspoloživi kapacitet veći od nosivosti, to znači da su postupci usmjeravanja tvrtke ispod nominalne. No, ako se pokaže da je nosivost veća od raspoloživog kapaciteta, potrebno je preraditi postupke skladištenja i utovara tvrtke.⁶²

3.3.8. Nepotrebna zaustavljanja

Reklamirano kao jedno od najjednostavnijih mjerenja kapilarne distribucije, zaustavljanja znače praćenje ukupnog broja zaustavljanja koje vozilo napravi tijekom isporuke serije narudžbi. Visoki KPI zaustavljanja može značajno povećati ukupne troškove goriva, a pritom i smanjiti optimizaciju. S druge strane, niski KPI zaustavljanja može ukazivati na pojednostavljene, učinkovite i brze operacije kapilarne distribucije.⁶³

3.3.9. Broj stajališta

⁶⁰ Ibidem.

⁶¹ Globaltranz, Last mile metrics: Preuzeto sa: <https://www.globaltranz.com/last-mile-metrics/>

⁶² Fareye, Preuzeto sa: <https://www.getfareye.com/insights/blog/11-kpis-to-measure-the-success-of-last-mile-logistics>

⁶³ Ibidem.

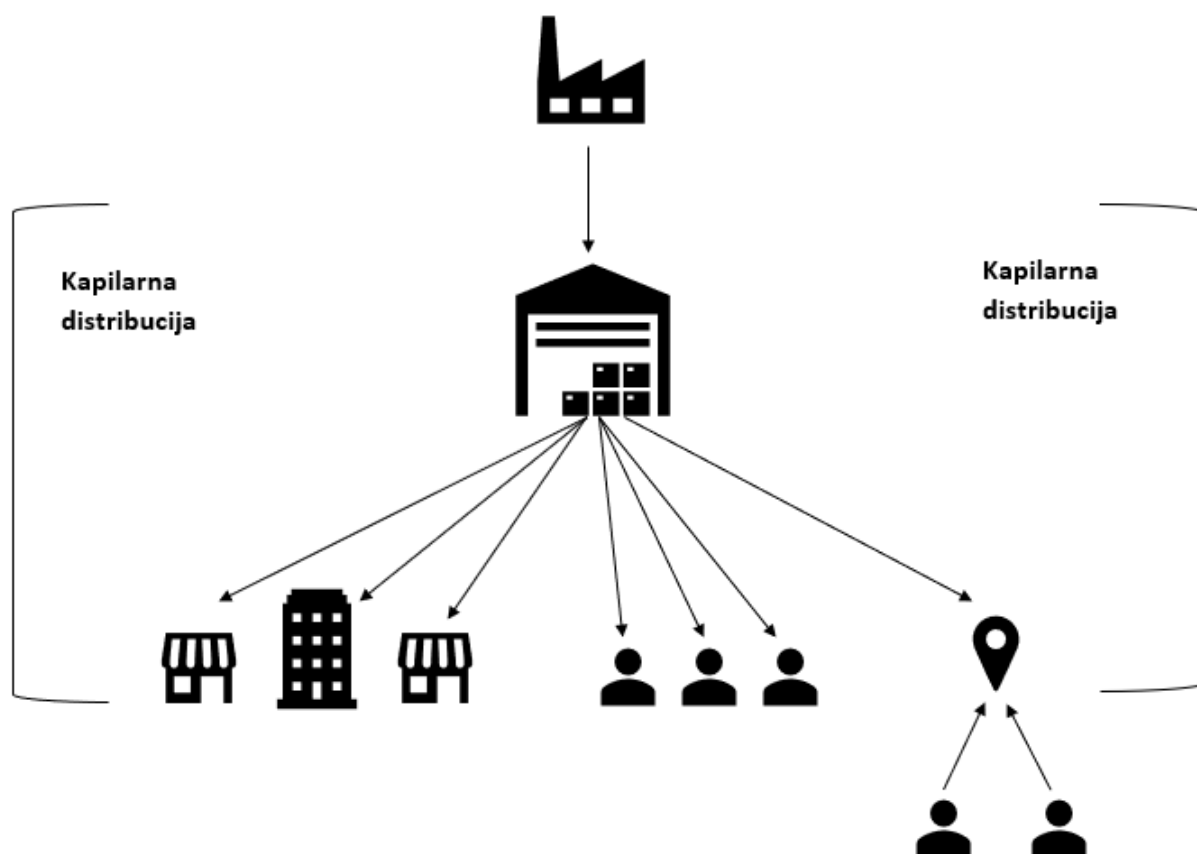
Pokazatelji kapilarne distribucije također bi trebali pratiti broj stajališta po vozilu. Ovo je važno za praćenje troškova goriva, ali također može aludirati na lošu praksu optimizacije rute. Drugim riječima, vozila s velikim brojem zaustavljanja treba ponovno procijeniti kako bi se poboljšali vozni redovi.⁶⁴

⁶⁴ Ibidem.

4. KAPILARNA DISTRIBUCIJA ROBE ŠIROKE POTROŠNJE

Kapilarna distribucija (engl. Last-mile delivery) novo je područje istraživanja s rastućim zanimanjem znanstvenika i praktičara, posebno tijekom posljednjih pet godina. Brzi rast uglavnom je potaknut sve većom urbanizacijom i rastom stanovništva, razvojem e-trgovine, promjenom ponašanja potrošača, inovacijama i sve većom pažnjom prema održivosti.

Postoje mnoge definicije kapilarne distribucije, no zajedničko je stajalište da se ona odnosi na posljednji dio lanca opskrbe, što se obično izvodi preko neke vrste centralne distribucije, od zadnjeg distribucijskog centra ili cross-docka, do željene točke odredišta primatelja koja može biti trgovine na malo, institucije, dostave do vrata kupca, „pick up“ odredištima na kojima potrošači preuzimaju pošiljke i sl. (Slika 5).



Slika 5. Primjer tokova kapilarne distribucije

Izvor: Izradio autor

Kapilarna distribucija često se opisuje kao jedan od najskupljih, neučinkovitih i zagađujućih dijelova opskrbnog lanca. Neke studije procjenjuju da kapilarna distribucija čini 13–75% ukupnih troškova lanca opskrbe, ovisno o raznim čimbenicima. Učinkovitost ovisi o više čimbenika, poput gustoće potrošača na određenom području i vremenskih okvira, zagušenja, fragmentacije isporuka, veličine pošiljke i homogenosti. Kapilarna distribucija uzrokuje razne vanjske učinke, posebno emisije stakleničkih plinova, zagađenje zraka, buku i zagušenja.⁶⁵

Kapilarnu distribuciju tereta uglavnom karakterizira uključenost mnogih aktera (npr. prijevoznici, dobavljač, distributeri itd.), kratke rute, vožnja malim brzinama, kratko vrijeme učinkovitosti vožnja, dugi zastoji u vozilima, intenzivan rad, ograničavanje prostora, ograničena prometna infrastruktura u usporedbi s velikom potražnjom za prijevozom, neučinkovitošću (faktor niskog opterećenja, prazan hod), velikom gustoćom populacije kao i velik utjecaj na okoliš. Nadalje, kapilarna distribucija za urbano područje, osim navedenih karakteristika, ovisi o lokalnim uvjetima i ograničenjima infrastrukture (npr. istovarni prostori) i trendovima poput povećanja potražnje za uslugama, složenosti i neučinkovitosti.⁶⁶

Na temelju usluge, tržište kapilarne distribucije podijeljeno je na B2B (buisness-to-buisness) i B2C (buisness-to-customer) modele isporuke. Neki autori ograničavaju kapilarnu distribuciju na B2C isporuke dok drugi smatraju da je kapilarna distribucija širi pojam i odnosi se na isporuke krajnjem korisniku, bilo da je taj korisnik poslovni subjekt ili privatna osoba. Unatoč činjenici da je kapilarna distribucija povezana s idejom krajnjeg privatnog korisnika, to se može vidjeti i u kontekstu B2B modela, gdje krajnji korisnik može biti poslovni korisnik.⁶⁷ U ovom radu fokus točka bit će B2B model poslovanja kod kojeg su krajnji kupci najčešće trgovine ili institucije (hoteli, bolnice i sl.)

⁶⁵ Olsson J., Hellström D., Pålsson H.: Framework of Last Mile Logistics Research: A systematic review of the literature, Lund University, Department of Design Sciences, Sweden, 2019.

⁶⁶ Bosona T.: Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review, Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, 2020

⁶⁷ de Araújo, Fernanda Alves, dos Reis, João Gilberto Mendes Bonette, Luiz Rodrigo, Using SNA to improve B2B Last-Mile in Industry Sector, NETLOG 2021, Brazil, 2021.

Očekuje se da će B2C segment dominirati tržištem kapilarne distribucije tijekom nadolazećeg razdoblja zbog ogromnog porasta e-trgovina. Na B2B tržištu, prijevoznici u kapilarnoj distribuciji suočavaju se s izazovima povezanih s razinom nepredvidljivosti u pogledu dostupnosti kupaca i tranzita, koja je eliminirana u B2C-u.⁶⁸ B2B kapilarna distribucija podliježe istim problemima kao i B2C model u vezi s vremenom isporuke, lokalnim vladinim intervencijama, složenom distribucijskom mrežom, ograničenja za vozila itd. U B2C modelu, potrošači očekuju isporuku istog ili sljedećeg dana. Očekivanja na B2B strani također rastu, a poslovni korisnici zahtijevaju isto prikladno iskustvo na koje su navikli kao i u ulozi potrošača. 55% ispitanika u izvješću Capgemini Research Institutea izjavilo je da bi se prebacilo na konkurentsku marku ako nudi bržu uslugu dostave. Međutim, složenost i troškovi B2B kapilarna distribucije i dalje otežavaju ispunjavanje zahtjeva za ubrzanom isporukom.⁶⁹

Na B2B strani, pošiljatelji se bave mnogo većim narudžbama i isporukama koje su konzistentnije tijekom duljeg razdoblja zbog ugovora s kupcima. Stoga B2B pošiljatelji moraju pomno nadzirati postupak isporuke kako bi očuvali željenu razinu kvalitete usluge. Međutim, malim i srednjim tvrtkama može biti teško učinkovito i isplativo pratiti svoje poslovanje i isporuke što može rezultirati nepovjerenjem i oštećenim odnosima.⁷⁰

Kao što je sama definicija kapilarne distribucije implicira, isporuka robe izvršava se centralno, što znači da se dostava robe od centralne lokacije do krajnjeg korisnika obavlja preko vlastitih logističko distributivnog centra na više razina, cross dock-a ili proširenjem kanala specijaliziranim distribucijskim poduzećima kao posrednicima u distribuciji robe proizvođača unutar opskrbnog lanca. Sukladno tome, za dostavu robe široke potrošnje (higijenske potrepštine, kućne potrepštine i sl.) koriste se kanali u kojima sudjeluje više posrednika te samim time imaju karakteristike dugih kanala.

⁶⁸ Statist rearsch :Last Mile Delivery Market: Information by Service (B2B, B2C, and C2C), Vehicle (Drones), Time (Regular and Same-Day), Topography (Rural, Low/High-Density), and Region — Forecast till 2029 ,<https://straitresearch.com/report/last-mile-delivery-market/>

⁶⁹ Ibidem.

⁷⁰ Ibidem.

Kapilarna distribucija je izrazito izazovno područje zato što se najčešće povezuje s dostavom u urbana središta gdje su negativni faktori, kao što se zagušenja, sigurnost i utjecaj na okoliš moraju balansirati s potražnjom korisnika za dostavom robe.⁷¹

Problemi s koji se javljaju pri optimizaciji procesa isporuke robe krajnjem korisniku, ponajviše u urbanim područjima mogu biti:

- povećanih troškova zbog češćih isporuka manjih narudžbi, čime se nerijetko smanjuje koeficijent iskorištenosti teretnog prostora prijevoznog sredstva;
- zagađenje okoliša i buka;
- stvaranje zagušenja u gradovima i gubitak vremena posebno tijekom vršnog opterećenja;
- potreba za održavanjem vremenskih okvira dostave neovisno o veličini pošiljaka čime se povećava zahtjevnost procesa,
- ograničenja pristupa u određenim gradskim područjima;
- provođenje određenih regulatornih mjera.

Kod provođenja kapilarne distribucije najčešće se koriste cestovne prometnice, čija se dostava može realizirati na više načina u ovisnosti o vrsti proizvoda poput: kombi vozilima, lakim dostavnim prijevoznim sredstvima, električnim i hibridnim vozilima i sl., od kojih se zahtijevaju dobre manevarske sposobnosti zbog otežanih pristupa gradskim zonama. Prilikom kapilarne distribucije proizvoda široke potrošnje, koristi se velik raspon cestovnih vozila zbog raznolikog asortimana i različitih potreba robe. Također cestovni prijevoz omogućuje dostavu do „vrata“ što je bitno za proizvode široke potrošnje pošto su to proizvodi koji se koriste svaki dan i imaju veliku učestalost kupnje.

⁷¹ From K.,Mangan K.: Eliminating Last-Mile Inefficiencies in the Trucking Industry, 2020.

5. STUDIJA SLUČAJA: DISTRIBUCIJA ROBE ŠIROKE POTROŠNJE NA PRIMJERU

5.1. Opis odabranog poduzeća za distribuciju robe široke potrošnje

Odabrana tvrtka sa sjedištem u Zagrebu među vodećim je distributerima robe široke potrošnje ne samo u Hrvatskoj već i u regiji. Zbog povjerljivosti podataka nije naveden naziv poduzeća (tvrtka). U asortimanu proizvoda nalazi se veliki izbor različitih marki iz kategorija prehrane, neprehrane, sportske opreme i tehnike. U Hrvatskoj se roba dostavlja partnerima na više od 18 000 prodajnih mjesta koja uključuju jednako velike supermarkete kao i kioske na otocima. Više od 30 godina iskustva doprinijelo je uspješnom razvoju partnerskih odnosa s brojim poznatim domaćim i inozemnim tvrtkama te dugogodišnjem povjerenju i partnerstvu.

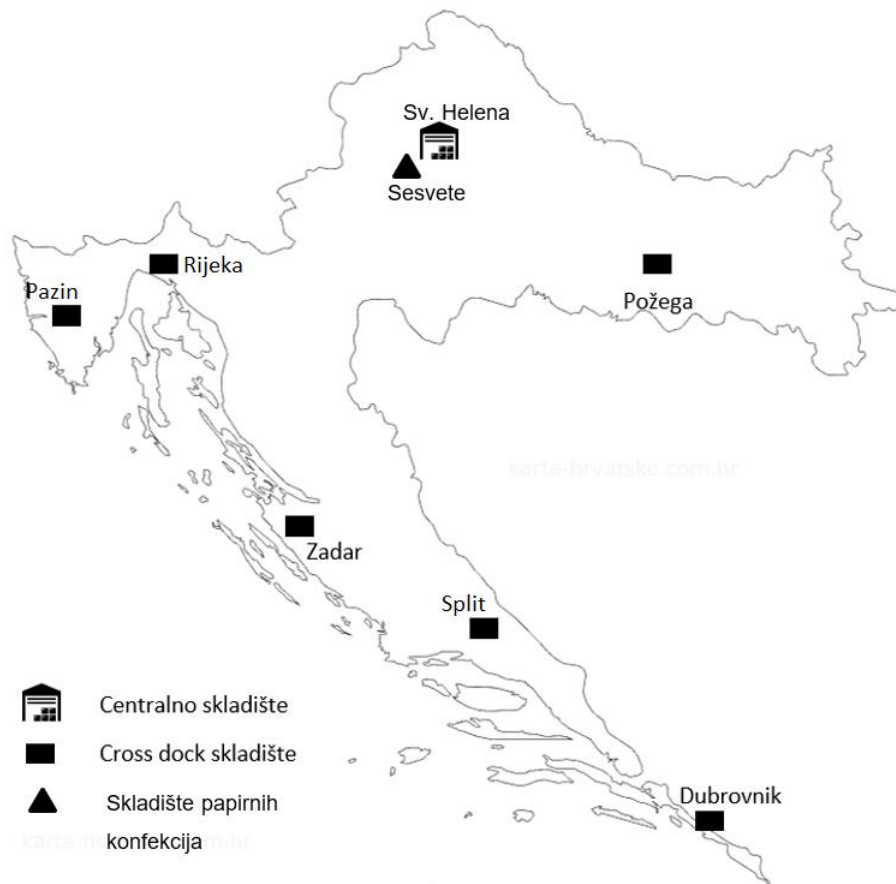
Važno pravilo je osiguranjem visoke razine kvalitete usluga koje se postiže konstantnim naporima unaprjeđenja usluge raznim edukacijama djelatnika, pružanjem individualnog pristupa partnerima te provođenjem naprednih logističkih rješenja.

Osim toga, da bi kvaliteta bila na zadovoljavajućoj razini, provedene su različite mjere u svrhu dobivanja velikog broja ISO certifikata.

5.2. Distribucijska mreža odabrane tvrtke na području Republike Hrvatske

Da bi odabrana tvrtka omogućila pravovremene isporuke, razvila je visokoučinkovitu distribucijsku mrežu koja osigurava da se svakodnevno opskrbe svi korisnici. Na slici 6. prikazana je distribucijska mreža odabrane tvrtke s pripadajućim centralnim skladištem i cross dock skladištima. Centralno skladište, koje je stacionirano u Sv. Heleni, predstavlja lokaciju na kojoj se nalazi cjelokupni asortiman kojim tvrtka raspolaže i s koje se opskrbljuju sva cross dock skladišta. Proizvodi se između centralnog i cross dock skladišta prevoze tegljačima, koji omogućuju prijevoz 33 paleta te do 24 tone robe u jednoj vožnji, no količina dopremljene robe ovisi o potrebama. Osim navedenih skladišta postoji i specijalizirano skladište papirnih konfekcija u Sesvetama koje ima vlastiti vozni park od oko 15 vozila. U slučaju da za

određeni dan postoji manjak vozila, broj vozila se nadopunjuje vozilima iz centralnog skladišta.



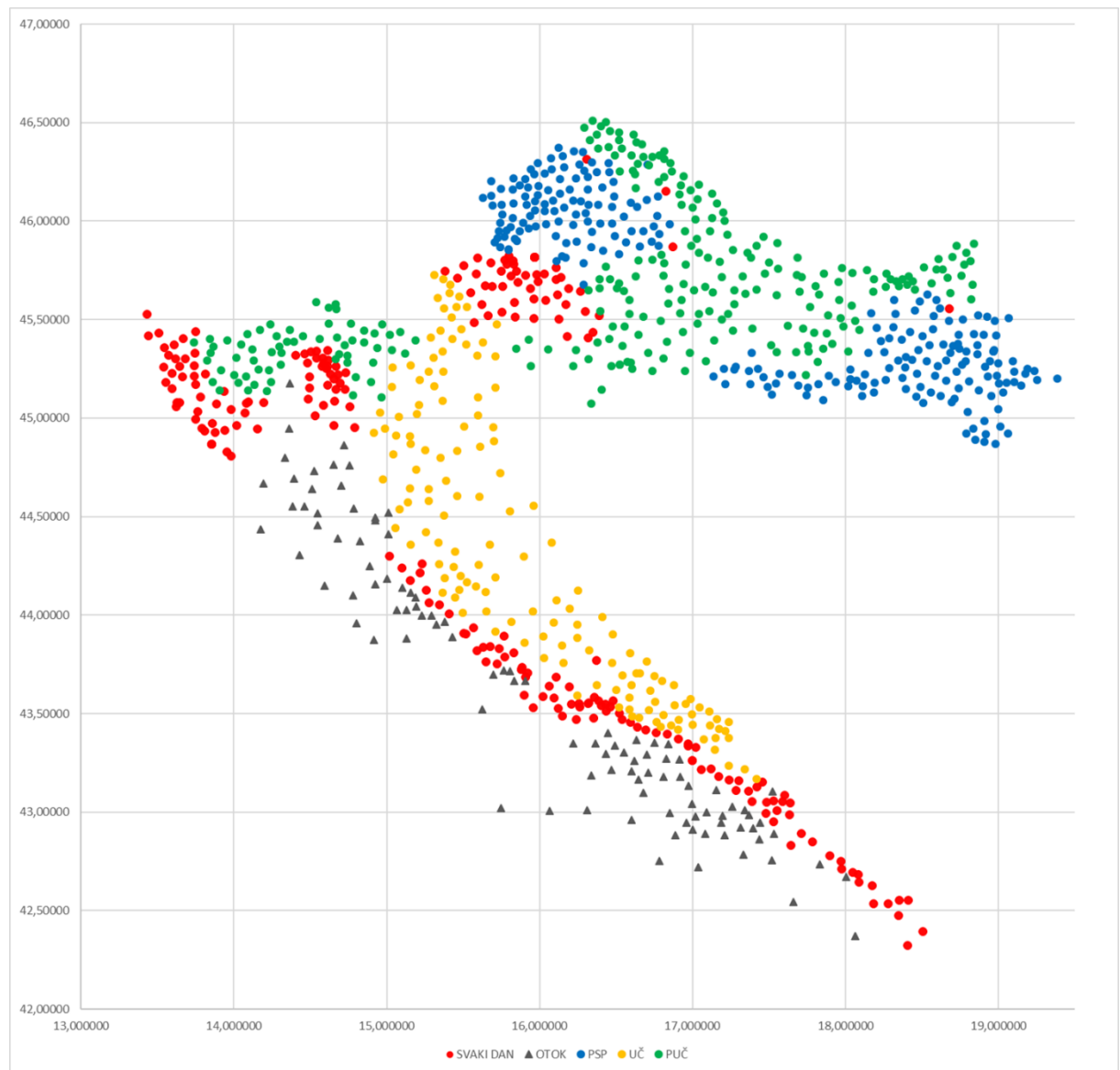
Slika 6. Distribucija mreža odabrane tvrtke

Izvor: Izradio autor prema podacima odabrane tvrtke

Da bi se ostvarila najveća moguća učinkovitost posluživanja svih prodajnih mjesta, uzimajući u obzir troškove dostave kao i potrebne količine, područje Hrvatske podijeljeno je u posebne zone.

Iako je najčešći pristup podijele nekog područja u zone prema gravitacijskom području određenih objekata u distribucijskoj mreži, odabrana tvrtka uvidjela je da takav način nije zadovoljavajući za njihove potrebe. Pošto je područje Hrvatske geografski, odnosno reljefno jako zahtjevno, podjela na gravitacijske zone nije bila primjenjiva. Problem se javlja kada se postavi pitanje, koliki radijus će pokrivati koji objekt distribucijske mreže. Način na koji je odabrana tvrtka rascjepkala područje Hrvatske u tom slučaju obavljeno je korištenjem poštanskih brojeva. Pošto svako mjesto ima svoj poštanski ured pa tako i broj, na karti su se unijele sve lokacije

poštanskih ureda s točnim koordinatama. Nakon toga se utvrdilo koliko često i u kojim količinama se dostavlja roba po mjestima. Uvidjela su se ponavljanja o potrebama pojedinih područja i učestalosti naručivanja. Na temelju utvrđenih podataka donesena je odluka o rasporedu dostave po određenim granicama, što je vidljivo na slici 7.



Slika 7. Podjela Hrvatske prema učestalosti dostave

Izvor: Odabrana tvrtka

Slika 7. prikazuje podjelu Hrvatske prema učestalosti dostave, tako da crvena boja predstavlja dostavu koja se obavlja svakodnevno, plava boja predstavlja dostavu koja se obavlja svaki drugi dan, odnosno ponedjeljkom, srijedom i petkom, žuta boja predstavlja dostavu koja se obavlja utorkom i četvrtkom i zelena boja kod koje se dostava robe obavlja ponedjeljkom, utorkom i četvrtkom.

Gledajući kartu vidljivo je da određena područja zahtijevaju češće dostave, pa tako područje Zagreba, Rijeke, dio obala Istre i veliki dio obale Dalmacije moraju biti opslužene svaki dan.

5.3. Kapilarna distribucija robe široke potrošnje odabrane tvrtke

U svrhu analize sustava kapilarne distribucije u urbano područje odabrane tvrtke, opisane su aktivnosti i procesi koji se vrše kako bi se omogućila dostava robe do krajnjih korisnika. Kao što je ranije navedeno, kapilarnom distribucijom smatra se zadnja etapa distribucije, kojom se roba dostavlja do krajnjeg korisnika od najčešće nekog oblika skladišta.

Model poslovanja je B2B (engl. buissness to buissness), što znači da se opslužuju samo poslovni korisnici kao što je maloprodaja, veleprodaja, institucije i slično, odnosno ne dostavlja se roba na kućnu adresu.

Da bi se ostvarila kapilarna distribucija potrebno je provesti aktivnosti zaprimanja naloga za prijevoz, izrada plana prijevoza i skladišnog plana, komisioniranja, pakiranja, ukrcaja robe i sam prijevoz.

5.3.1. Zaprimanje naloga za prijevoz

Naloga zaprima isključivo centralno skladište u Sv. Heleni za područje cijele Hrvatske. Nalozi za prijevoz mogu se zaprimiti putem sučelja s naručiteljem, putem internet obrasca ili e-mala nakon čega oni postaju vidljivi u poslovno-informacijskom sustavu Diglas, koji je proizvela hrvatska tvrtka Microlab. Ovaj sustav omogućava uvid u dobivene naloge za prijevoz, traženu količinu određenih proizvoda, ime naručitelja, lokaciju naručitelja, lokaciju dostavnog mjesta, datum, raspoloživost proizvoda u skladištu i drugo.

Nakon zaprimanja naloga za prijevoz, pošiljka mora biti u roku 48 sati isporučena, ako je narudžba obavljena do 14:00 sati. Razlog tomu je što se na dan naručivanja

(D=0) izrađuje plan prijevoza i skladišni plan, idući dan se obavlja obrada u skladištu (D+1), te je zadnji dan namijenjen za isporuku (D+2).

Broj naloga za prijevoz jednog kupca varira, ovisno o različitim vrstama proizvoda koji su zatraženi. Trgovine zbog jednostavnosti, a ujedno i očuvanja kvalitete proizvoda, tj. sprječavanja unakrsne kontaminacije šalju naloge za prijevoz za svaku grupu proizvoda. Primjer je slučaj kada se naručuju prehrambeni i neprehrambeni proizvodi kao što su grickalice i šamponi kod kojih nije poželjno da se nalaze u istim kutijama. Iako bi organizacija prijevoza bila jednostavnija kada bi jedan naručitelj slao jedan nalog za prijevoz, čime bi se smanjio i broj dokumenata, utovar i provjera ispravnosti dostave bila bi znatno kompliciranija te zasigurno produžila trajanje tih aktivnosti.

5.3.2. Izrada plana prijevoza i skladišnog plana

Vozni park odabrane tvrtke sastoji se od ukupno 110 vlastitih vozila, od čega 10 čine tegljači, 10 veliki kamioni, 70 mali i srednji kamioni te 20 kombi vozila. Osim vlastitih vozila odabrana tvrtka raspolaže i s oko 20% vozila koja se angažiraju od višegodišnjih partnera (Tablica 2.).

Tablica 2. Sastav voznog parka

Vrsta vozila	Količina
Tegljači	10
Veliki kamioni	10
Srednji i mali kamioni	70
Kombi vozila	20
Outsourcing	30
Ukupno	138

Izvor: Izradio autor prema podacima odabrane tvrtke

Plan prijevoza obavlja se korištenjem Mireo CAD sustava. Mireo CAD je sustav za računalno određivanje ruta distribucije proizvoda koji je realiziran u uspješnoj suradnji s Fakultetom prometnih znanosti i tvrtkom Mireo d.d. iz Medulina, te je financiran iz Europskog fonda. Mireo CAD sustav uspješno rješava problem grupiranja

naloga i resursa s ciljem izvršavanja dostava u dogovorenim rokovima uz minimalni trošak. Mireo CAD omogućuje jednostavnu integraciju sa sustavom koji tvrtka koristi za obradu narudžbi, što u ovom slučaju predstavlja Diglas. Kao i slučaju s nalozima, plan prijevoza se iz centralnog skladišta obavlja za područje cijele Hrvatske.

Nakon što se prenesu svi nalozi tog dana, unose se ostali parametri koji utječu na izračun najoptimalnije rute. Parametri koje se unose mogu biti raznorodnog tipa kao što su:

- lokacija kupca,
- zahtijevani vremenski okvir dostave,
- karakteristike narudžbe (masa, volumen, vrsta robe, ...),
- karakteristike voznog parka (broj i vrsta vozila, radno vrijeme vozača, područje dostave) i sl.

Sljedeći korak je pokretanje sustava kojim se dobiva više mogućih rješenja plana prijevoza za područje cijele Hrvatske. Odabire se onaj koji je po zahtjevima najadekvatniji. Primjer dobivenih ruta nalazi se na slici 8. Iz slike je vidljivo da postoje dvije nerutirane vožnje. U tom slučaju dispečer ručno slaže rutu. Dispečer također prolazi kroz sve rute i utvrđuje nedostatke i moguća poboljšanja kojima bi ruta u konačnici bila optimalna.

The screenshot displays the Mireo CAD software interface. On the left, a map shows the region around the Adriatic Sea, with various cities and delivery points marked. The main panel on the right is titled 'Dostava' and shows a list of routes for 'MIREO SKL SV_HELENA'. Below the map, there is a table with columns for 'Ruta', 'ID', 'Opis', 'Popunj', 'Udaljenost', 'Trajanje', 'Vožnja', and 'Posluživan'. The table lists several routes with their respective vehicle types and distances. On the far right, a detailed view of a specific route shows the vehicle type, distance, and delivery status, including a list of delivery events with timestamps and vehicle changes.

Ruta	ID	Opis	Popunj	Udaljenost	Trajanje	Vožnja	Posluživan
12▶	ZG8876FJ	Citroen Jumper	■■■■	394.91km	8:34	5:54	2:39
14▶	PŽ173DL	Peugeot Boxer	■■■■	369.48km	8:51	6:00	2:51
18▶	PŽ711CN	Mercedes	■■■■	325.28km	8:52	5:48	3:04
18▶	PŽ334DP	Iveco Eurocargo	■■■■	287.98km	8:34	5:10	3:23
20▶	PŽ374DP	Peugeot Boxer	■■■■	287.89km	8:45	4:03	4:42
15▶	ZG4489GH	SANCTO PROMET D.O.O.	■■■■	276.15km	8:59	5:48	3:10
18▶	ZG1941HH	Iveco	■■■■	261.34km	8:58	4:40	4:17

Slika 8. Primjer rutiranja vozila putem Mireo sustava

Izvor: Odabrana tvrtka

Sukladno izrađenom planu prijevoza izrađuje se i skladišni plan. Skladišni plan izrađuje se ručno te ga izrađuju voditelji određenih odjela. Ovim planom određuju se dužnosti skladišnih radnika za izrađeni plan prijevoza.

5.3.3. Komisioniranje, pakiranje i ukrcaj robe na dostavu

Nakon što se izradi plan prijevoza i skladišni plan organizira se redoslijed izuzimanja robe, odnosno komisioniranja, pri čemu se ujedno određuju i prioriteti za izuzimanje robe iz skladišta kao i izrada potrebne dokumentacije.

Skladišni radnici koriste i HHT uređaje (engl. Hand-held terminal) na kojima je vidljiva lokacija, količina i ID skladišne jedinice koja se komisionira. Ovisno o količini tražene robe, skladišni radnik može izuzeti :

- redove kutija na paleti,
- kutiju s artiklom ili
- unutarnja pakiranja kutije.

Jedna lista za prikupljanje je izrađena za jednog naručitelja pa nakon što se prikupe traženi artikli i zapakiraju u kutije, odnose se na zadano paletno mjesto na utovarnoj rampi. Sustav također omogućuje simultano komisioniranje više narudžbi od različitih naručitelja što je preferirani način rada kod narudžbi volumena manjeg od 0,2 m³. Nakon što je komisioniranje završeno potrebno je označiti sve komisionirane kutije radi lakšeg prikupljanja u sljedećoj aktivnosti, odnosno prilikom pakiranja. Kutije se označavaju naljepnicama koje se dobiju printanjem na način da se preko HHT terminala, koji je povezan s printerom, ispiše potreban broj naljepnica koje ovisne o broju kutija. Printer printa naljepnice u obliku razlomaka, $1/n$, $2/n$, ..., n/n te one sadrže uz osnovne podatke o narudžbi i šifru kontejnera za serijsku dostavu (SSCC, engl. Serial Shipping Container Code) odnosno 18-znamenkasti broj koji se koristi za identifikaciju logističkih jedinica kod pošiljke odnosno pakiranja.

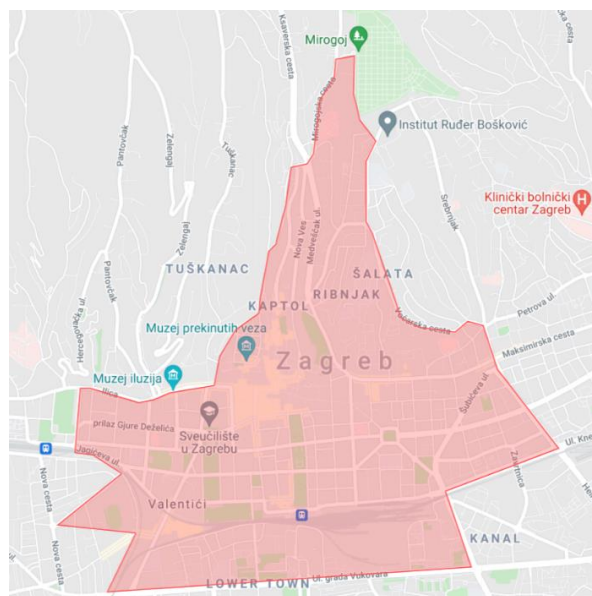
Sljedeći korak je pakiranje odnosno priprema za utovar u kojem skladišni radnik pomoću viličara i palete prikuplja s različitih paletnih mjesta komisionirane narudžbe i

ostavlja ih na za to namijenjenom paletnom mjestu na otpremnoj rampi spremne za ukrcaj u vozilo. Ukrcaj robe se obavlja i provjerava na temelju naloga za utovar.

5.4. Proces dostave u urbano područje grada Zagreba

Grad Zagreb regulira dostavu u središnji dio grada kao i u pješačke zone na temelju donesene uredbe o uvjetima prometovanja vozila u središnjem dijelu grada Zagreba. Ovom uredbom se određuje područje središnjeg dijela grada Zagreba, pješačke zone, prometovanja vozila te uvjeti za izdavanje i rok važenja dozvole za prometovanje vozila.

Navedenom naredbom zabranjeno je prometovanje središnjim dijelom grada (Slika 9) vozilima opskrbe kojima najveća dopuštena masa prelazi 12 tona. Iznimno, vozila opskrbe mogu prometovati u središnjem dijelu grada Zagreba na temelju dozvole za prometovanje vozila koju na zahtjev izdaje gradsko upravno tijelo nadležno za promet.⁷²

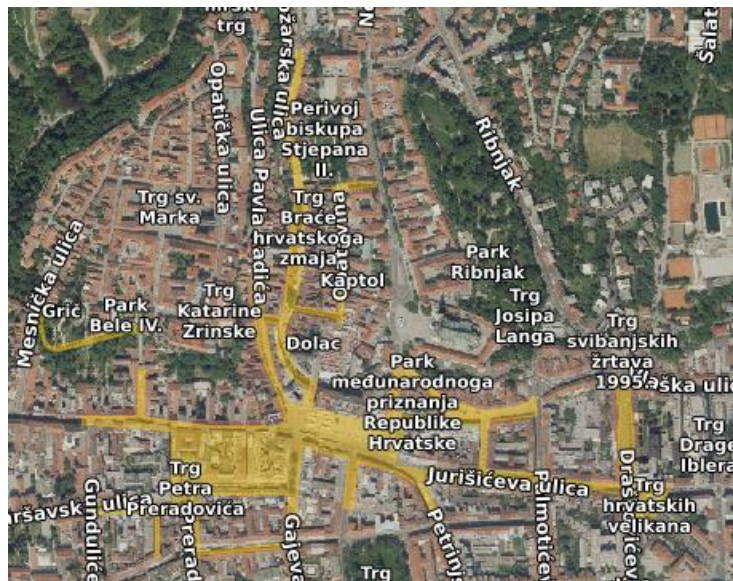


Slika 9. Središnji dio grada Zagreba

Izvor: Izradio autor prema, Naredba o uvjetima prometovanja vozila u središnjem dijelu Grada Zagreba, <http://www1.zagreb.hr/slglasnik/index.html#/akt?godina=2019&broj=120&akt=E4161DF878DDD618C12584110021C988>

⁷² Naredba o uvjetima prometovanja vozila u središnjem dijelu Grada Zagreba, Preuzeto sa: <http://www1.zagreb.hr/slglasnik/index.html#/akt?godina=2019&broj=120&akt=E4161DF878DDD618C12584110021C988>

Nadalje, vozilima opskrbe dopušteno je ograničeno prometovanje u pješačkim zonama (Slika 10.).



Slika 10. Pješačke zone grada Zagreba

Izvor: ZG Geo portal, <https://geoportal.zagreb.hr/karta>

Za vrijeme prometovanja vozila opskrbe u pješačkoj zoni, dozvola odnosno preslika dozvole za prometovanje vozila mora se nalaziti u vozilu. Fizičke osobe, obrtnici i pravne osobe koje obavljaju opskrbu dužne su uz dozvolu za prometovanje vozila priložiti preslike prometnih dozvola za svako vozilo kojim će obavljati opskrbu te dokaz o pravnom temelju za korištenje vozila (ugovor o leasingu ili ugovor o najmu) kao i prijevoznčki dokument (dostavnica, otpremnica, teretni list ili slično) s istaknutom adresom na koju se obavlja dostava.⁷³

Dozvola za prometovanje vozila fizičkih osoba, obrtnika i pravnih osoba koja obavljaju opskrbu, izdaje se na rok od 1 godine (godišnja dozvola) ili na rok do 30 dana (privremena dozvola). Visina naknade za prometovanje vozila opskrbe u pješačkoj zoni za fizičke osobe, obrtnike i pravne osobe prikazana je u tablici 3.⁷⁴

⁷³ Ibidem.

⁷⁴ Ibidem.

Tablica 3. Visina naknade po vozilu opskrbe

Vrijeme opskrbe	Najveća dopuštena masa	Visina naknade /vozilo opskrbe		
		Dnevna	Mjesečna	Godišnja
00:00 – 24:00	≤3,5 t	6,00 kn/t najveće dopuštene mase vozila	100,00 kn	1200,00 kn
	>3,5 t	6,00 kn/t najveće dopuštene mase vozila	1000,00 kn	12000,00 kn

Izvor: Izradio autor prema, Naredba o uvjetima prometovanja vozila u središnjem dijelu Grada Zagreba, <http://www1.zagreb.hr/slglasnik/index.html#/akt?godina=2019&broj=120&akt=E4161DF878DDD618C12584110021C988>

Odabrana tvrtka plaća godišnje naknade za pet svojih vozila kako bi imale mogućnost pristupa središnjem dijelu grada kao i njegovim pješačkim zonama.





Organizacija kapilarne distribucije u urbano područje odabrane tvrtke po svim aktivnostima, osim samog prijevoza, identična je organizaciji u ostala područja. Pošto se plan prijevoza i skladišni plan obavlja u centralnom skladištu, koristeći računalni sustav, za cijelu Hrvatsku pa tako i sam grad Zagreb, nema nekih specifičnosti, osim unosa parametara koji utječu na izračun ruta. Najčešće se ti parametri odnose na zahtijevane vremenske okvire te dopuštenja mase vezana uz vozila kao i ostala ograničenja za urbano područje.

Djelatnik službe transporta na raspolaganju ima unos oko 90 prijevoznih sredstava koja omogućuju dostavu u grad, a u ovom slučaju to su odgovarajuća kombi vozila, mali i srednji kamioni. Iako odabrana tvrtka ima na raspolaganju velik broj vozila kojima se može ostvariti dostava u grad Zagreb, ne koriste se konstantno ista vozila, osim u slučaju s vozilima koja imaju personalizirane dozvole za ulazak u uži centar grada. Razloga tomu je što se teži ostvarenju približno jednakih prosječno prijeđenih kilometara na različitim vozilima radi njihova optimalnog iskorištenja. Osim toga, uzima se u obzir da dostava u grad Zagreb nije najjednostavnija za vozače te je potrebna njihova rotacija kako bi učinak ostao na visokoj razini. Ako se kao područje dostave promatra sam središnji dio kao i njegove pješačke zone, na raspolaganju su pet vozila i pet vozača koja se ne mijenjaju. Od vozila to su dva kombi vozila i tri mala kamiona.

Kombi vozila koja se nalaze u voznom parku su marke Peugeot, Citroën i Mercedes Sprinter. Od malih i srednjih kamiona koristi se Mitsubishi Fuso Canter. U

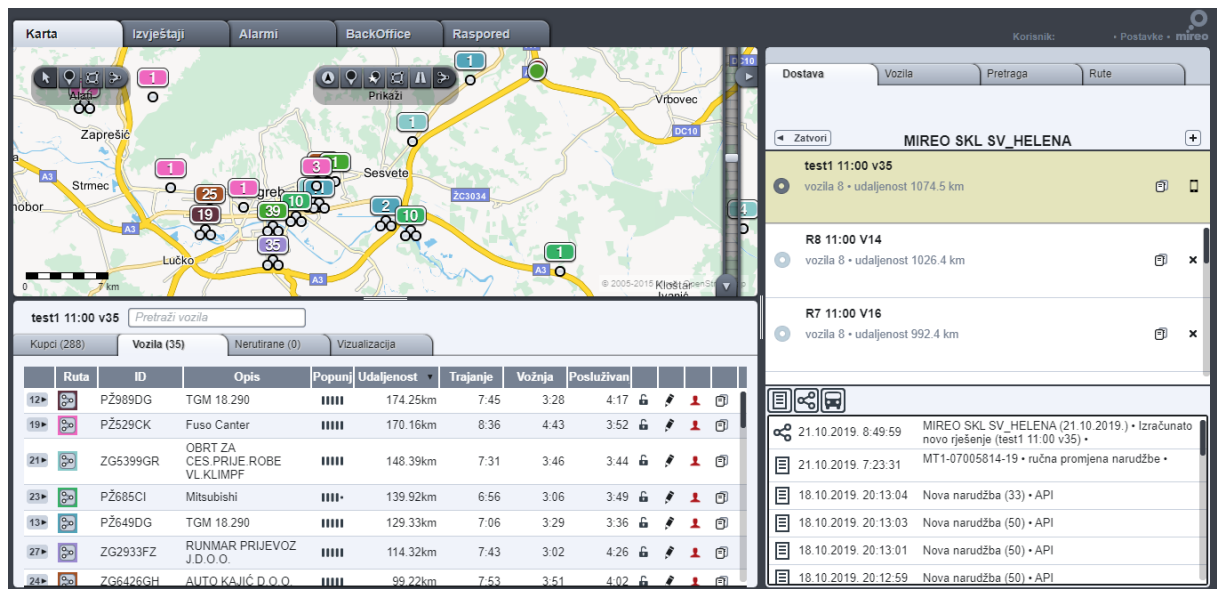
tablici 4. prikazana su dostavna vozila za urbano područje kao i njihove karakteristike koje imaju utjecaj na organizaciju prijevoza.

Tablica 4. Dostavna vozila za urbano područje

<p>Mitsubishi Fuso Canter</p>		<p>Ukupna dopuštena masa:</p>	<p>7,5 t</p>
		<p>Potrošnja goriva:</p>	<p>16,5 l /100 km</p>
		<p>Unutarnje dimenzije (dxšxv mm):</p>	<p>6650x2480x2420</p>
		<p>Korisna zapremnina:</p>	<p>20 m³, 8 paletnih mjesta</p>
<p>Peugeot Boxer</p>		<p>Ukupna dopuštena masa:</p>	<p>3,5 t</p>
		<p>Potrošnja goriva:</p>	<p>10,5 l / 100 km</p>
		<p>Unutarnje dimenzije (dxšxv mm):</p>	<p>3120x1870x1662</p>
		<p>Korisna zapremnina:</p>	<p>15 m³, 5 paletnih mjesta</p>
<p>Citroën Jumper</p>		<p>Ukupna dopuštena masa:</p>	<p>3,5 t</p>
		<p>Potrošnja goriva:</p>	<p>10,5 l / 100 km</p>
		<p>Unutarnje dimenzije (dxšxv mm):</p>	<p>3120x1870x1662</p>
		<p>Korisna zapremnina:</p>	<p>15 m³, 5 paletnih mjesta</p>
<p>Mercedes Sprinter</p>		<p>Ukupna dopuštena masa:</p>	<p>3,5 t</p>
		<p>Potrošnja goriva:</p>	<p>10,5 l / 100 km</p>
		<p>Unutarnje dimenzije (dxšxv mm):</p>	<p>4307x1774x2009</p>
		<p>Korisna zapremnina:</p>	<p>15 m³, 5 paletnih mjesta</p>

Izvor: Izradio autor prema podacima odabrane tvrtke

Sustav za računalno određivanje ruta prijevoza samostalno izvršava planiranje i optimizaciju prijevoza na temelju prethodno unesenim podacima o raspoloživom voznom parku za urbano područje, kupcima odnosno dostavnim mjestima, ograničenjima i podacima o narudžbi. Primjer izračunatih ruta za područje Zagreba prikazano je na slici 11. Nakon što je sustav za računalno određivanje ruta prijevoza izvršio planiranje prijevoza, djelatnik službe prijevoza koji nadzire planiranje, iskustveno prepravljajući odnosno izmjenjuje i doraduje plan koji je predložio sustav. Razlog tomu jest maksimalna optimizacija rute dostave. Iako sustav za računalno određivanje ruta prijevoz izrađuje veoma točne podatke za plan prijevoza na temelju dobivenih podataka o dostavnim mjestima, ne daje 100% točne i detaljne podatke o planu prijevoza. Razlog tomu je što i dalje računalna tehnologija ne može u potpunosti zamijeniti čovjeka koji iskustveno zna kako riješiti određene prepreke u realnom vremenu i u ovisnosti o stanju na terenu.



Slika 11. Primjer ruta za područje grada Zagreba i okolice

Izvor: Odabrana tvrtka

Za izradu skladišnog plana zadužen je djelatnik odjela logistike koji određuje dužnosti skladišnih radnika i prioritete izuzimanja. Aktivnosti komisioniranja, pakiranja i ukrcaja također nemaju znatnih razlika između dostave u grad i ostala područja. Skladišni plan ne daje prioritet slaganja urbanom području već se slaže sukladno rokovima isporuke.

Nakon što je roba ukrcana u vozilo, ono kreće na dostavu. Primjer plana prijevoza jedne rute kapilarne distribucije za područje grada Zagreba prikazano je na slici 12.

Prijevoznica								
Stavka	Odredište							
Broj*	Ptt*	Grad*	Adresa*	Datum*	Paleta*	Kutija*	Težina*	Volumen*
1	10000	ZAGREB	BUKOVAČKA 225	16.08.2021	0,00	1,00	5,65	0,02
2	10000	ZAGREB	BUKOVAČKA 225	16.08.2021	0,00	7,00	50,94	0,09
3	10000	ZAGREB	VLAŠKA 76	16.08.2021	0,00	8,00	87,35	0,16
4	10000	ZAGREB	VLAŠKA 76	16.08.2021	1,00	0,00	135,31	0,62
5	10000	ZAGREB	JURJA ŽERJAVIČA 2	16.08.2021	0,07	1,00	9,00	0,09
6	10000	ZAGREB	ILICA 5	16.08.2021	0,00	1,00	0,77	0,00
7	10000	ZAGREB	ILICA 5	16.08.2021	0,00	3,00	32,59	0,06
8	10000	ZAGREB	PRIMORSKA 3	16.08.2021	0,00	1,00	1,43	0,01
9	10000	ZAGREB	PRIMORSKA 3	16.08.2021	0,00	1,00	2,79	0,02
10	10000	ZAGREB	TRG HRVATSKIH VELIKANA 2	16.08.2021	0,00	1,00	2,11	0,00
11	10000	ZAGREB	KVATERNIKOV TRG	16.08.2021	0,00	3,00	17,51	0,10
12	10000	ZAGREB	KVATERNIKOV TRG	16.08.2021	0,00	1,00	5,33	0,03
13	10000	ZAGREB	DOMJANIČEVA 21	16.08.2021	1,00	0,00	92,35	0,25
14	10000	ZAGREB	HEINZELOVA 68	16.08.2021	0,00	1,00	3,16	0,02
15	10000	ZAGREB	ZVONIMIROVA 26	16.08.2021	0,00	3,00	35,97	0,06
16	10000	ZAGREB	ZVONIMIROVA 26	16.08.2021	0,00	21,00	108,98	0,30
17	10000	ZAGREB	SUPILOVA 7	13.08.2021	0,00	2,00	5,23	0,01
18	10000	ZAGREB	MIRAMARSKA 25	11.08.2021	0,00	2,00	1,63	0,02
19	10000	ZAGREB	ULICA GRADA VUKOVARA 78	16.08.2021	0,00	1,00	2,19	0,01
20	10000	ZAGREB	1.PILE 33	16.08.2021	0,00	9,00	82,49	0,23
21	10000	ZAGREB	LASTOVSKA 2A, SAVICA (TRŽNICA)	16.08.2021	0,00	10,00	43,57	0,10
22	10000	ZAGREB	AV. M. DRŽIČA 100	16.08.2021	0,00	11,00	74,37	0,13
23	10000	ZAGREB	Capraška 1	16.08.2021	0,00	1,00	2,00	0,00
24	10000	ZAGREB	Capraška 1	16.08.2021	0,00	1,00	0,24	0,00
25	10000	ZAGREB	Capraška 1	16.08.2021	0,00	1,00	4,88	0,01
26	10000	ZAGREB	Capraška 1	16.08.2021	0,00	1,00	0,91	0,00
27	10000	ZAGREB	MAJSTORSKA 1C, CMP SAVICA ŠANCI	16.08.2021	0,13	0,00	10,00	0,18
28	10000	ZAGREB	MAJSTORSKA 1C, CMP SAVICA ŠANCI	13.08.2021	0,00	0,00	0,00	0,00
29	10000	ZAGREB	Radnička cesta 173	13.08.2021	0,00	5,00	16,67	0,18
30	10000	ZAGREB	MARIJANA ČAVIČA 8	16.08.2021	0,00	3,00	20,27	0,05
31	10000	ZAGREB	SLAVONSKA AVENIJA 22	12.08.2021	0,00	2,00	4,79	0,01
32	10000	ZAGREB	SLAVONSKA AVENIJA BB VELETRŽNICA	13.08.2021	0,00	1,00	1,42	0,00
33	10000	ZAGREB	SLAVONSKA AVENIJA BB VELETRŽNICA	13.08.2021	0,00	3,00	4,04	0,03
34	10040	ZAGREB	SLAVONSKA AVENIJA BB	13.08.2021	0,00	1,00	1,24	0,00
35	10000	ZAGREB	MIJE HALEUŠA BB,RESNIK	16.08.2021	0,00	1,00	2,69	0,00
36	10000	ZAGREB	MIJE HALEUŠA BB	16.08.2021	0,40	0,00	45,00	0,54

Slika 12. Primjer plana prijevoza rute u urbano područje grada Zagreba

Izvor: Odabrana tvrtka

Jedna ruta čini jednu prijevoznicu. Prijevoznica ili teretni list je dokument o prijevozu robe na kojem prijevoznik bilježi sve bitne podatke o robi koju prevozi (adrese primatelja, težina robe, datum i mjesto dostave i slično). U navedenom slučaju vidljivo je da se ponavljaju adrese primatelja. Razlog tomu je, kao što je ranije objašnjeno, što trgovine šalju više naloga ovisno o vrsti robe. Tako posebno šalju naloge za prehrambene i neprehrambene proizvode i slično.

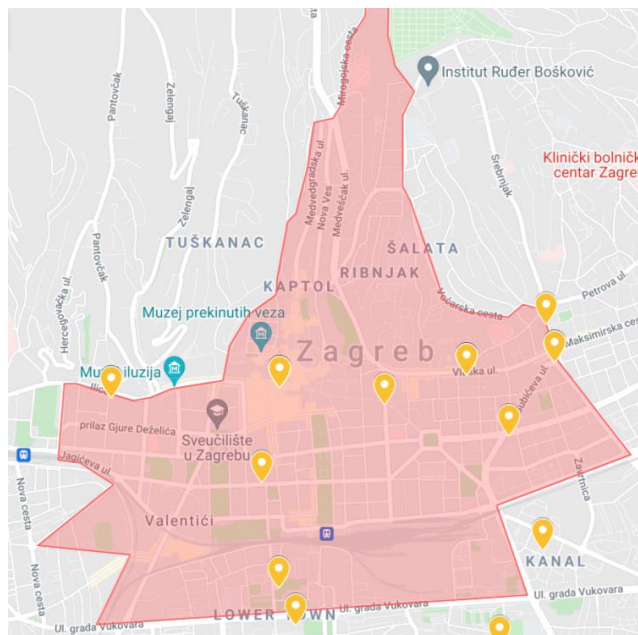
Ruta počinje od centralnog skladišta u Sv. Heleni i sadrži 24 dostavnih mjesta, s time da određeno dostavno mjesto može imati više naloga za prijevoz. Na slici 13. prikazane su lokacije dostavnih mjesta kao i lokacija centralnog skladišta.



Slika 13. Prikaz dostavnih lokacija

Izvor: Izradio autor prema podacima odabrane tvrtke

Na slici 14. prikazana su dostavna mjesta koja se nalaze unutar središnjeg dijela grada. Od 9 dostavnih mjesta, jedno se nalazi u pješačkoj zoni u blizini Trga bana Josipa Jelačića.



Slika 14. Dostavne lokacije unutar središnjeg dijela grada Zagreba

Izvor: Izradio autor prema podacima odabrane tvrtke

Često se prilikom dostave robe u središnji dio grada i pješačke zone javlja problem ne postojanja adekvatnog parkinga za dostavna vozila što prisiljava vozače da se nepropisno parkiraju. U nekim slučajevima u prijevoznom sredstvu nalazi se dupla posada. Razlog tomu je što dostavna vozila nisu uvijek u mogućnosti pristupiti mjestu za iskrcaj pa uz vozača putuje još jedan djelatnik koji pomoću rudla, transportnih ili mrežastih kolica dostavlja robu. Tijekom tog vremena vozač posjećuje druge dostavne lokacije, kruži gradom ili čeka na parkingu do povratka djelatnika. Ovakvo poslovanje stvara dodatne troškove, međutim nije nađeno drugo zadovoljavajuće rješenje koje bi riješilo taj problem.

Osim toga, trgovački centri zaprimaju robu u periodima od 07-09 sati ujutro, što znači da se moraju postaviti kao prioritet za dostavu, iako to često nije optimalno. Trgovački centri su jako striktni oko vremena dostave i nisu spremni na kompromise i prilagodbe distributerima.

5.5. Praćenje kvalitete dostavnog procesa

Kvaliteta usluge iznimno je bitan segment u bilo kojem dijelu opskrbnog lanca pa tako i prilikom dostave.

Način na koji odabrana tvrtka prati kvalitetu izvršenja dostavnog procesa je korištenjem Mireo fleet sustava i praćenjem odgovarajućih ključnih izvedbenih pokazatelja.

5.5.1. Mireo fleet

Mireo fleet je sustav za daljinski nadzor i upravljanje voznim parkom. On omogućuje pristup povijesnim podacima kao i precizno praćenje vozila u realnom vremenu povezivanjem s GPS sustavom koji se nalazi u vozilu. Pruža uvid o podacima kao što su:⁷⁵

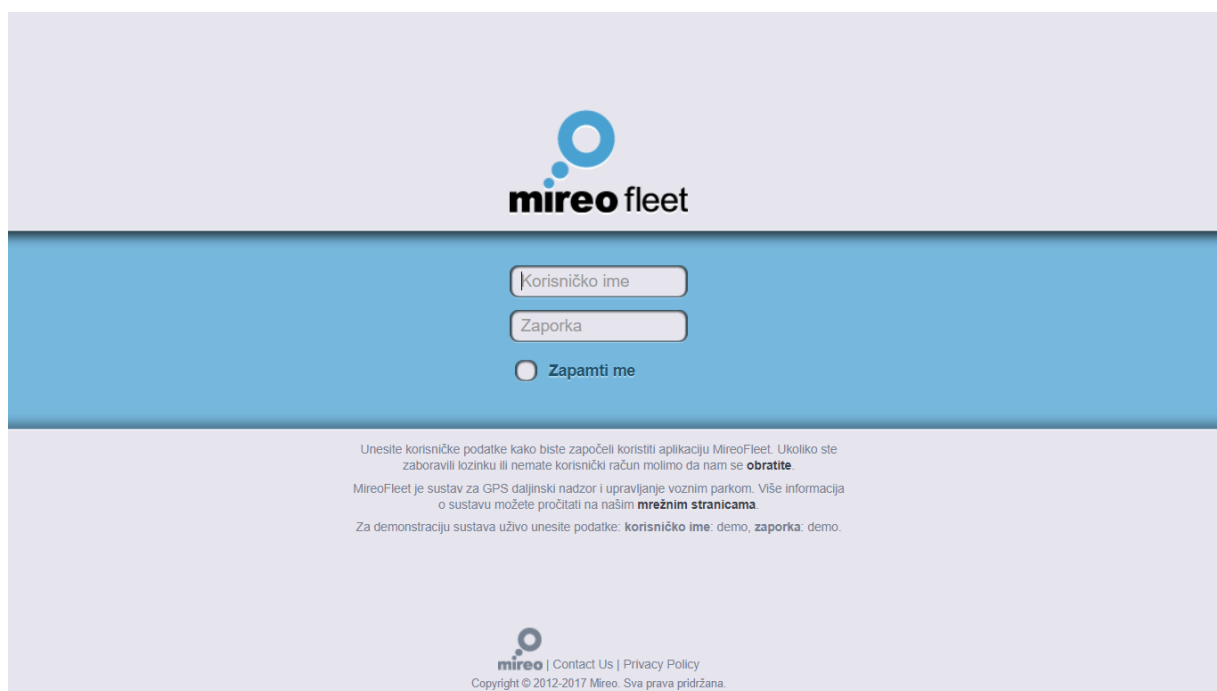
- lokacija vozila u svakom trenutku;
- odstupanja od planiranih ruta;

⁷⁵ Mireo: Preuzeto sa: <https://www.mireo.hr/mireofleet>

- zadržavanje vozila na određenoj lokaciji;
- brzina kretanja vozila u odnosu na ograničenja i slično.

Korištenjem Mireo fleet sustava postiže se unaprjeđenje poslovanja, poboljšanje upravljanja radnom snagom na terenu, smanjenje troškova goriva i troškova povezanih s korištenjem vozila izvan radnog vremena.⁷⁶

Mireo fleet zapravo je internetsko sučelje na koje se korisnik prijavljuje korisničkim imenom i zaporkom (slika 14).



mireo fleet

Korisničko ime

Zaporka

Zapamti me

Unesite korisničke podatke kako biste započeli koristiti aplikaciju MireoFleet. Ukoliko ste zaboravili lozinku ili nemate korisnički račun molimo da nam se **obratite**.

MireoFleet je sustav za GPS daljinski nadzor i upravljanje voznim parkom. Više informacija o sustavu možete pročitati na našim **mrežnim stranicama**.

Za demonstraciju sustava uživo unesite podatke: **korisničko ime:** demo, **zaporka:** demo.

mireo | Contact Us | Privacy Policy
Copyright © 2012-2017 Mireo. Sva prava pridržana.

Slika 15. Sučelje za prijavu Mireo fleet sustava

Izvor: Mireo: <https://www.mireo.hr/mireofleet>

Praćenjem navedenih podataka može se dobiti uvid u nedostatke i područja koja se mogu poboljšati. Navedeni podaci se kasnije koriste i za izračune ključnih izvedbenih pokazatelja.

Kao što je navedeno, osim praćenja vozila u realnom vremenu mogu se izvući i razni povijesni podaci u obliku izvještaja. Iz izvještaja se mogu izvući podaci o vozilima,

⁷⁶ Ibidem.

vozačima, rutama i brojni drugi. Primjer izvještaja vozača i jedne njegove ruta prikazano je na slici 16. Zbog tajnosti podataka neki podaci nisu uključeni.

TrackAndTraceReport					
Vozač	Broj uknjižbe	Lok adresa	Lok grad	Prijevoznica	VrijemePotvrde
K.D.	05-07323147-21	SUPILOVA 7	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	05-07324189-21	BUKOVAČKA 225	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	L36-08010931-21	MAJSTORSKA 1C, CMP SAVICA ŠANCI	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	98-08000771-21	Capraška 1	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	98-08000770-21	Capraška 1	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	98-08000769-21	Capraška 1	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	L36-07031510-21	Capraška 1	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	L36-07031273-21	MAJSTORSKA 1C, CMP SAVICA ŠANCI	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	05-07321593-21	SLAVONSKA AVENIJA BB VELETRŽNICA	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	05-07321592-21	SLAVONSKA AVENIJA BB VELETRŽNICA	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	A1-07000702-21	ILICA 5	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	A1-07000701-21	ILICA 5	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07324439-21	AV. M. DRŽIČA 100	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	L36-07031314-21	JURJA ŽERJAVIČA 2	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07323845-21	KVATERNIKOV TRG	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	13-07013891-21	KVATERNIKOV TRG	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07324610-21	LASTOVSKA 2A, SAVICA (TRŽNICA)	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	UG01-07015685-21	VLAŠKA 76	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	5-07000267-21	VLAŠKA 76	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	UG01-07015696-21	ZVONIMIROVA 26	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	UG01-07015688-21	ZVONIMIROVA 26	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07324527-21	1.PILE 33	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	05-07324190-21	BUKOVAČKA 225	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07324786-21	DOMJANIČEVA 21	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07324410-21	HEINZELOVA 68	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07323361-21	MARIJANA ČAVIČA 8	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	SC01-07005294-21	MIJE HALEUŠA BB,RESNIK	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	L36-07031014-21	MIJE HALEUŠA BB	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	05-07323563-21	PRIMORSKA 3	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	RSC01-07002927-21	PRIMORSKA 3	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07323348-21	TRG HRVATSKIH VELIKANA 2	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:07
K.D.	05-07323610-21	ULICA GRADA VUKOVARA 78	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08
K.D.	05-07320245-21	SLAVONSKA AVENIJA 22	10000 ZAGREB	210000-130014121-21	2021-08-16 12:08

Slika 16. Izvještaj o izvršenju jedne rute

Izvor: Odabrana tvrtka

Na slici 16. prikazani su podaci kako je vozač izvršavao dostavu jedne rute u gradsko područje. Redoslijed lokacija je ruta kojom je vozač trebao obaviti dostavu i nakon svake dostave potvrditi izvršenje. Vozači se putem mobilne aplikacije spajaju na sustav te potvrđuju svako izvršenje. Iz ovog primjera vidimo da je vozač vjerojatno na kraju radnog vremena izvršio potvrđivanje svim dostava. Razlog takvog potvrđivanja može biti ili da sustav nije tijekom smjene bio funkciji, nije bilo interneta ili je vozač zaboravio potvrđivati obavljene dostave. Vrijeme potvrde izvršenja dostave bitno je radi praćenja raznih parametara, a jedno od njih je vrijeme koje je potrebno da se posluži pojedina dostavna lokacija. Iz tog razloga potrebna su dodatna unaprijeđena kojima b se izbjegle ovakve situacije.

5.5.2. Ključni izvedbeni pokazatelji

Odabrana tvrtka prati ključne izvedbene pokazatelje kroz sve aktivnosti svog poslovanja. Osim što prate interne, univerzalne KPI-jeve koji se vode za potrebe tvrtke, prate se i KPI-jevi za naručitelje u dogovoru s njima i ovisno o željenim rezultatima, od kojih su najvažniji sljedeći:.

1. Pravodobnost isporuke

KPI koji je iznimno bitan u procesu dostave je pravovremenost isporuke. U slučaju odabrane tvrtke utvrđuje se je li narudžba isporučena na dogovoreni dan i ako nije koliko dana je zakašnjenje. Nakon što se utvrdi da postoje narudžbe koje su isporučene nakon zadanog datuma, slijedi analiza problema i utvrđuje se glavni uzrok (engl. root cause). Taj uzrok može se pojaviti na više mjesta u distribucijskom sustavu kao npr. dostupnost robe u skladištu, planiranje resursa, ljudska pogreška, uvjeti na cesti, ispravnost vozila, razlog na strani primatelja i slično. Ovaj pokazatelj žele znati i naručitelji robe pa se u tom slučaju samo filtriraju podaci o pravovremenosti isporuke za pojedinog naručitelja.

2. Točnosti isporuke

Sljedeći KPI se odnosi na točnost isporuke i dobiva se tako da vozač unosi ako kupac odbija preuzeti narudžbu zbog neke nesukladnosti koja može biti u obliku neispravnosti ambalaže, oštećenja, krivog proizvoda, kašnjenje na dogovoreno vrijeme iskrcaja i slično. Vozač u tom slučaju unosi kod od 1 do 7 ovisno o razlogu odbijanja, potpunim ili djelomičnim, preuzimanja narudžbe.

3. Popunjenost teretnog prostora

Nadalje, prikupljaju se podaci o popunjenosti teretnog prostora vozila tako da se utvrđuje koliko masu vozilo preveze u odnosu na dopuštenu teretnu nosivost. Popunjenost teretnog prostora ovisi o vrsti robe koja se prevozi pa se na temelju toga donose i odluke o vrsti vozila koja će se koristiti kako bi se što bolje iskoristio teretni prostor dostavnog vozila. Iskorištenje teretnog prostora direktno utječe na sljedeću točku, koja se odnosi na potrošnju goriva, te je cilj održavati svakodnevnu masenu popunjenost između 70% i 80%, odnosno ne

prekapacirati vozne resurse pri definiranju strukture voznog parka (manja vozila manje troše, veća vozila više prevezu).

4. Potrošnja goriva

Također prate se podaci o potrošnji goriva na mjesečnoj razini. Krajem mjeseca se za svako vozilo utvrđuje njegova potrošnja koja se dobiva mjerenjem količine goriva u rezervoaru korištenjem mjernoj uređaja. U slučaju da je značajno skočila potrošnja goriva, kreće se u utvrđivanje uzroka.

6. MOGUĆNOST UNAPRJEĐENJA POSTOJEĆEG STANJA

U cilju unaprjeđenja postojećeg stanja kapilarne distribucije odabrane tvrtke za distribuciju robe široke potrošnje, analizirane su rute na području središnjeg dijela grada Zagreba i procesi potrebni za ostvarenje tih ruta.

Analizom procesa dostave, koji je podržan sustavom za rutiranje dostavnih vozila i praćenje dostavnog procesa, iz centralnog skladišta u Sv. Heleni do dostavnih lokacija u gradu Zagrebu, uočen je problem ne unošenja pravovremenih podataka o izvršenoj dostavi, odnosno nije unijeto vrijeme o završetku obavljene isporuke naručitelju koje unose vozači.

Svaki dostavni proces sadrži mjerljive parametre koji utječu na izvršavanje dostave robe na dostavne lokacije. Neki od tih parametara su vrijeme putovanja, vrijeme posluživanja korisnika, količina dostavljene robe, broj dostavnih mjesta i slično. Kako bi se proces mogao optimizirati ključno je ažurno praćenje svih mjerljivih parametara.

Iz tog razloga, podatak o izvršenju narudžbe je iznimno bitan jer daje uvid u potrebnom vremenu da se izvrši određena narudžba, ovisno o više faktora koji bi mogli imati utjecaja na to, kao na primjer: težina paketa, vrijeme dana kada se obavlja isporuka (vršna opterećenja), količina kutija i slično. Taj bi podatak kasnije mogao poslužiti algoritmu da što preciznije optimizira rutu i da točnije podatke o njenom trajanju i izvršenju pojedine isporuke.

Sukladno utvrđenom problemu dati su neki prijedlozi unaprijeđena koji bi se mogli implementirati kako bi proces isporuke robe bio što učinkovitiji.

U ovom radu nije moguće analizirati podatke o ostvarenoj uštedi jer podaci o troškovima nisu dostupni zbog tajnosti podataka.

6.1. Provjera GPS lokacije, edukacija vozača i utjecaj na algoritam predviđanja

Kao što je navedeno, proučavanjem dobivenih podataka uočen je nedostatak prikupljanja podataka o izvršenoj dostavi jer vozači ponekad ne potvrđuju vrijeme dostave onda kada se dostava zbilja dogodila već to naprave naknadno, najčešće za vrijeme pauze, na sljedećoj dostavnoj lokaciji ili na kraju radnog vremena. Iz tog razloga, ne dobivaju se stvarni podaci o vremenu posluživanja koji su neophodni za korigiranje algoritma za rutiranje. Primjerice, povećanjem urbanizacije nekog područja mijenjaju se i količine robe koje neka dostavna lokacija na tom području zahtjeva, pa se u skladu s time mijenja i vrijeme posluživanja na toj lokaciji. U slučaju ne prikupljanja stvarnih vremena posluživanja koje je prethodno objašnjeno, taj se parametar ne bi niti mijenjao, pa bi konstantno dolazilo do kašnjenja.

Ovom problemu može se pristupiti na tri načina: izmjenom načina prikupljanja podataka od vozača, edukacijom vozača o bitnosti pravovremenih i točnih podataka i/ili utjecajem na algoritam za računalno stvaranje ruta.

Aplikacija kojom se podaci prikupljaju može biti promijenjena tako da se vozaču kada je u krugu od 100 metara od točne GPS lokacije (engl. Global Positioning System) na ekranu prikazuje skočni prozor da se nalazi u blizini dostavne lokacije te da je potrebno unijeti vrijeme završetka dostave. Na ovaj način vozači će imati zvučnu i vizualnu indikaciju koja će ih podsjetiti na obvezu unošenja podataka.

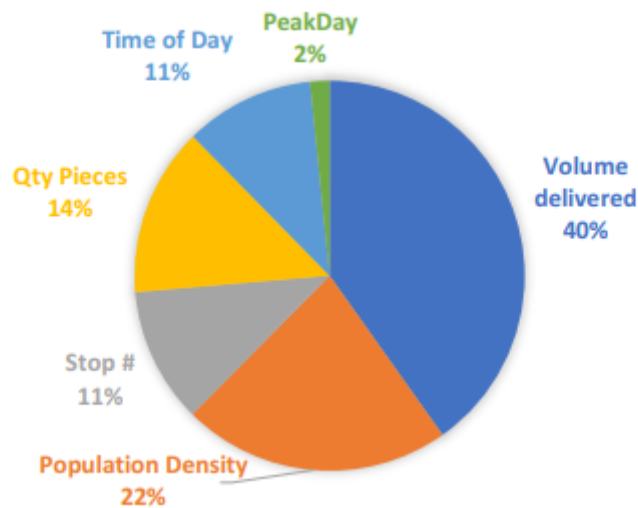
Drugi način je provedba edukacije kojom će se vozače upoznati s cjelokupnim dostavnim procesom i njegovom važnošću. Te će ih se upoznati s benefitima svih sudionika, pa tako i njih samih, ako se podaci prikupljaju pravovremeno.

Ako niti jedan od ovih pristupa rješavanju problema ne bude dovoljno učinkovit može se razviti sustav za automatsku korekciju podatka o vremenu posluživanja.

U istraživanju (From & Mangan, 2020.) razvijen je modeli koji se temelje na strojnom učenju, a služi za predviđanje parametara koji nedostaju. Tako primjerice ako

postoje povijesni podaci za volumen i težinu paketa koji se dostavljaju na poznate lokacije može se predvidjeti koliko bi bilo vrijeme posluživanja. U navedenom istraživanju su korištene metode linearne regresije i stabla odluke za predviđanje vremena posluživanja koristeći parametre količine, volumena, gustoće populacije, broj dostavnih lokacija u ruti i vršno opterećenje.

U radu je utvrđeno da volumen pošiljke ima najveći utjecaj u vremenu potrebnom da se isporuči narudžba na određenoj lokaciji. Nakon toga slijedi parametri koji se odnose na gustoću populacije. Srednje važni parametri su količina po naručitelju, broj lokacija, vrijeme dana, dok je vršno opterećenje u ovom radu manje važno (Slika 16.).



Slika 17. Važnost pojedinih faktora

Izvor: From K.,Mangan K.: Eliminating Last-Mile Inefficiencies in the Trucking Industry, 2020

Linearnom regresijom predviđena vremena za vrijeme posluživanja jednog naručitelja su točnija od onih koja su zakazana, međutim utvrđeno je da vrijeme posluživanja nije dovoljno dugo što stvara problem u kapilarnoj distribuciji jer je bolje biti ranije na dostavnoj lokaciji nego kasnije.

Kod stabla odlučivanja, u gotovo svim skupovima podataka model radi bolje od osnovne linije. Međutim, poboljšanje performansi je u većini slučajeva malo i broj dostupnih zapažanja čini predviđanja nepouzdanima.

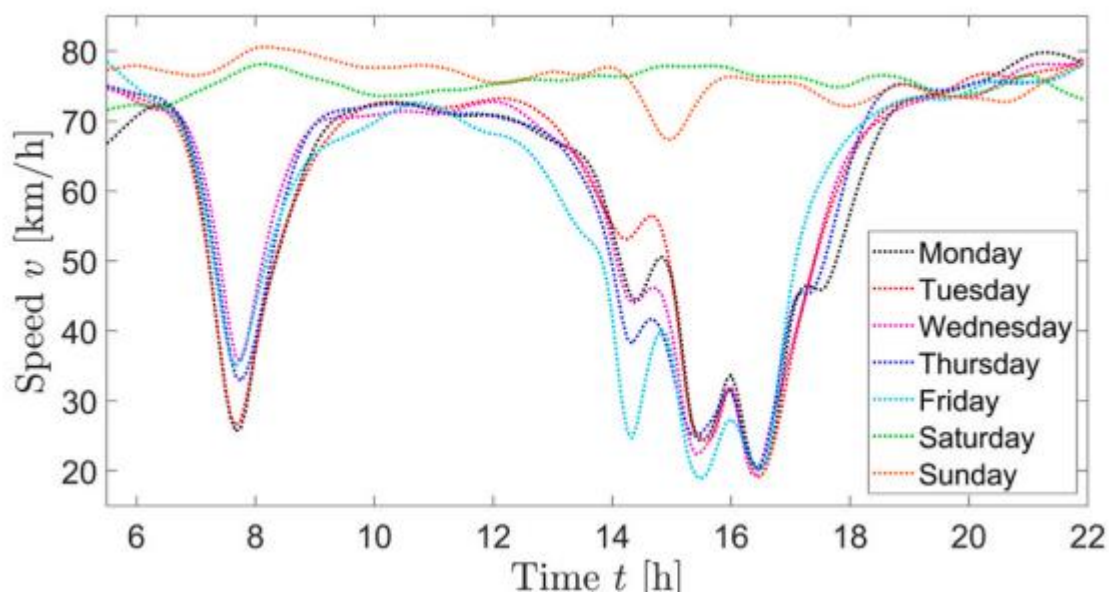
Iako poboljšanja nisu značajna, rezultati bi dali bar neku smjernicu u trajanje posluživanja te obavljanjem ove metode s većim brojem podataka moglo bi se doći do prihvatljivijih podataka.

6.2. Rutiranje vozila uzimanjem u obzir vrijeme vršnih opterećenja

Pri rutiranju vozila moguće je uzeti u obzir zagušenja na prometnicama koje su uključene u rutu. Ovo je problem rutiranja vozila koji je poznat u literaturi kao vremenski ovisan problem usmjeravanja vozila (engl. Time Dependent Vehicle Routing Problem, TDVRP).

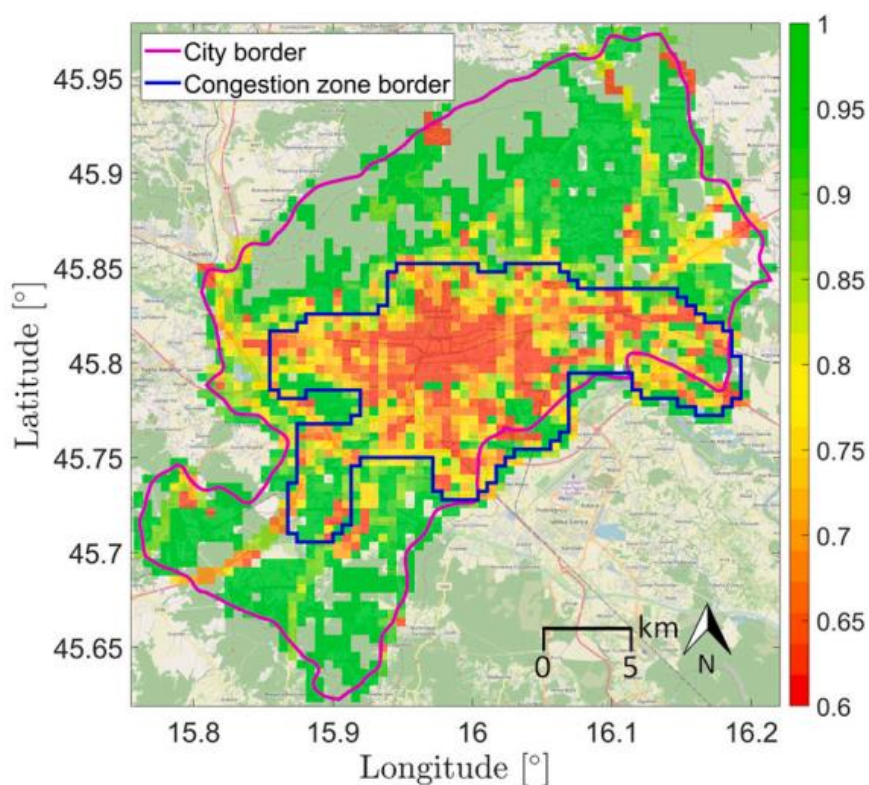
Zanemarivanje zagušenja u logističkim operacijama može dovesti do povećanja operativni troškovi vozila koji se sastoje od povećanih plaća, viših cijena i kazne za zakašnjele isporuke. Istraživanja (Kellner, 2015.) su pokazala da prometna zagušenja povećavaju ukupne troškove logističkog procesa za 3%, a vrijeme putovanja za 5,5%.

Važno je napomenuti da tijekom ljetnih mjeseci u kontinentalnom dijelu Hrvatske nema smanjenja brzine dok se ostalim dijelom godine bilježi značajan pad. U gradu Zagrebu se povećava vrijeme putovanja u vršnom prometnom satu za oko 14% u odnosu na isto vrijeme tijekom ljetnog perioda. Razlog tomu je što se smanjuje broj ljudi koji borave u gradu tijekom ljetnih perioda zbog korištenja godišnjih odmora, školskih praznika i sl. pa se sukladno tome smanjuju i gužve uzrokovane vozilima na prometnicama. Brzina putovanja na jednoj od najčešće korištenih prometnica u gradu Zagrebu za vrijeme vršnih opterećenja pada sa 70 km/h do 30-40 km/h tijekom radnih dana, što je prikazano na slici 18. Također, u istraživanju su utvrđene i zone zagušenja kod koji je zona s najvećim zagušenjem u gradu Zagrebu (Slika 19.) (Erdelić, i dr., 2021.).



Slika 18. Promjena brzine vožnje tijekom tjedna

Izvor: Erdelić T., Carić T., Erdelić M., Tiljarić L., Turković A., Jelušić N.: Estimating congestion zones and travel time indexes based on the floating car data, University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, 2021.



Slika 19. Zona zagušenja u Zagrebu

Izvor: Erdelić T., Carić T., Erdelić M., Tiljarić L., Turković A., Jelušić N.: Estimating congestion zones and travel time indexes based on the floating car data, University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, 2021.

U slučaju analizirane tvrtke pristup rutiranja vozila u kojem bi se uzeo u obzir zagušenja na prometnicama imao bi pozitivan učinak na smanjenje logističkih troškova dostave kao i smanjenje vremena putovanja. Razlog tomu je što se u gradu Zagrebu tijekom vršnih opterećenja, u jutarnjim periodima između 7:30-9:00 i poslijepodnevnim periodima između 15:30-18:00, formiraju velike gužve na prometnicama koje stvaraju probleme povezane s dostavom. Ti problemi se očituju kroz kašnjenja uzrokovana stajanjem u koloni i sporim pomicanjem, koja stvaraju probleme kada imamo vremenske prozore dostave za pojedine primatelje. Uzimanjem u obzir trajanje vršnih opterećenja mogle bi se izbjeći neželjene okolnosti. Iz ovoga se može zaključiti da bi unaprjeđenje algoritma koji uzima u obzir vrijeme vršnih opterećenja dovelo do ušteda dostavnog procesa.

6.3. Kapilarna dostava električnim vozilima u gradskim središtima

Rastom svijesti o utjecaju cestovnog prometa na ekološku održivost, posebno u urbanim područjima, javlja se potreba za inovativnim rješenjima koja će omogućiti smanjenje ekološkog otiska i negativnog utjecaja svakodnevnih dostava u urbana središta. Jedno istraživanje pokazuje da cestovni promet proizvodi gotovo 12% emisija CO₂, a 21% emisija CO₂ u cestovnom prometu povezano je s dostavom u urbana područja (Russo & Comi, 2012.). Jedno od predloženih rješenja koje provode gradovi su zone smanjene ili nulte emisije. Iako u Zagrebu još ne postoje zone smanjenih ili nultih emisija unutar centra grada, kao što su uveli neki europski gradovi (London, Barcelona, Lisabon), samo je pitanje vremena kada će se provesti ovakav zakon.

Nadalje, s novodolazećom Euro 7 regulacijom dizel vozila, koja će biti predstavljena krajem 2021. godine na Europskom parlamentu i planiranim stupanjem na snagu 2025. godine, sve veći je pritisak na prestanak upotrebe zastarjelih vozila s unutarnjim izgaranjem i okretanje prema novim i održivim načinima dostave. Euro 7 predstavlja i zadnju regulaciju prije nego što će se vozila u potpunosti postati vozila nulte emisije.

Iz tog razloga uvođenje električnih vozila je jedan od prijedloga kako bi odabrana tvrtka unaprijedila poslovanje i povećala konkurentnost u budućnosti. Naravno, uvođenje električnih vozila nije optimalan potez kratkoročno, ali prednosti uvođenja

eklektičnih vozila dugoročno imaju potencijala za danji razvoj, pogotovo za dostavu u gradska središta gdje se inovativna rješenja kapilarne distribucije sve više istražuju i implementiraju.

Da bi dobili uvid u isplativost uvođenja električnog vozila, obavljena je usporedba troškova na primjeru jednog dizel kombi vozila odabrane tvrtke. Specifikacije kombi vozila obarane tvrtke i predloženog eklektičnog vozila prikazane su u tablici 5.

Tablica 5. Tehničke specifikacije vozila

Vozilo	Motor	Najveća dopuštena masa (kg)	Nosivost (kg)	Potrošnja goriva/energije (100 km)	Duljina teretnog prostora	Širina teretnog prostora	Visina teretnog prostora	Korisna zapremina (m ³)
Citroen Jumper	dizel	3500	1365	11 l	3120	1870	1662	15
Volkswagen e-Crafter	elektromotor	3500	998	30 kWh	3200	1832	1600	11

Izvor: Preuzeto sa: <https://business.peugeot.co.uk/business-models/boxer.html>

Na temelju prosječno dobivene vrijednosti godišnjih prijeđenih kilometara kombi vozila, koje iznosi oko 20200 kilometara godišnje, izrađena je usporedba troškovnika za vozilo na dizelski motor i vozila na električni motor. Promatrani su troškovi koji ovisne o vrsti pogona vozila i to su: gorivo i trošak popravka i održavanja, koji spadaju u varijabilne troškove, te trošak registracija, koji spada u fiksne troškove, a zajedno čine operativne. Za izračun navedenih troškova korišteni su koeficijenti koji su dobiveni u prethodnim istraživanjima za dizel vozilo i električno vozilo (Lebeau, Macharis, & Van Mierlo, 2019.).

Prilikom izračuna varijabilnog troška potrošnje goriva, za električno vozilo računa se potrošnja energije na 100 kilometara izražena u kWh, dok se za vozilo s unutarnjim izgaranjem računa potrošnja dizel goriva također na 100 km i podaci koji su korišteni je trenutna cijena goriva po litri i struje po kWh na tržištu. Trošak popravka i održavanja se računa korištenjem koeficijenata koji su dobiveni u ranije spomenutim istraživanjima. Usporedba varijabilnih troškova za period od jedne godine prikazana je tablicom 6.

Tablica 6. Usporedba varijabilnih troškova

	Vrsta motora	Trošak goriva			Trošak popravka i održavanja	
		Trošak na 100 km	Prijeđeni kilometri (km)	Godišnji trošak goriva (kn)	Godišnji trošak održavanja (kn)	Ukupni godišnji varijabilni trošak (kn)
Citroen Jumper	Dizel motor	112,20 kn	20200	22.664,40 kn	8.071,00 kn	30.735,40 kn
Volkswagen e-Crafter	Elektro motor	15,00 kn		3.030,00 kn	2.989,00 kn	6.019,00 kn

Izvor: Izradio autor

Prosječni godišnji varijabilni trošak dizel vozila iznosi 30.0735,40 kn dok za električno vozilo iznosi 6.019,00 kn što je predstavlja godišnju uštedu od 24.716,40 kn, odnosno uštedu od oko 80% (Grafikon 3). Razlog manjih troškova popravka i održavanja kod električnog vozila je što oni imaju manje pokretnih dijelova, suočavaju se s manjim temperaturnim stresom i ne trebaju zamjenu ulja i filtera (Lebeau, Macharis, & Van Mierlo, 2019.).



Grafikon 3. Odnos varijabilnih troškova vozila

Izvor: Izradio autor

Osim uštede korištenjem električnih vozila koje su vidljive kod varijabilnih troškova, fiksni trošak koji se odnosi na registraciju također bilježi uštedu. Razlog tomu je što električna vozila ne ispuštaju emisije CO₂ pa samim time ih se ne oporezuje.

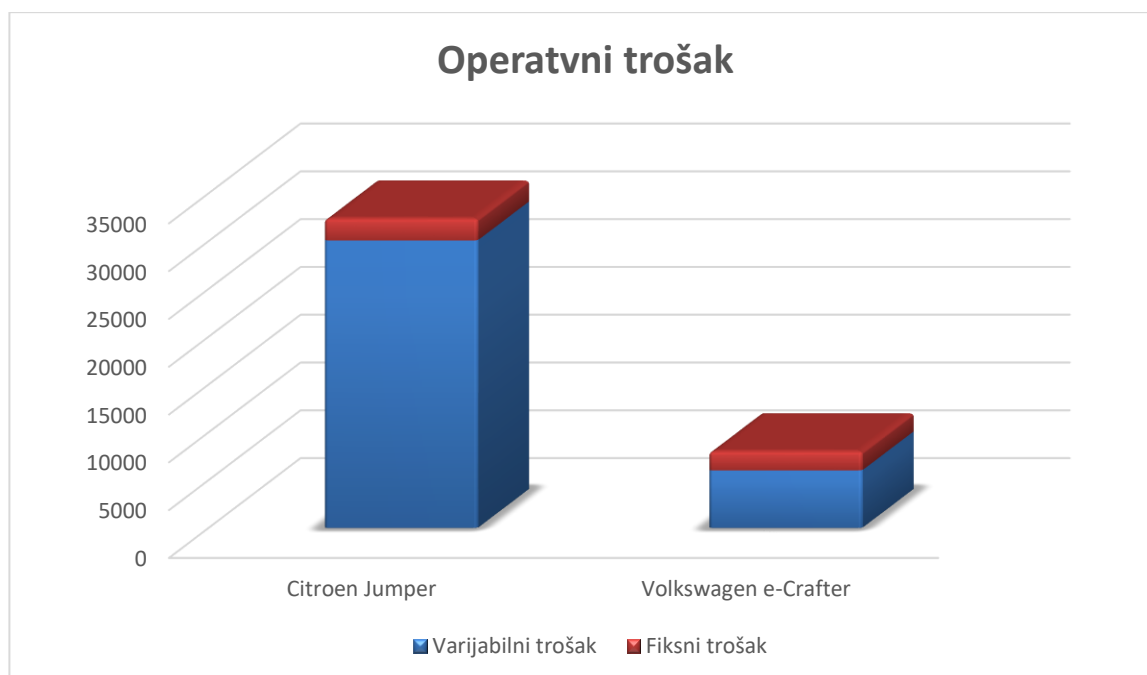
Trošak registracije odabranog dizel vozila kreće se od oko 2300 kn dok za odabrano električno vozilo taj trošak iznosi oko 2000 kn. Ušteda u ovom slučaju iznosi 13%. Ako usporedimo varijabilne i fiksne troškove na godišnjoj razini, odnosno operativne troškove vozila na godišnjoj razini tada je vidljivo da su uštede primjenom električnog vozila znatne i iznose 76% što je prikazano tablicom 7.

Tablica 7. Usporedba ukupnih troškova

	Varijabilni trošak (kn)	Fiksni trošak (kn)	Ukupni trošak/ operativni trošak (kn)
Citroen Jumper	30.735,40	2.300,00	33.035,40
Volkswagen e-Crafter	6.019,00	2.000,00	8.019,00

Izvor: Izradio autor

Grafički prikaz ušteda prikazan je grafikonom 4.



Grafikon 4. Usporedba operativnih troškova

Izvor: Izradio autor

Da bi se mogao izračunati period u kojem će se ostvariti isplativost uvođenja električnog vozila potrebno je uzeti prethodno navedene operativne troškove koji se

odnose na: troškove potrošnje goriva/energije, troškove registracije, troškove popravke i održavanja te nabavna cijena vozila. Navedeni podaci prikazani su u tablici 8.

Tablica 8. Podaci za izračun isplativosti

	Cijena vozila (kn)	Varijabilni trošak (kn)	Fiksni trošak (kn)
Citroen Jumper	250.000,00	30.735,40	2.300,00
Volkswagen e-Crafter	462.500,00	6.019,00	2.000,00
Razlika	212.500,00	24.716,40	300,00

Izvor: Izradio autor

Iz podataka je vidljivo da je cijena električnog vozila značajno veća od cijene vozila na dizel, što je rezultat tek početnog upoznavanja s mogućnosti primjene električnih vozila u komercijalne aktivnosti. Iako je cijena vozila o veća za čak 48% vidljive su uštede u operativnom smislu u iznosu od 25.016,40 kn na godišnjoj razini. Ako se uzme u obzir da će se električno vozilo puniti u vlastitoj punionici, pri čemu jeftinije varijante punionica dosežu cijenu od oko 15.000,00 kuna, a one skuplje preko 70.000,00 kuna i više, može se uzeti neka prosječna vrijednost od oko 45.000,00 kuna. S obzirom na to da su prosječni prijeđeni kilometri kombi vozila odabrane tvrtke oko 20200 i uzimanjem u obzir jednokratni trošak punionice, isplativost električnog vozila će se ostvariti tek nakon 10,3 godina odnosno nakon prijeđenih 208060 km. Ako se uzme u obzir poticaj koji nudi država, Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, pri čemu se sufinancira 40% prilikom kupnje ovisno o vrsti vozila, odnosno za N1 kategoriju do 70.000,00 kn subvencije, isplativost bi se ostvarila nakon 7,5 godina odnosno 151500 kilometara. Da bi se vozilo na električni pogon isplatilo nakon pet godina, što predstavlja standardni knjigovodstveni rok amortizacije, treba proći najmanje 173375 km, odnosno oko 34675 km godišnje.

Iz navedenog se može zaključiti da ulaganje u električna vozila bez poticaja pa čak i s njim u trenutnom okruženju nije zadovoljavajuće rješenje, međutim rastom svijesti o utjecaju na okoliš i poticanjem korištenja ekološki prihvatljivih vozila predviđa se porast broja korištenih vozila, a samim time i smanjenje cijene. Kako je uvijek potreban određeni period prilagodbe na novo stanje, tako i s električnim vozilima, mora

proći period kada se porasti popularnost i u komercijalnom sektoru te će cijene biti prihvatljivije, a uštede veće. Osim toga, na tržištu je trenutno manjak velikih kombi električnih vozila koja mogu konkurirati s dosadašnjim dizel vozilima u pogledu nosivosti ili su iznimno skupa. Pa tako i u ovom slučaju, nosivost vozila na električni pogon manja je za oko 27% što znači da bi se električno vozilo moralo vraćati u bazu na dotovar ili kupiti više vozila što bi dodatno povećalo troškove i smanjilo uštede.

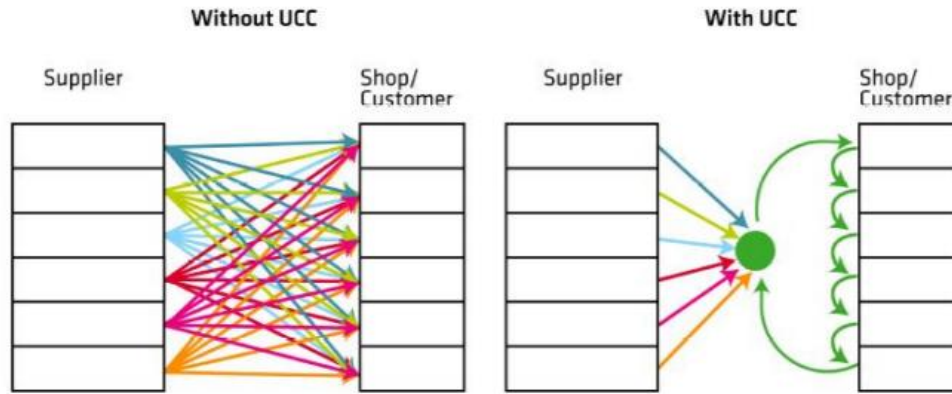
6.4. Utjecaj gradskih vlasti na provođenje opskrbe grada

Proučavanjem literature utvrđuje se velik utjecaj gradskih i lokalnih vlasti u izvršenje dostave u urbana središta. Gradovi uvode razne restrikcije, zabrane, poreze i ograničenja, a sve u svrhu ostvarivanja ekološko, ekonomsko i socijalno održivog grada ne uzimajući previše u obzir utjecaj na dostavna vozila i njihove tvrtke koja predstavljaju ključni dio u održavanju grada privlačnim i konkurentima. Često su prijevozničke tvrtke suočene s brojnim preprekama kao što su neadekvatne lokacije za iskrcaj robe, nepostojanje parkirnih mjesta i druge koje stvaraju značajne troškove zbog kašnjenja. Iznimka nije ni grad Zagreb.

Rješenje koje bi bilo izuzetno zadovoljavajuće odabranoj tvrtki, kao i brojnim drugim tvrtkama, bila bi izgradnja urbanog konsolidacijskog centra u blizini užeg centra grada u koje bi tvrtke dopremale dogovorene pošiljke za određene primatelje, a gradski konsolidacijski centar bi dalje dostavljao pošiljke električnim vozilima koja bi zbog blizine takvog centra imala mogućnost višekratnog povratka u bazu.

Urbani konsolidacijski centri ili centri za konsolidaciju gradskog tereta integriraju tokove tereta u gradske operacije i aktivnosti koje građanima omogućuju pristup robi koja im je potrebna, a istodobno podupiru održivi razvoj gradova. Urbano konsolidacijski centar okarakteriziran je kao logistički objekt koji se nalazi u relativno neposrednoj blizini zemljopisnog područja koje poslužuje i u koji mnoge tvrtke isporučuju robu namijenjenu tom području, te se iz njega konsolidirane isporuke vrše unutar tog područja (Slika 20.).⁷⁷

⁷⁷ Malindretos G., Mavrommati S., Bakogianni M-A.: City logistics models in the framework of smart cities : urban freight consolidation centers, Harokopio University, National Technical University of Athens, 2018



Slika 20. Koncept urbanog konsolidacijskog centra

Izvor: Malindretos G., Mavrommati S., Bakogianni M-A.: City logistics models in the framework of smart cities : urban freight consolidation centers, Harokopio University, National Technical University of Athens, 2018

Primer pozitivne implementacije takvog modela je u Švedskoj u gradu Gothenburg. Prema ovom modelu velike logističke tvrtke poput Schenkera, DHL-a i Postena moraju prekinuti pojedinačne isporuke trgovinama, te umjesto toga dostavljati u konsolidacijski centar u blizini glavnog kolodvora u Göteborgu. U centru za konsolidaciju, proizvodi se trebaju natovariti na električna vozila na koja se mogu pričvrstiti vagoni. Ova su vozila tiha, tako da ne stvaraju smetnje ljudima u blizini i mogu dobro manevrirati u uskim ulicama, čime dobivaju izuzeće od svih ograničenja pristupa. Iako se čini da urbani centri za konsolidaciju povećavaju troškove prijevoza, kada se procjenjuju svi povezani čimbenici kao što su kapital vozila, gorivo, osiguranje, trošarina, troškovi održavanja; rezultati pokazuju da se ukupni troškovi smanjuju kada se pravilno implementiraju i planiraju. Projekt je doveo do smanjenja konačnih troškova dostave u trgovine. To se može objasniti redovnim kamionima koji voze na kraće udaljenosti i električnim vozilima s vrlo niskim troškovima rada. Iako je ovaj primjer manjeg opsega, dobar je indikator mogućih pozitivnih utjecaja.⁷⁸

Uvođenje urbanog konsolidacijskog centra za odabranu tvrtku značilo bi smanjenje potrebnih putovanja u gradska središta jer bi se u manjem broju putovanja dostavila ista količina robe korištenjem vozila koja imaju veću korisnu nosivost što predstavlja glavni i najveći trošak koji se generira dostavljanjem u urbana središta. Osim toga smanjuje se vrijeme koje vozači inače provode na mjestima isporuke i vrijeme potrebno za dolazak do mjesta isporuke kao i vrijeme provedeno u gužvama na cestama kojima

⁷⁸ Ibidem.

i sami doprinose. Nadalje, smanjuje se i potrošnja goriva koja predstavlja najveći varijabilni trošak s kojima se pošiljatelji susreću.

Osim tog primjera kojim grad može olakšati dostavu u središta, primjer koji je manjeg opsega može se naći u Hrvatskoj u gradovima Dubrovnika, Hvara. Ovi gradovi nemaju mogućnost ulaza dostavnih vozila u pješačke zone, već se roba predaje na prijevoz elektrovučnim vozilima (Slika 21.) u određenim vremenskim okvirima te se plaća određena naknada.



Slika 21. Elektrovučna vozila

Izvor: DULIST, Preuzeto sa: <https://dulist.hr/prema-novom-komunalnom-redu-roba-ce-se-u-grad-smjeti-dostavljati-samo-srijedom-petkom-i-nedjeljom/642952/>

Na ovaj način tvrtkama se smanjuje broj putovanja povezan s dostavom, zagušenjem, zagađenja zraka i povećava se sigurnosti pješaka, a dostavne tvrtke dugoročno smanjuju opseg dostave i vlastite troškove dostave koji se generiraju od traženja mjesta za iskrcaj, kazni zbog nepropisnog parkiranja, čekanja na iskrcaj i slično.

6.5. Očekivani učinci pojedinih unaprjeđenja

Na utvrđeni problem, koji se odnosi na nedostatak prikupljanja podataka o izvršenoj dostavi, može se pristupiti na tri načina kao što je ranije navedeno: izmjenom načina prikupljanja podataka od vozača, edukacijom vozača o bitnosti pravovremenih i točnih podataka i/ili utjecajem na algoritam za računalno stvaranje ruta.

Primjenom ovih metoda moguće je povećati svijest vozača o važnosti i potrebitosti unosa ispravnih podataka i samim time povećati kvalitetu usluge, dok se utjecajem na algoritam za računalno stvaranje ruta također podiže kvaliteta usluge.

Praćenje KPI-jeva je veoma značajno za svaku tvrtku zbog uvida u željeno i stvarno stanje. Da bi se doseglo željeno stanje potrebna su ulaganja u sustave i procese kako bi KPI-jevi konstantno bili na željenoj razini. S obzirom na navedeno, navedeni prijedlozi u prethodnim poglavljima mogli bi pozitivno utjecati na vrijednosti pojedinih KPI-jeva odabrane tvrtke.

Što se tiče potrošnje goriva kao KPI-ja koji pokazuje prosječnu potrošnju goriva, smanjenja se mogu postići uvođenjem električnih vozila i rutiranjem vozila algoritmom koje uzima u obzir vršna opterećenja sa strane pošiljatelja. Sa strane lokalne vlasti smanjenje potrošnje goriva pošiljatelja značajno bi se smanjilo izgradnjom urbanih konsolidacijskih centara kao i uvođenjem elektrovučnih vozila koja će s određenih lokacija kupiti dostave i dalje iz raznositi.

Na točnost isporuke, kao KPI-ja, može se utjecati rutiranjem vozila algoritmom koje uzima u obzir vršna opterećenja čime bi se smanjilo problem povezan s kašnjenjem. Na kašnjenje kao faktor koji utječe na točnost isporuke, može se pristupiti i izgradnjom urbanih konsolidacijskih centara kao i uvođenjem elektrovučnih vozila od strane lokalnih vlasti. Tom metodom bi se osim na kašnjenje moglo utjecati i na ispravnost pošiljke, u smislu neispravnosti ambalaže, oštećenja, krivog proizvoda i slično, zbog duplog provjeravanja.

7. ZAKLJUČAK

Distribucija robe u urbano područje smatra se najmanje održivim dijelom distribucije kroz sve tri dimenzije (ekonomska, ekološka i socijalna održivost), no i dalje predstavlja neophodan proces koji omogućuje da grad zadrži svoju konkurentnost i privlačnost kroz zadovoljenje konstantne potražnje koja se generira.

Kao što je već navedeno u radu, kapilarna distribucija predstavlja zadnju etapu distribucije proizvoda unutar užeg gravitacijskog područja dostave i najčešće se povezuje s distribucijom robe u grad. Kapilarna distribucija u urbano područje predstavlja vrlo zahtjevan izazov za pošiljatelje zbog brojnih restrikcija, poreza i ograničenja koje nameću lokalne vlasti. Prilikom planiranja prijevoza, one se najvećim dijelom fokusiraju na transport putnika dok teretni prijevoz pada u drugi plan. Kasnijim naporima za održavanje grada privlačnim uvode se razne politike koje dodatno otežavaju odvijanje kapilarne distribucije povezane s prijevozom tereta. Osim toga, često nije osigurano adekvatno mjesto za iskrcaj i ukrcaj robe, a često uske ulice dodatno otežavaju distribuciju robe.

Da bi pošiljatelji mogli utjecati na kvalitetu odvijanja kapilarne distribucije kao i na smanjenje troškova, često se prate različiti izvedbeni pokazatelji kojima se utvrđuje u kojoj mjeri se približavaju ili udaljavaju od zahtijevanih ciljeva. Za kapilarnu distribucije najčešći ključni izvedbeni pokazatelji koji se prate povezani su s kvalitetom isporuke robe kao što su pravovremenost isporuke i točnost isporuke i smanjenjem troškova u pogledu praćenja potrošnje goriva, nepotrebna zaustavljanja i slično. Razlog tomu je što kapilarna distribucija zahtjeva češće dostave manjih količina te je potrebno konstantno pratiti pokazatelje kako bi aktivnosti ostale učinkovite.

Praktičnim djelom rada prikazana je analiza kapilarne distribucije robe široke potrošnje odabrane tvrtke ta procesi i aktivnosti koji prethode dostavi robe u urbano područje tj. u grad Zagreb.

Analizom procesa dostave u grad Zagreb utvrđen je nedostatak koji se odnosi na ne unošenje vremena kada je izvršena dostava kod pojedinog naručitelja, odnosno

vrijeme posluživanja nije uneseno. Taj podatak je bitan jer daje uvid u potrebnom vremena da se izvrši određena narudžba, te ovisnost o faktorima koji bi mogli imati utjecaja na to, kao na primjer: težina paketa, vrijeme dana kada se obavlja isporuka (vršna opterećenja), količina kutija i slično. Ujedno, moglo bi se i korigirati vrijeme unutar algoritma kako bi on što preciznije i točnije organizirao rutu.

Prijedlozi unaprjeđenja, koji se odnose na utvrđeni problem, kreću se od jednostavnijih za primjenu do onih malo kompleksnijih, međutim provođenjem bilo kojeg može se očekivati poboljšanje kvalitete pružene usluge.

Osim prijedloga na temelju utvrđenih podataka, ponuđeni su i prijedlozi koji su povezani s problemom organizacije u urbano područje. Problem koji je povezan s dostavom robe za vrijeme vršnih satnih opterećenja utječe na vrijeme potrebno da se obavi dostava što stvara značajne troškove, uvođenjem poboljšanja u algoritam da uzima u obzir ta zagušenja, troškovi kao i vrijeme isporuke bilo bi kraće. Nadalje, uvođenjem električnih vozila smanjili bi se operativni troškovi, međutim cijene takvih vozila i dalje nisu najpristupačnije te samim time odbijaju nove korisnike. Osim navedenim prijedloga koje implementira pošiljatelji, lokalne vlasti mogu olakšati opterećenja s kojima se oni susreću tako da se izgradi urbani konsolidacijski centar ili uvede prijevoz elektrovučnim vozilima u određenim vremenskim na određenim lokacijama duž grada. Time bi se smanjili brojevi putovanja u središta grada i pješačke zone te bi se smanjila zagušenja.

LITERATURA

1. Segetlija Z., Distribucija, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Ekonomski fakultet Osijek, 2006.
2. Rogić, K.: Nastavni materijali iz kolegija: Distribucijska logistika I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019
3. Uni Assignment Centre ,The Role Of Distribution In The Supply Chain Marketing Essay: Preuzeto sa: <https://www.uniassignment.com/essay-samples/marketing/the-role-of-distribution-in-the-supply-chain-marketing-essay.php> , [Pristupljeno: srpanj 2021.]
4. Cardenas Barbosa I D., Borbon Y., Verlinden T., Van de Voorde E., Vanelslander T., Dewulf W.: City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection, University of Antwerpen, Belgium, 2017.
5. Comi D., Buttarazzi B., Schiraldi M., Innarella R., Varisco M., Traini P.: An advanced planner for urban freight delivering, University of Rome Tor Vergata, Rome, 2018.
6. Macharis C., Melo S.: City Distribution and Urban Freight Transport, Edward Elgar Publishing Limited, 2011.
7. Bestufs: Good practice guide on urban freight transport, Preuzeto sa: http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/good_practice/English_BESTUFS_Guide.pdf, [Pristupljeno: srpanj 2021.]
8. Civitas – Policy note: Smart choices for cities - Making urban freight logistics more sustainable : Preuzeto sa: https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an5_urban_web.pdf, [Pristupljeno: lipanj 2021.]
9. Kolarić G., Skorić L.: Metode distribucije u gradska središta, Pregledni rad, Tehnički glasnik 8, 2014.
10. Browne M., Piotrowska M., Woodburn A., Allen J.: Literature Review WM9: Part I - Urban Freight Transport, University of Westminster, 2007.
11. Danielis R., Maggie E., Rotaris L., Valeri E.: Urban Freight Distribution: Urban Supply Chains and Transportation Policies, Freight Transport Modelling, 2017.

12. Erdinch H., Huang C., City logistics optimization: Gothenburg inner city freight delivery, University of Gothenburg, School of business, economy and law, diplomski rad, 2014.
13. Cattaruzza D., Absi N., Fillet D., Gonzalez-Feilieu J.: Vehicle routing problems for city logistics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg and EURO - The Association of European Operational Research Societies, 2015.
14. Božić D., Vrček K., Bajor I.: Dekompozicija procesa kao osnova za mjerenje logističkih performanci., Pregledni rad, Tehnički glasnik 7, 2013..
15. Vidović K., Šošarić M., Budimir D.: An Overview of Indicators and Indices Used for Urban Mobility Assessment, Promet – Traffic & Transportation, Vol. 31, Zagreb, 2019.
16. DispatchTrack, Preuzeto sa: <https://www.dispatchtrack.com/blog/last-mile-delivery-kpi>, [Pristupljeno: kolovoz 2021.]
17. Redwood, Preuzeto sa: <https://www.redwoodlogistics.com/what-last-mile-kpis-to-monitor/>, [Pristupljeno: kolovoz 2021.]
18. Fareye, Preuzeto sa: <https://www.getfareye.com/insights/blog/11-kpis-to-measure-the-success-of-last-mile-logistics>, [Pristupljeno: kolovoz 2021.]
19. Teletrac Navman, Preuzeto sa: <https://www.teletracnavman.co.uk/resources/blog/the-top-5-fleet-management-kpis>, [Pristupljeno: kolovoz 2021.]
20. Globaltranz, Preuzeto sa: <https://www.globaltranz.com/last-mile-metrics/>, [Pristupljeno: kolovoz 2021.]
21. de Araújo, Fernanda Alves, dos Reis, João Gilberto Mendes Bonette, Luiz Rodrigo, Using SNA to improve B2B Last-Mile in Industry Sector, NETLOG 2021, Brazil, 2021.
22. Olsson J., Hellström D., Pålsson H.: Framework of Last Mile Logistics Research: A systematic review of the literature, Lund University, Department of Design Sciences, Sweden, 2019.
23. Bosona T.: Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review, Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, 2020
24. Statist research: Last Mile Delivery Market: Information by Service (B2B, B2C, and C2C), Vehicle (Drones), Time (Regular and Same-Day), Topography

- (Rural, Low/High-Density), and Region — Forecast till 2029 ,
<https://straitresearch.com/report/last-mile-delivery-market/>, [Pristupljeno:
 kolovoz 2021.]
25. Cision PR Newswire , Preuzeto sa: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-last-mile-delivery-market-to-witness-tremendous-growth-ahead-says-ps-intelligence-301228118.html> , [Pristupljeno: kolovoz 2021.]
26. Pašagić Škrinjar, J., Drljača, M., Bernacchi, Ž.: Primjena kontrolinga u logističkim sustavima i analiza logističkih performansi, 14. međunarodni simpozij o kvaliteti "KVALITETOM PROTIV RECESIJE", Rovinj, 2013
27. From K., Mangan K.: Eliminating Last-Mile Inefficiencies in the Trucking Industry, 2020
28. Erdelić T., Carić T., Erdelić M, Tiljarić L., Turković A., Jelušić N.: Estimating congestion zones and travel time indexes based on the floating car data, University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, 2021.
29. Lebeau P., Macharis C., Van Mierlo J.: How to Improve the Total Cost of Ownership of Electric Vehicles: An Analysis of the Light Commercial Vehicle Segment, World Electric Vehicle Journal, 2019.
30. Malindretos G., Mavrommati S., Bakogianni M-A.: City logistics models in the framework of smart cities : urban freight consolidation centers, Harokopio University, National Technical University of Athens, 2018.
31. Russo F., Comi A.: City characteristics and urban goods movements: A way to environmental transportation system in a sustainable city, The Seventh International Conference on City Logistics, Italy, 2012.
32. DULIST, Preuzeto sa: <https://dulist.hr/prema-novom-komunalnom-redu-roba-ce-se-u-grad-smjeti-dostavljati-samo-srijedom-petkom-i-nedjeljom/642952/>, [Pristupljeno: rujan 2021.]
33. Peugeot, Preuzeto sa: <https://business.peugeot.co.uk/business-models/boxer.html>, [Pristupljeno: rujan 2021.]

POPIS SLIKA

Slika 1. Kanal distribucije i fizička distribucija.....	6
Slika 2. Utjecaj posrednika na broj transakcija.....	8
Slika 3. Opskrba po sektorima	9
Slika 4. Koraci definiranja pokazatelja	21
Slika 5. Primjer tokova kapilarne distribucije	29
Slika 6. Distribucija mreža odabrane tvrtke	34
Slika 7. Podjela Hrvatske prema učestalosti dostave.....	35
Slika 8. Primjer rutiranja vozila putem Mireo sustava.....	38
Slika 9. Središnji dio grada Zagreba	40
Slika 10. Pješačke zone grada Zagreba.....	41
Slika 11. Primjer ruta za područje grada Zagreba i okolice	44
Slika 12. Primjer plana prijevoza rute u urbano područje grada Zagreba	45
Slika 13. Prikaz dostavnih lokacija	46
Slika 14. Dostavne lokacije unutar središnjeg dijela grada Zagreba	46
Slika 15. Sučelje za prijavu Mireo fleet sustava	48
Slika 16. Izvještaj o izvršenju jedne rute	49
Slika 17. Važnost pojedinih faktora	54
Slika 18. Promjena brzine vožnje tijekom tjedna	56
Slika 19. Zona zagušenja u Zagrebu	56
Slika 20. Koncept urbanog konsolidacijskog centra	63
Slika 21. Elektrovučna vozila	64

POPIS TABLICA

Tablica 1. Logističke performanse	20
Tablica 2. Sastav voznog parka.....	37
Tablica 3. Visina naknade po vozilu opskrbe	42
Tablica 4. Dostavna vozila za urbano područje	43
Tablica 5. Tehničke specifikacije vozila	58
Tablica 6. Usporedba varijabilnih troškova	59
Tablica 7. Usporedba ukupnih troškova.....	60
Tablica 8. Podaci za izračun isplativosti.....	61

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Analiza pravovremenih isporuka	24
Grafikon 2. Analiza točnosti isporuke	25
Grafikon 3. Odnos varijabilnih troškova vozila.....	59
Grafikon 4. Usporedba operativnih troškova	60



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

Izjavljujem također, kako 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 _____ diplomskog rada pod naslovom **Analiza kapilarne distribucije u urbanom području**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 9/8/2021

Jana Hajdinjak
(potpis)