

# Analiza metoda u procesu određivanja ruta prijevoza

---

Šporčić, Mislav

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:119:950011>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-11**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Mislav Šporčić**

**ANALIZA METODA U PROCESU ODREĐIVANJA  
RUTA PRIJEVOZA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2017.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 21. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Prijevozna logistika II**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 3988

Pristupnik: **Mislav Šporčić (0296010713)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

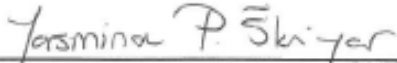
Zadatak: **Analiza metoda u procesu određivanja ruta prijevoza**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati važnost procesa određivanja ruta kao elementa kvalitetne realizacije prijevozne logistike. Navesti načine na koje se određivanje ruta provodi te odrediti relevantne elemente koji utječu na određivanje ruta. Na realnom primjeru analizirati performanse prijevozne logistike te usporediti sa performansama prijevozne logistike dobivenim na istom tom primjeru, ali upotrebom određene metode za određivanje ruta.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

  
izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

### **ANALIZA METODA U PROCESU ODREĐIVANJA RUTA PRIJEVOZA**

### **ANALYSIS METHODS IN THE PROCESS OF DETERMINING TRANSPORTS ROUTES**

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

**Student:** Mislav Šporčić

**JMBAG:** 0296010713

Zagreb, srpanj 2017.

## **SAŽETAK:**

Da bi poslovne organizacije zadovoljile sve veća očekivanja od strane korisnika, kvalitetna organizacija transporta jedan je od bitnijih čimbenika u ukupnom procesnom lancu i optimizaciji troškova. Korisnik usluga želi kvalitetnu, povoljnu i brzu uslugu i zbog toga izuzetno je bitna racionalizacija prijevoza. Jedna od metoda kako uslugu učiniti bržom, jeftinijom i kvalitetnijom u realizaciji tehnološkog procesa je korištenje matematičkih modela i softverskih alata za određivanje ruta. S obzirom na važnost optimalnog rutiranja u diplomskom radu bit će analizirane metode intuitivnog odabira rute, metoda odabira rute pomoću matematičkog modela te metoda odabira rute pomoću suvremenog programskog alata za određivanje ruta. U diplomskom radu bit će korišteni realni primjer iz prakse.

**KLJUČNE RIJEČI:** procesni lanac; optimizacija troškova; matematički modeli; softverski alati; optimalno određivanje ruta

## **SUMMARY:**

In order for business organizations to meet the growing expectations of customers, transport organization quality is one of the most important factors in the overall process chain and cost optimization. Customer wants quality, inexpensive and fast service, therefore, it is extremely important to rationalize transport. One of the methods to make the service faster, cheaper, and better in implementing the technological process is to use mathematical models and software tools for determining the route. Considering the importance of optimum routing, in this thesis will be analysed methods of intuitive route selection, route selection methods using the mathematical model and route selection methods using modern routing tool. Examples used in the thesis will be a real practice examples.

**KEY WORDS:** process chain; cost optimization; mathematical models; software tools; optimal routing

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ZADACI TRANSPORTNE LOGISTIKE I TRENDOMI U TRANSPORTNOJ LOGISTICI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Općenito o transportnoj logistici.....	3
2.2. Zadaci transportne logistike .....	7
2.3. Transportna logistika u urbanim područjima .....	10
2.3.1. Čimbenici u procesima distribucije roba u urbana područja .....	11
2.3.2. Generatori gradskih logističkih tokova .....	12
2.4. Trendovi u transportnoj logistici .....	14
2.4.1. Trendovi u logistici nakon ulaska Hrvatske u Europsku uniju .....	14
2.4.2. Trendovi budućnosti logistike .....	15
2.4.3. Primjeri trendova u transportnoj logistici .....	16
<b>3. UPRAVLJANJE VOZIM PARKOM</b> .....	<b>20</b>
3.1. Sastav voznog parka .....	23
3.2. Čimbenici koji utječu na upravljanje voznim parkom .....	24
<b>4. INTUITIVNO ODREĐIVANJE RUTA</b> .....	<b>26</b>
4.1. Općenito o intuitivnom određivanju ruta .....	26
4.2. Analiza ruta odabranih intuicijom vozača .....	29
<b>5. ODREĐIVANJE RUTA POMOĆU MATEMATIČKOG MODELA</b> .....	<b>34</b>
5.1. Metoda najbližeg neposjećenog susjeda .....	34
5.2. Metode koje se koriste za usmjeravanje vozila.....	35
5.3. Analiza ruta odabranih metodom najbližeg neposjećenog susjeda .....	36
<b>6. ODREĐIVANJE RUTA POMOĆU SUVREMENOG PROGRAMSKOG ALATA</b> .....	<b>42</b>
6.1. Općenito o programskom alatu za određivanje ruta .....	42
6.2. Analiza ruta odabranih pomoću programskog alata .....	44
<b>7. USPOREĐIVANJE REZULTATA PRILIKOM ODABIRANJA RUTA</b> .....	<b>49</b>
7.1. Analiza rute po danima.....	49
7.1.1. Analiza rute za ponedjeljak .....	49
7.1.2. Analiza rute za srijedu .....	51
7.1.3. Analiza rute za petak .....	53
7.2. Uštede prilikom rutiranja odabranim načinima .....	55
7.3. Analiza redoslijeda obilaska .....	56
<b>8. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>60</b>
<b>Popis kratica</b> .....	<b>61</b>
<b>Literatura</b> .....	<b>62</b>
<b>Popis slika:</b> .....	<b>64</b>
<b>Popis tablica:</b> .....	<b>65</b>
<b>Popis grafikona:</b> .....	<b>66</b>

# 1. UVOD

Logistika kao znanost i djelatnost imala je i još uvijek ima veliku ulogu u razvoju ljudske civilizacije kakvu danas poznajemo i u kojoj živimo. Jedan od ciljeva svake poslovne organizacije je da kroz sustav logistike optimizira svoje troškove te tako bude konkurentnija na tržištu i stječe zadovoljne korisnike. Na temelju tih spoznaja u ovome diplomskom radu pokušat će se prikazati jedan od učinkovitih načina kako optimizirati troškove pomoću određivanja ruta.

Podatci koji su korišteni u diplomskom radu su stvarni ali radi zaštite poslovanja, odnosno sigurnosti, točne lokacije nisu smjele biti prikazane. Isto tako, poštujući dogovor sa davateljima podataka, nije se smjelo navesti naziv suvremenog programskog alata koji je korišten prilikom analize.

Svrha diplomskog rada je analizirati različite načine određivanja ruta, te na koji način oni imaju utjecaja na ukupni proces dostave pošiljaka krajnjem primatelju. Također će se na konkretnim usporedbama, određenih parametara rute, prikazati rezultati dostave. Cilj ovoga diplomskog rada je analizom i usporedbom doći do toga koji je način odabira ruta optimalan te to prikazati konkretnim rezultatima analize.

Struktura ovoga diplomskog rada je takva da je rad podijeljen na osam poglavlja i to na:

1. Uvod
2. Zadaci transportne logistike i trendovi u transportnoj logistici
3. Upravljanje voznim parkom
4. Intuitivno određivanje ruta
5. Određivanje ruta pomoću matematičkog modela
6. Određivanje ruta pomoću suvremenog programskog alata
7. Uspoređivanje rezultat prilikom odabiranja ruta
8. Zaključak

U drugom poglavlju objašnjeni su koji su sve zadaci transportne odnosno distribucijske logistike. Bit će spomenuta i transportna logistika u urbanim područjima. Također su opisani trendovi u transportnoj logistici, koji su se trendovi pojavili ulaskom Hrvatske u Europsku uniju, trendovi budućnosti transportne logistike te su dani primjeri trendova u svijetu.

Treće poglavlje govori o upravljanju voznim parkom, čimbenicima koji utječu na upravljanje voznim parkom te o njegovom sastavu.

Analiza rutiranja, što je glavni cilj ovog diplomskog rada započinje četvrtim poglavljem. U četvrtom poglavlju analizira se intuitivan način rutiranja za svaki dan posebno. Tablicama su opisani glavni parametri odabranih ruta.

U petom poglavlju analizira se određivanje ruta pomoću matematičkog modela. Jedna od mnogih metoda je heuristička metoda najbližeg neposjećenog susjeda koja je korištena u ovome diplomskom radu. Također su spomenute metode koje se također koriste prilikom usmjeravanja odnosno rutiranja vozila.

Kroz šesto poglavlje analizirano je određivanje ruta pomoću suvremenog programskog alata za svaki dan posebno. Dane su, kao i za prijašnje metode, tablice iz kojih su vidljivi rezultati dostave na temelju kojih je izrađena analiza.

U sedmom poglavlju analizirani su rezultati za sva tri dana dostave pojedinačno. Analizirat će se parametri dostave od sva tri načina odabira rute. Također će se vidjeti koliko u prosjeku metoda najbližih susjeda i suvremeni programski alat smanjuje ili povećava neke parametre prilikom rutiranja. Također će biti uspoređeni i redoslijedi obilaska sve tri rute te će se tako moći vidjeti optimalan redoslijed koji je dao programski alat u usporedbi sa redoslijedom izabranim na intuitivni način i metodom najbližeg neposjećenog susjeda.



## 2. ZADACI TRANSPORTNE LOGISTIKE I TRENDOMI U TRANSPORTNOJ LOGISTICI

### 2.1. Općenito o transportnoj logistici

Sve veći zahtjevi suvremenog tržišta tjeraju poduzeća i tvrtke da na razne načine smanjuju troškove kako bi bili što konkurentniji na tržištu. U razvoju tehnologija i u proizvodnji malo se može učiniti u smanjenju troškova pa zbog toga veliki značaj u smanjenju troškova imaju logistika i optimizacija opskrbnih lanaca [1].

U stručnoj i znanstvenoj literaturi postoji puno različitih definicija logistike. Veliki broj definicija o logistici je nepotpun ili je previše toga pripisano logistici što zapravo i nije logistika. Od svih definicija može se reći da logistika podrazumijeva upravljanje tokovima i pohranu materijala, odnosno sve one aktivnosti koje su potrebne da finalni proizvod nastane i da dođe u ruke krajnjem korisniku kome je proizvod i namijenjen [1].

Kao mjerodavna definicija logistike, može se uzeti ona koju je prihvatilo Vijeće Europe, a koja glasi: "*Logistika bi se mogla definirati kao upravljanje tokovima robe i sirovina, procesima izrade završenih proizvoda i pridruženim informacijama od točke izvora do točke krajnje uporabe u skladu s potrebama kupca. U širem smislu logistika uključuje povrat i raspolaganje otpadnim tvarima.*" [1].

Logistika je prepoznata kao vrlo važno oružje poduzeća u borbi s konkurencijom za prednost na tržištu. Upravo je to razlog zbog čega poduzeća ako žele biti konkurentni moraju imati dobro definiranu strategiju poduzeća i svojih logističkih ciljeva [1].

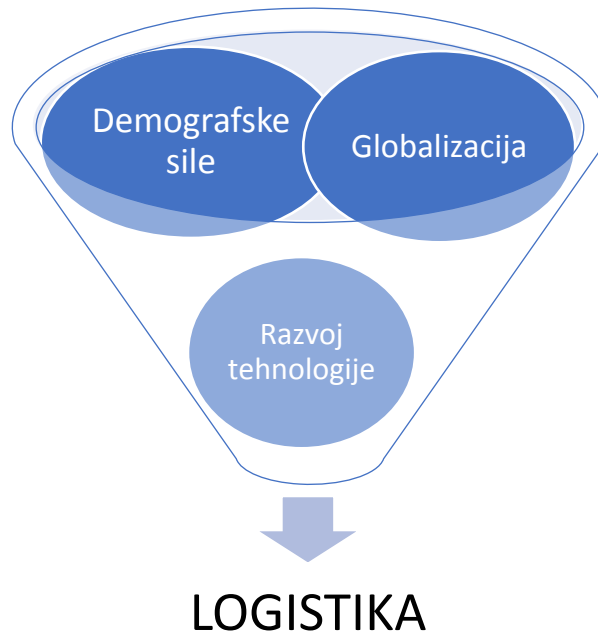
Čimbenici koji su utjecali na razvoj logistike su globalizacija<sup>1</sup>, demografske sile i informatizacija i kompjuterizacija što je kao posljedicu izazvalo razvoj informatičke tehnologije. [1]

Globalizacija je utjecala tako što su se pojavila nova tržišta te su se tako širila postojeća tržišta, što je dovelo do povećanja kretanja dobara. Povećanje ukupnog broja stanovništva na Zemlji dovelo je do drugačijeg vrednovanja radne snage odnosno do lakšeg pronalaska jeftine radne snage što je kasnije utjecalo na cijenu proizvoda. Informatizacija i kompjuterizacija imaju utjecaj na sve aspekte modernog načina života pa tako imaju i veliki utjecaj na logističke

---

<sup>1</sup> Proces kojim se u današnjem svijetu postupno ukidaju ograničenja protoka robe, usluga, ljudi i ideja među različitim državama i dijelovima svijeta.

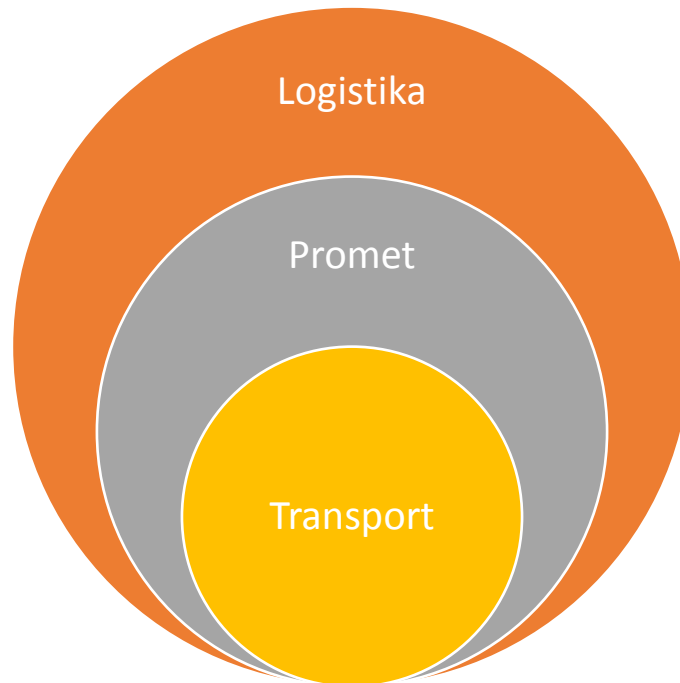
procesu. Brzi razvoj senzorskih, informacijskih i telekomunikacijskih tehnologija pružilo je mogućnost ostvarivanja veće ekonomske dobiti a da pri tom ne narušavaju ekološke i pravne norme. Takav način tehnologije danas je sastavni dio logistike [1].



**Slika 1.** Čimbenici razvoja logistike  
Izvor: [1]

Prije definiranja pojma transporta potrebno je jasno pojasniti razliku između prijevoza i transporta. Transport i transportnu djelatnost definira se i gleda s puno šireg aspekta jer on uz prijevoz obuhvaća i sve druge aktivnosti koje su vezane uz proces premještanja ljudi i dobara s jednog mjesta na drugo. Aktivnosti koje se vežu uz transport su: ukrcaj, prekrcaj, iskrcaj, pakiranje robe, izdavanje prijevoznih isprava..., dok bi se pod pojmom prijevoza smatralo stvarno fizičko premještanje ljudi i dobara od točke X do točke Y ne uključujući bilo kakve druge aktivnosti [1].

Logistiku i transport se ne može spominjati a da se izostavi pojam prometa (Slika 2.). Logistika, promet i transport su usko vezani te su bitni u cjelokupnom procesu. Promet se može opisati kao djelatnost u gospodarstvu koji ima za zadaću zadovoljiti potrebe za premještanjem ljudi i dobara u prostoru a pri tom uzimajući u obzir vrijeme. U tom procesu sadržani su prijevoz, transport, skladištenje i ostale aktivnosti [1].

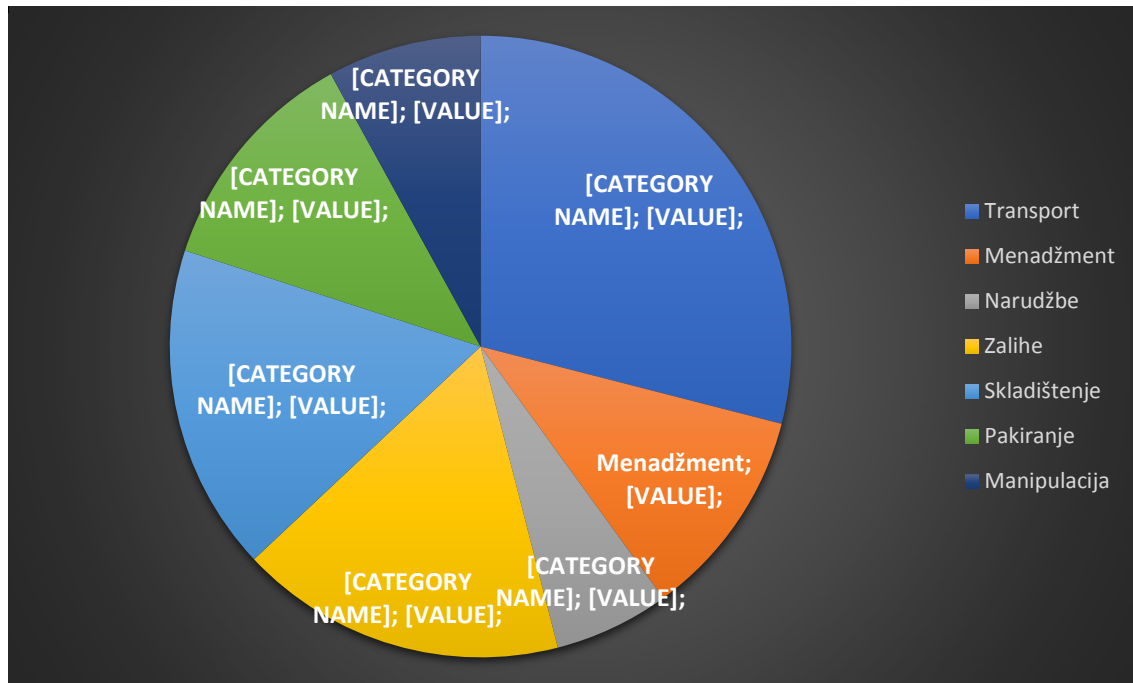


**Slika 2.** Logička povezanost problemskih područja

Izvor: [1]

Iz svega navedenog proizlazi da se prometna usluga razlikuje od transportne po tome što ona obuhvaća i neke daljnje uslužne komponente uz to što i podrazumijeva promjene mjesta robe [1].

Transportni sustav jedan je od najvažnijih karika u lancu u logističkim procesima. Kao što prikazuje Slika 3. na transport otpada i veliki dio ukupnih troškova u logistici, 29 % što je najviše od svih vrsta troškova koje proizvodi logistika [5].



**Slika 3.** Udio troškova u logistici

Izvor: [5]

Kada bi se transportna logistika promatrala kao jedan pojam može se zaključiti da je transportna logistika, kao jedna od ključnih faza opskrbnog lanca<sup>2</sup>, aktivnost koja povezuje sve ostale faze u opskrbnom lancu, počevši od početka stvaranja proizvoda pa do krajnjeg potrošača tog istog proizvoda.

Transportna logistika obuhvaća planiranje, upravljanje i nadzor nad svim procesima rukovanja s dobrima od samoga početka stvaranja proizvoda do isporuke robe s vrijednošću krajnjem potrošaču. Zbog toga transportna logistika ima vrlo važnu ulogu u opskrbnom lancu jer putem nje je moguće, raznim načinima suradnje karika u opskrbnom lancu, postići smanjenje troškova logistike te samim time biti konkurentniji i ostvarivati veću poslovnu dobit [3].

<sup>2</sup> Organizirani sustav koji omogućuje zadovoljenje potreba kupaca pritom ostvarujući dobit. Opskrbni lanac čine: kupci, dobavljači, proizvođači, logistika, distributeri, prijevoznici.

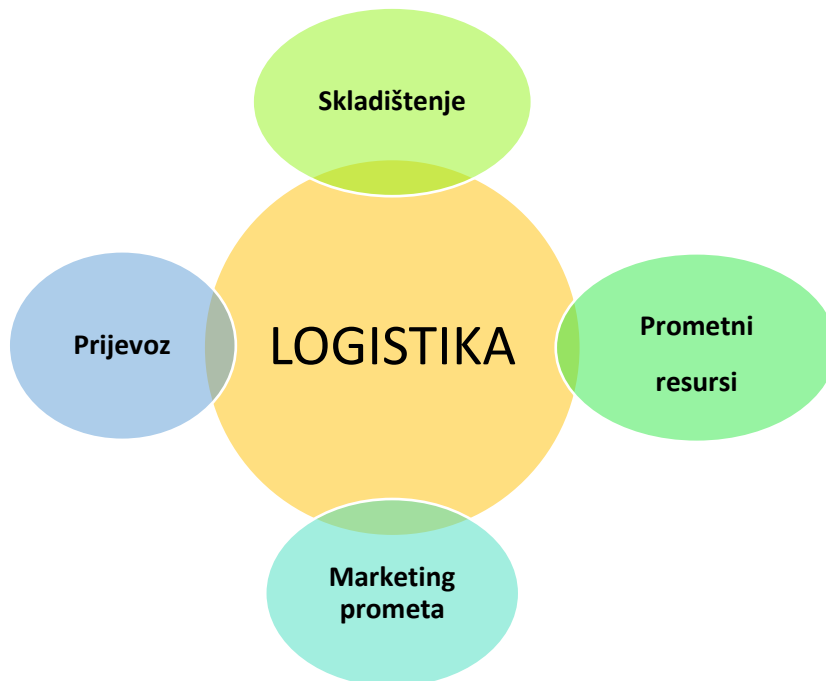
## 2.2. Zadaci transportne logistike

Glavni zadatak transportne logistike odnosno distribucijske logistike je, zajedno sa ostalim sudionicima logističkog procesa, krajnjem potrošaču omogućiti sustav "pravi proizvod na pravome mjestu u pravo vrijeme" ("*Just In Time*"). Takav sustav kreće od dobave potrebnih sirovina proizvođača do trenutka kada krajnji korisnik konzumira proizvod odnosno uslugu [1].

Transportna logistika mora biti efikasna i efektivna. Kada se kaže efikasna misli se na to da mora izvršiti zadatak koji je stavljen pred nju a kada se kaže efektivna misli se na to da mora taj zadatak izvršiti na najbolji mogući način [3]. Prema [3] u cilju zadovoljenja zahtjeva tj. ciljeva logistike postoje različiti koncepti:

- "Pravi proizvod na pravom mjestu u pravo vrijeme" (*JIT*)
- "Od vrata do vrata" ("*Door To Door*"-*DTD*)
- Povratna logistika...

Cilj transportne logistike je kontinuirano poboljšanje protoka supstrata i informacija kroz sustav, tako da se međusobnom koordinacijom elemenata sustava težnje za ostvarenjem vlastitih ciljeva pojedinih podsustava svedu na minimalnu razinu. Ispunjavanjem tog cilja postiže se sveukupni cilj sustava kao jedne cjeline [1].



**Slika 4.** Središnja uloga logistike

Izvor: [1]

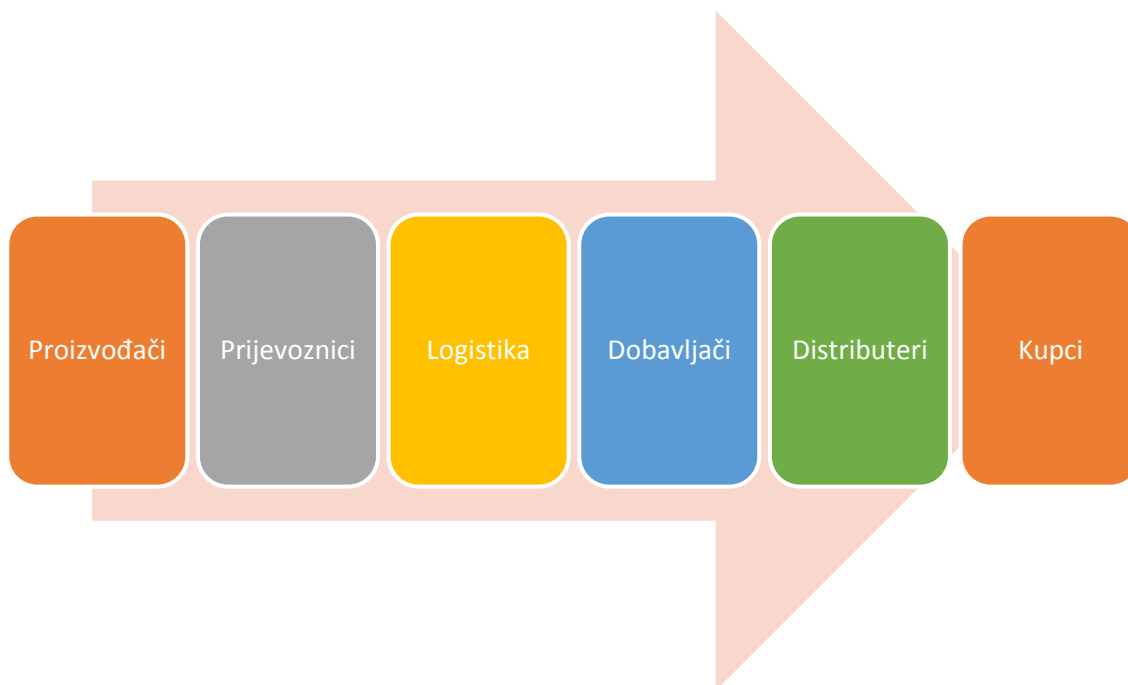


Kada se gleda iz percepcije kupca usluge ili proizvoda završni dio transporta – distribucija je najvažnija faza opskrbnog lanca jer kupci na temelju distribucije doživljavaju i ocjenjuju kvalitetu opskrbnog lanca u cjelini. Osim tokova roba prema kupcima, distribucija obuhvaća i tokova prilikom povratka robe te isto tako i tokove otpadnog materijala [1].

Distribucija, kao jedna od bitnijih faza transportne logistike, također mora zadovoljiti svoje zadatke kako bi procesni lanac bio učinkovit. Prema [1] temeljni zadaci distribucije su:

- 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
- stvaranje i mijenjanje navika potrošača

Osnovna svrha distribucije kao djelatnosti je omogućiti dostupnost tražene robe odnosno proizvoda ili usluga koje tržište zahtijeva, i količinu koju traži, na odgovarajućoj lokaciji te u dogovoreno vrijeme [1].



**Slika 5.** Karike u opskrbnom lancu

Može se zaključiti da postoji više ciljeva transportne logistike. Međutim, ti ciljevi bi se najjednostavnije mogli pojasniti kao težnja "spajanju" mjesta proizvodnje s mjestom potrošnje dobara. Ta mjesta su prostorno udaljena i zbog toga traže način da se "spoje". Tražeći način spajanja mjesta proizvodnje i potrošnje dobara nastala je logistika a samim time i transportna logistika. To je ujedno zadatak i cilj transportne logistike [3].

### **2.3. Transportna logistika u urbanim područjima**

Kao što je već navedeno transportna logistika podrazumijevala bi sveukupne procese i aktivnosti u rukovanju s dobrima od samog početka nastanak proizvoda pa do dolaska proizvoda do krajnjeg korisnika. Kao dio transportne logistike odnosno transporta, distribucija ima također važnu ulogu u ukupnom procesu.

Pojam distribucija, prema opće prihvaćenoj definiciji Međunarodne trgovinske komore predloženoj 1947. godine, glasi: *"Distribucija je stadij koji slijedi proizvodnju dobara od trenutka kada su ona komercijalizirana do njihove 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].

Distribucijska logistika sačinjava proces prijenosa gotovih proizvoda od trenutka kada je proizvod proizveden i ima svoju cijenu na tržištu – gotov proizvod pa do njegovog mjesta proizvodnje. To mjesto proizvodnje najčešće se nalazi u urbanim područjima [6].

Distribucija gotovih proizvoda u gradska središta postaje sve popularnija odnosno u velikom je porastu. To ima svoje pozitivne strane ali i puno mana i opasnosti za okruženje. Zbog toga porast distribucije u gradska središta rezultiralo je zagušenjima u prometu, zastojećima, bukom, povećanje emisije štetnih plinova i prometne nezgode koje stvaraju dostavna vozila [6].

Logistika u urbanim područjima ima za cilj optimizirati cjelokupni logistički sustav unutar gradskog područja te tako povećati kvalitetu života u gradu a da pritom ne narušava kvalitetu same distribucije. Na temelju toga može se definirati da logistika u urbanim područjima je proces optimizacije logističkih i transportnih aktivnosti pojedinih tvrtki u nekom urbanom području, pritom uvažavajući prometne, ekološke i energetske čimbenike [6].

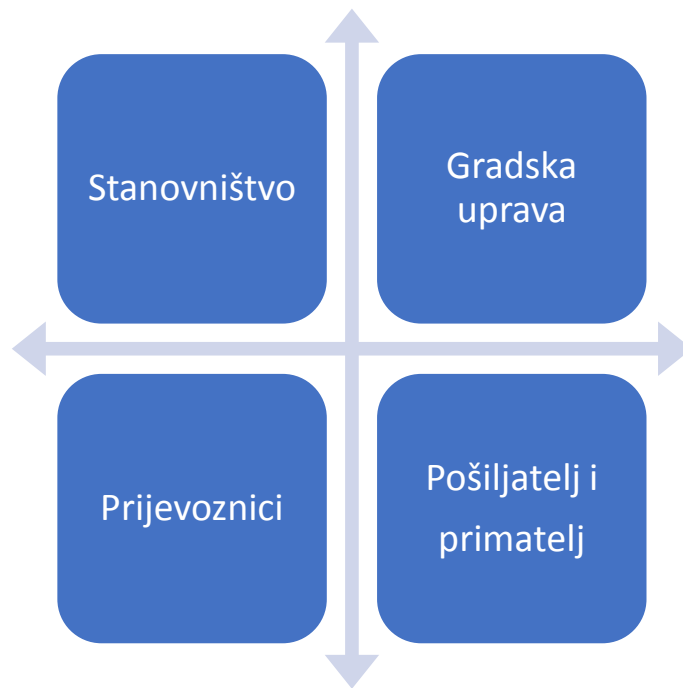


### 2.3.1. Čimbenici u procesima distribucije roba u urbana područja

Svaki sudionik koji sudjeluje u procesu distribucije u urbanu sredinu ima svoje specifične zahtjeve i ciljeve koji su u dosta slučajeva međusobno u sukobu. Iako su u sukobu svaki sudionik procesa distribucije ima u cilju razvoj gradske logistike jer ona ima direktan utjecaj i na njihovu kvalitetu funkcioniranja [6].

Ključni čimbenici koje navodi [6] u procesima distribucije roba u urbana područja su:

- stanovništvo
- gradska uprava
- pošiljatelji i primatelji
- prijevoznici



**Slika 6.** Ključni čimbenici u procesima distribucije roba u urbana područja

Izvor: [6]

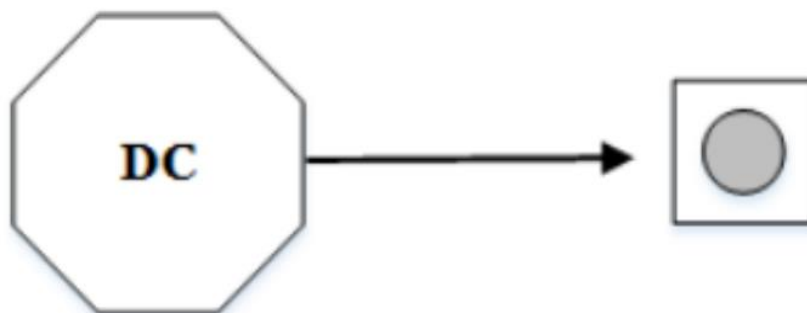
### 2.3.2. Generatori gradskih logističkih tokova

Glavni generatori logističkih tokova u urbanim područjima su svi oni objekti koji obavljaju neku funkciju i koji time iniciraju neki oblik logistike odnosno zahtijevaju prijevoz, skladištenje, prekrcaj, držanje zaliha i pakiranja. Može se zaključiti da su u gradskim sredinama glavni generatori logističkih tokova trgovine, industrija, ustanove i kućanstva [6].

Opskrba gradova prema [6] se obavlja putem jednog od osnovna tri sustava:

- centralizirani sustav
- decentralizirani sustav
- hibridni sustav

Centralizirani sustav opskrbe gradova podrazumijeva sve isporuke robe do određenog generatora, u ovome radu riječ je o dostavi paketa na adrese primatelja, iz jednog distributivnog centra<sup>3</sup> (Slika 7). Ovakav način opskrbe ima za prednost to što je kvaliteta usluge povećana a samim time i kontrola dostave, praćenje robe (paketa) je kvalitetnije te se uspostavlja direktan kontakt s potrošačima te se tako mogu dobiti informacije s čime korisnik nije zadovoljan te na temelju tih informacija mogu se napraviti poboljšanja. Nedostatak ovakvog sustava opskrbe je što se dosta se vremena troši na dostavu [7].

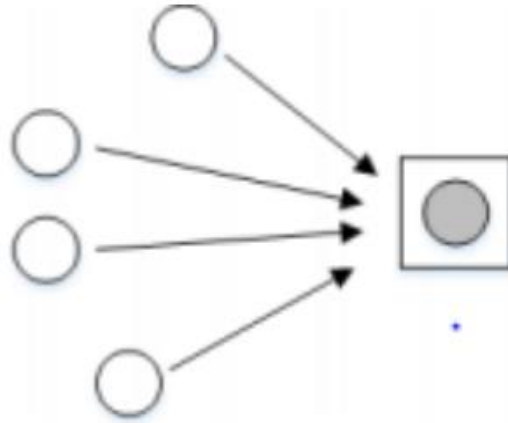


**Slika 7.** Centralizirani sustav opskrbe [5]

---

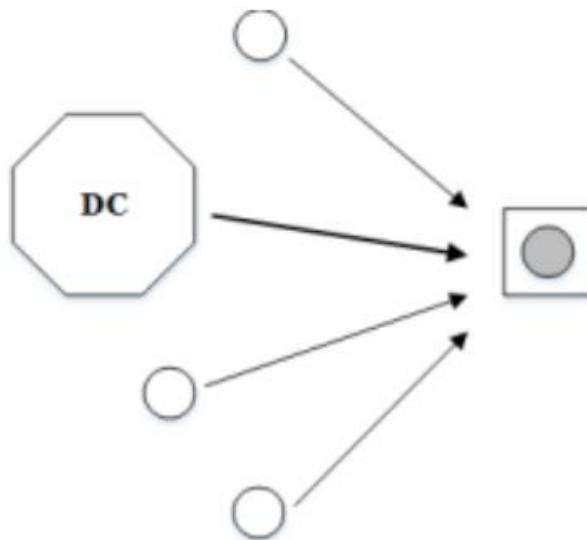
<sup>3</sup> DC- univerzalno skladište u kojem se obavljaju manipulacije robom u cilju što brže dopreme robe krajnjem potrošaču.

Decentralizirani sustav opskrbe gradova različit je od centraliziranog po tome što generatori logističkih tokova preuzimaju robu od različitih pružatelja usluga koju su međusobno neovisni (Slika 8.). [7]



**Slika 8.** Decentralizirani sustav opskrbe [5]

Hibridni sustav opskrbe je kombinacija decentraliziranog sustava opskrbe i centraliziranog sustava opskrbe (Slika 9.) [7].



**Slika 9.** Decentralizirani sustav opskrbe [7]

## 2.4. Trendovi u transportnoj logistici

Razvojem cjelokupne logistike pojavljuju se svakodnevno i novi trendovi u logistici pa samim time javljaju se i novi načini rada u transportnoj logistici. Trendovi u logistici se svakodnevno mijenjaju i napreduju te tako izmjenjuju sliku logističkih procesa. Može se reći da napredak logistike prati napredak drugih gospodarskih grana. Promjene i napredak drugih djelatnosti automatski mijenja izgled logistike i obrnuto.

Prema [3] trendovi u prijevoznom sustavu obilježavaju određene karakteristike:

- **Rast potražnje** – rast potražnje se očituje rastom zahtijeva za prijevozom putnika i tereta. Sukladno povećanju prevezenih putnika i tereta raste i broj pređenih kilometara.
- **Smanjenje troškova** – prijevozni troškovi imaju trend pada tijekom zadnjih desetljeća. To se odnosi i na skupe oblike prijevoza kao što su prijevoz zrakoplovom.
- **Proširenje infrastrukture** – da bi prije navedeni trendovi mogli biti provedeni oni uvjetuju postojanje infrastrukture koja mora biti kvalitetna i dostupna.

### 2.4.1. Trendovi u logistici nakon ulaska Hrvatske u Europsku uniju

Od 1. srpnja 2013. godine, kada je Republika Hrvatska ušla među članice Europske unije, prisutan je povećani interes stranih kompanija da za svoje logističko središte, u ovom dijelu Europe, odaberu Hrvatsku. Zahvaljujući svom zemljopisnom položaju Hrvatska je vrlo zanimljiva kompanijama, koje svoju distributivnu mrežu šire na područje zapadnog Balkana, u logističkom i distributivnom smislu [8].

Dolaskom u Hrvatsku strane kompanije su ubrzale implementaciju novih trendova koji su nužni da bi se logistika nastavila razvijati u željenom smjeru. Trendovi koji su došli ulaskom Hrvatske u Europsku uniju prema [8] su:

- **Outsourcing:** danas se u Hrvatskoj o *Outsourcingu*<sup>4</sup> govori kao jedan od načina kako učiniti poslovanje efektivnijim i jeftinijim. Takav trend se pokazao nezaobilaznom metodom svake ozbiljne kompanije. *Outsourcing* je u hrvatskom poslovnom okruženju prihvaćen ali nedovoljno iskorišten trend moderne logistike. Svaka kompanija bi trebala biti usredotočena na svoju temeljnu djelatnost, a da bi se to i postiglo kompanije daju u *Outsourcing* neke dijelove poslovanja.

---

<sup>4</sup> Davanje određenog posla vanjskom suradniku.

- **Norma kvalitete:** usvajanje i implementacija sustava upravljanja u skladu s normama kvalitete i zaštite okoliša te usvajanje normi industrije široke potrošnje kao i potvrda pouzdanosti i kvaliteta poslovanja (ISO 9001<sup>5</sup>).
- **Napredne tehnologije:** okretanje logistike naprednim tehnologijama daju kao rezultat poboljšanje logističkih procesa. Primjer tog trenda nalazi se u distribuciji pošiljaka gdje se naprednim informatičkim rješenjima postiže optimizacija i veće iskorištenje transportnih resursa što isporuku pošiljaka čini puno efikasnijom i efektivnijom.
- **Briga o zaposlenicima:** možda i najvažniji segment logističkih procesa je briga o radnicima i njihovim željama. Svojom predanošću zadacima, pristupom kupcima i pronalaskom rješenja za trenutne probleme predstavljaju čvrste temelje svake organizacije pa tako i logističke.

#### 2.4.2. Trendovi budućnosti logistike

Prihodi u razvijajućim gospodarstvima i dalje brzo rastu a samim time raste i postotak globalnog BDP-a<sup>6</sup>. Makro-ekonomske promjene i promjene u načinu trgovine imaju veliki utjecaj na funkcioniranje globalnih opskrbnih lanaca tako da pružaju nove mogućnosti i izazove [9].

Trendovi koji će u logistici direktno utjecati na promjene načina trgovanja, ponašanje kupaca ili rast BDP-a su [9]: **Modeli razvoja:** logistika će se razvijati i u ostalim, manje razvijenim, dijelovima svijeta te će logistika biti dinamična i nepredvidiva. Zbog toga infrastruktura će postati glavni preduvjet za razvoj; **Fleksibilnost:** zahtjevi kupca će morati biti zadovoljeni, bez obzira na okolnosti; **Globalizacija; Nearshoring:** temelji se na prelasku poslovanja u susjednu zemlju radi jeftinije radne snage, koja pruža istu stručnost, bez utjecaja na kvalitetu i vremenske rokove; **Višekanalna nabava (Multi-channel sourcing):** krajnji potrošači sve više rade nabavu putem više kanala te će zbog toga logistika trebati podržavati višekanalnu strategiju svojih korisnika; **Napredne informacijske tehnologije; Održivost:** korisnici sve više preferiraju održive načine poslovanja koje ima pozitivan utjecaj na okolinu; **Partnerstva; End-to-end vidljivost:** planiranje prema potražnji; **Kompleksnost opskrbnog lanca**

---

<sup>5</sup> Sustavi upravljanja kvalitetom.

<sup>6</sup> Bruto domaći proizvod: indikator koji pokazuje vrijednost usluga i dobara proizvedenih u određenoj zemlji i godini dana. Izražava se u novčanim jedinicama.

### 2.4.3. Primjeri trendova u transportnoj logistici

U nastavku će biti prikazani primjeri u suvremenoj transportnoj logistici koji se primjenjuju ili će uskoro biti primijenjeni.

#### 2.4.3.1. PostNord isporučuje pakete u domove primatelja

Norveški i švedski pružatelj poštanskih usluga – *PostNord*, udružio se s proizvođačem ulaznih vrata *Abloy* te su ponudili svojim korisnicima uslugu koja omogućuje dostavu paketa u domove korisnika bez obzira nalazi li se tko u domu (*In-door delivery*). Korisnici koji posjeduju specijaliziranu digitalnu bravu nakon što se registriraju mogu koristiti uslugu, te im je omogućena dostava unutar doma. Usluga se koristi tako da dostavljač prilikom dostave dobiva jednokratnu lozinku<sup>7</sup> s kojom otključava digitalnu bravu, ostavlja pošiljku te odlazi. Nakon toga primatelju stiže obavijest na pametni telefon da je paket u njegovom domu [10].

#### 2.4.3.2. Swiss Post pokreće uslugu dostave pošiljaka u automobil

Trgovina koja se bavi prodajom putem interneta *LeShop.ch*, proizvođač automobila *Volvo* i Švicarska pošta-*Swis Post* udruženi pružaju uslugu dostave pošiljaka u automobile (*In-car Delivery*). Vlasnici *Volvo* automobila se jednostavno registriraju, te kada imaju paket koji im se treba dostaviti dostavljač locira njihov automobil putem GPS uređaja<sup>8</sup> te dobiva jednokratnu lozinku pomoću koje otključava prtljažnik vozila te ostavlja paket (Slika 10). Primatelj zatim dobiva obavijest na svoj pametni telefon da je dostava uspješno izvršena [11].



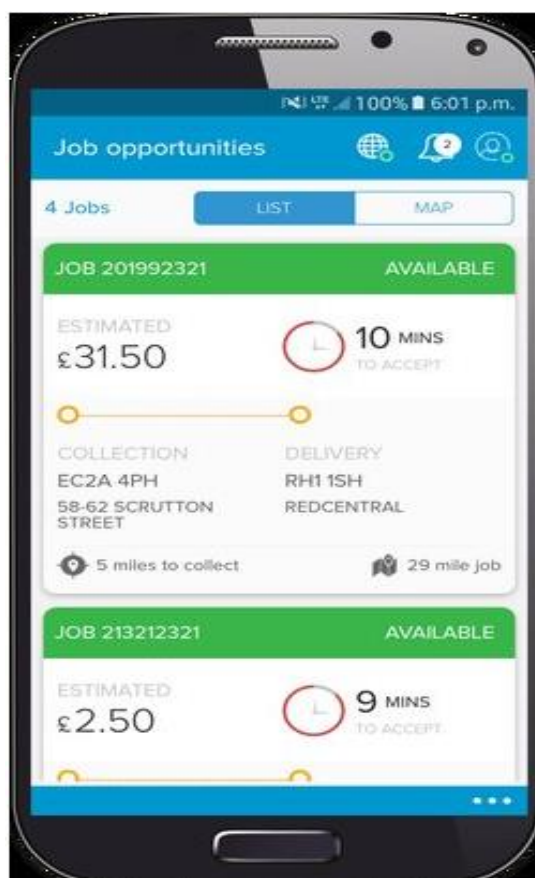
Slika 10. *In-car Delivery* [11]

<sup>7</sup> Jednokratna lozinka koristi se za potvrdu identiteta te je ograničenog vremenskog trajanja.

<sup>8</sup> Uređaj koji putem satelita daje koordinate određene lokacije na Zemlji.

### 2.4.3.3. Aplikacija za kurirske usluge

Tvrtka *LastMileLink Technologies* osmislila je novu aplikaciju koja će olakšati kurirske poslove (Slika 11). Aplikacija pruža kuririma<sup>9</sup> na pametnim telefonima optimalan raspored prikupa i dostave pošiljaka, optimalnu rutu, njihovu kilometražu, njihovu zaradu na dnevnoj, tjednoj i mjesečnoj bazi, te im daje točke prikupa ili dostave samo one koje su njima povoljne, odnosno ako im točke prikupa ili dostave nisu povoljne aplikacija te točke zadaje drugim kuririma. Aplikacija ima za cilj smanjiti troškove voznog parka, povećati učinkovitost kurira i pružiti korisnicima kvalitetnu uslugu [12].



Slika 11. Aplikacija za kurirske poslove [12]

<sup>9</sup> Osobe koje dostavljaju ili preuzimaju pošiljke, brže od redovne poštanske službe.

#### 2.4.3.4. Četveronogi robot za isporuku paketa

U Kanadi je tvrtka *Google Dynamics* predstavila elektronički četveronogi robot u obliku psa nazvanog *SpotMini* (Slika 12). Robot je trenutno još u fazi razvijanja i u mogućnosti je ispunjavati zapovjedi za dostavu paketa unutar kuće s paketom pričvršćenim na leđa. Robot ima sposobnost održavanja ravnoteže, pomicanja bočno, trčanja i skakanja. Tvrtka razvija još čitavi niz robota od kojih neki imaju mogućnost podizanja i nošenja paketa mase do 45 kilograma [13].



Slika 12. Četveronogi robot [13]

#### 2.4.3.5. Inovacije dostavnih vozila

Globalna američka logistička tvrtka UPS planira uložiti više od 90 milijuna dolara u širenje voznog parka koji će biti pogonjen prirodnim plinom (Slika 13). Također UPS će diljem Sjeverne Amerike izgraditi mrežu CNG<sup>10</sup> benzinskih postaja kako bi vozilima s pogonom na prirodni plin bilo dostupno korištenje prirodnog plina. UPS raspolaže sa 4.400 vozila na prirodni plin [14].

---

<sup>10</sup> Komprimirani prirodni plin





**Slika 13.** UPS-ov tegljač na prirodni plin [14]

Član društva Njemačke pošte (*Deutsche Post*) DHL isprobava specijalizirano električno vozilo s prikolicom koje je namijenjeno za gradsku dostavu nazvan *Cubicycles* (Slika 14.). Takvo vozilo može na prikolici nositi prilagođene spremnike nosivosti do 125 kilograma. Spremnici nisu fiksni te se za kratko vrijeme mogu zamijeniti. Vozila nude niz pogodnosti u dostavama jer mogu zaobići gradske gužve na prometnicama i doći čak za duplo manje vremena nego je to potrebno motornim vozilima. Također trošak njihovih održavanja je puno manji od motornih vozila i što je najvažnije stvaraju nula emisija ispušnih plinova [15].



**Slika 14.** *Cubicycles* [15]

Jedan od najvećih svjetskih logističkih pružatelja usluga DHL, član grupe *Deutsche Post*, najavio je da će do 2050. godine svesti emisiju štetnih ispušnih plinova na nula. Akcija se naziva *GoGreen* i temelji se na korištenju prirodnih izvora energije [16].

### 3. UPRAVLJANJE VOZNYM PARKOM

Vozni park podrazumijeva ukupan broj svih vozila koja sudjeluju u obavljanju neke djelatnosti određenog poduzeća u čijem se vlasništvu nalaze vozila. Vozila koja su dio voznog parka mogu biti: autobusi, teretna vozila s priključnim dijelovima, automobili, bicikli, mopedi, viličari, radni strojevi i ostala vozila. Vozni park možemo koristiti za djelatnost obavljanja javnog prijevoza ili za prijevoz za vlastite potrebe. Davanjem usluge javnog prijevoza prijevoz se naplaćuje po unaprijed određenim tarifama dok kod prijevoza za vlastite potrebe prijevozna sredstva se koriste samo za potrebe poslovne organizacije. Ustrojstvo voznog parka je određeno po teritorijalnoj podjeli i/ili po organizacijskim jedinicama. Ustrojstvo voznog parka po teritorijalnoj podjeli obuhvaća obavljanje prijevoza samo na određenom teritoriju koji je definiran unutar svake organizacije. Ustrojstvo voznog parka po organizacijskim jedinicama može biti s fiksnim rutama ili promjenjivim što ovisi o potražnji [17].

Upravljanje voznyim parkom (*Fleet Management*) je funkcija koja poslovnim organizacijama, kojima je glavna djelatnost transport ili im je transport pomoćna djelatnost pomoću koje obavljaju neku drugu djelatnost, omogućuje niz mogućnosti kao što su uklanjanje ili minimiziranje rizika povezanih s ulaganjem u vozilo, poboljšanje učinkovitosti i produktivnosti te smanjenje ukupnih troškova prijevoza i radnika. Upravljanje voznyim parkom može biti unutar firme ali isto tako može se dati vanjskom pružatelju koji će upravljati voznyim parkom (*Outsourcing*). [18]

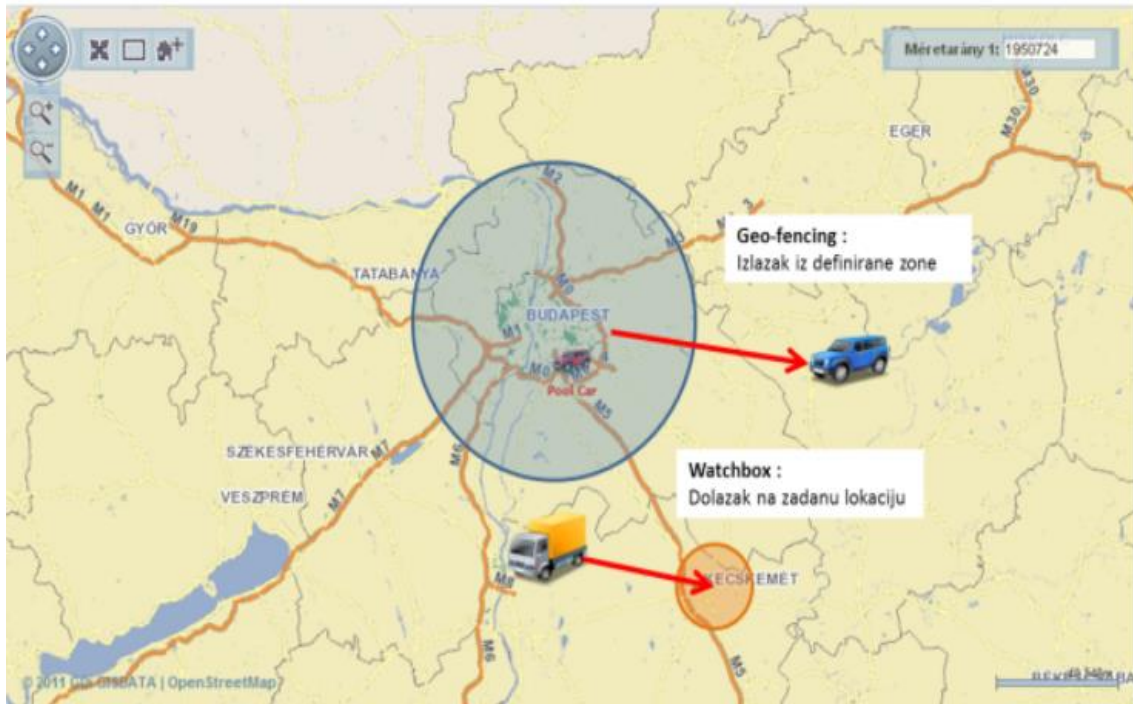
Prednosti koje sustav upravljanja voznyim parkom omogućuje prema [19] su:

- nadzor vozila u svakom trenutku putem GPS uređaja (Slika 15.)
- veća iskorištenost voznog parka
- manje troškova nastalih komunikacijom
- smanjenje pogonskih troškova
- kontrola vozača

U smjernicama za upravljanje voznyim parkom službenih vozila koje je izradilo Ministarstvo uprave 2017. godine stoji da poslovi upravljanja voznyim parkom obuhvaćaju [20]:

- organizaciju i nadzor održavanja službenih automobila u voznyim parku
- koordinaciju i raspored korištenja službenih automobila
- organizaciju obavljanja tehničkog pregleda, registracije i vođenje računa o obnavljanju obveznog auto osiguranja službenih automobila
- sudjelovanje u izradi godišnjih planova nabave i rashoda za vozni park

- nabavu vezanu za opremanje, održavanje i upravljanje voznim parkom
- vođenje evidencije korištenja i održavanja službenih automobila
- evidentiranje štetnih događaja
- nadzor provođenja zadanih normi i standarda u korištenju i održavanju službenih automobila
- poslove odjave i rashodovanja službenih automobila
- izradu svih propisanih izvješća i obrazaca o korištenju službenih automobila kako je propisano internim aktom



**Slika 15.** Prikaz pozicije vozila sa željenim informacijama [19]

Informacijski sustav nadzora i praćenja automobila putem GPS uređaja (Slika 15.) koristi se za upravljanje troškovima, a posebno se to odnosi na organizacije s većim brojem vozila, u cilju pomoći u slučaju otuđenja vozila, poticanja sigurne vožnje, opravdanost za prekovremeni rad, detektiranje neplaniranog zaustavljanja i skretanja s unaprijed dogovorene i utvrđene rute, olakšavanje rad dispečerima i voditeljima voznog parka, smanjenje papirologije i povećanje točnosti podataka [20].

Upravljanje voznim parkom ima za cilj mnogobrojne zadatke koji u konačnici donose brojne prednosti poslovanju poslovne organizacije. Neki od tih zadataka navedeni su na Slici 16.



**Slika 16.** Zadaci upravljanja voznim parkom

Izvor: [20]

### 3.1. Sastav voznog parka

Svaki vozni park sastoji se od različitih vozila zbog toga što svako vozilo je namijenjeno za različitu svrhu. Tako se vozni park sastoji od motornih vozila, njihovih priključnih sredstava koja imaju različite karakteristike i bezmotornih vozila.

Jedna od važnijih značajki voznog parka je homogenost odnosno heterogenost voznog parka. Kada bi vozila u voznom parku bila istih marki, tipova i eksploatacijskih značajki tada bi taj vozni park bio homogen [2].

Danas je gotovo nemoguća takva situacija zbog ubrzanog razvoja i napretka tehnologija što se odražava ne eksploatacijske karakteristike vozila te zbog toga heterogeni vozni parkovi su sasvim normalna pojava.

Osnovni eksploatacijski parametri teretnih motornih vozila prema [2] su:

- specifična snaga motora
- koeficijent kompaktnosti
- koeficijent iskorištenja mase vozila
- koeficijent iskorištenja gabaritne površine vozila
- nosivost teretnog vozila
- specifična površinska nosivost vozila
- specifična volumenska nosivost
- koeficijent iskorištenja volumenske nosivosti
- kapacitet

Prema istraživanjima koja su napravljena kod organizacija iz cijelog svijeta, koja posjeduju vlastita vozila, vozni park se može podijeliti prema nekoliko kriterija. Prvi kriterij govori o veličini sastava voznog parka te prema toj podjeli vozni park se dijeli na [4]:

- prijevoznici s flotom do 20 vozila, mala flota
- prijevoznici s flotom od 20 do 99 vozila, srednja flota
- prijevoznici s flotom od 100 do 499 vozila, velika flota
- prijevoznici s flotom većom od 500 vozila, veoma velika flota

Drugi kriterij koji govori o nekoj od mogućih podjela voznog parka je podjela na vozila koja obavljaju djelatnost na lokalnoj razini, regionalnoj razini te na državnoj razini. Vozila koja obavljaju djelatnost na lokalnoj razini obavljaju zadatke na području grada, regionalna razina obuhvaća područje neke regije dok državna razina obuhvaća vozila na teritoriju cijele države [4].

Treći kriterij odnosi se na karakteristične dnevne rute vozila. Tu se trebaju razlikovati vozila koja imaju unaprijed određene fiksne rute te ona vozila koja imaju promjenjive rute koje ovise o potrebama korisnika [4].

Četvrti kriterij odnosi se na vremenski okvir dostave pošiljaka kojeg prema [4] možemo raščlaniti na tri kategorije:

- vremenski okvir s velikim vremenom kašnjenja
- vremenski okvir s niskim vremenom kašnjenja
- vremenski okvira s kombinacijom prve dvije kategorije koji ovisi o prioritetu i karakteristikama pošiljaka i uvjetima dostave

### **3.2. Čimbenici koji utječu na upravljanje voznim parkom**

Da bi se moglo kvalitetno upravljati voznim parkom moraju se dobro poznavati čimbenici koji utječu na upravljanje. Preduvjet poznavanju čimbenika je posjedovanje kvalitetnih informacija i kvalitetna obrada tih istih informacija koje će olakšati donošenje odluka. Kao ključni elementi koji imaju utjecaja na upravljanje voznim parkom mogu se izdvojiti [17]:

- poznavanje potražnje za transportnim uslugama
- upravljanje radom vozila
- upravljanje radnim vremenima radnika

Mogućnost kvalitetnog upravljanja transportnim procesima ovisi o poznavanju količine potražnje na tržištu. Na temelju poznavanja potražnje može se kvalitetno planirati i upravljati voznim parkom odnosno može se znati kolikim brojem vozila se može odgovoriti na postojeću potražnju [17].

Kvalitetna organizacija upravljanja sa vozilima u velikoj mjeri se odražava na profitabilnost poslovanja. Prilikom organizacije bitna činjenica je ima li poduzeće unaprijed ugovorene količine robe koje treba prevesti u određenom razdoblju. U slučaju da ima može ponuditi i manju cijenu prijevoza jer ima siguran posao odnosno automatski manji rizik

poslovanja. Ovdje ključnu ulogu imaju rukovodeći ljudi poslovne organizacije jer su oni ti koji dogovaraju i usklađuju poslove [17].

Upravljanje radnim vremenom radnika striktno je definirano posebnim zakonom o radnom vremenu vozača, obaveznim odmorima i uređajima za bilježenje kretanja vozila. Ovdje je vrlo važno što kvalitetno organizirati radno vrijeme vozača kako bi se zadovoljili poslovni zadaci a da pritom se ne narušavaju prava vozača.

## 4. INTUITIVNO ODREĐIVANJE RUTA

### 4.1. Općenito o intuitivnom određivanju ruta

U ovome poglavlju analizirat će se rute koje je vozač, prilikom dostave pošiljaka u urbanom području, odabirao vlastitom intuicijom na temelju iskustva i vlastitog nahođenja. To bi značilo da je sam odabirao rute kojima će se kretati bez da mu je unaprijed netko odredio rutu.

Intuicija bi bila neposredno, izravno sagledavanje, bez diskurzivnog<sup>11</sup> mišljenja, odnosno izravno spoznavanje. Postoji i definicija da je intuicija manje ili više točan osjećaj za ono što se još nije dogodilo, što tek slijedi [21].

Kao što je već prije navedeno analizirat će se tri dana dostave – ponedjeljak, srijeda i petak. Svaki od tri dana ima različite lokacije i različiti broj paketa za uručiti primatelju. Dostava se obavlja na užem i širem području grada Pule.

Vozilo koje se koristi za dostavu je lako dostavno vozilo te u analiziranim slučajevima nema problema s kapacitetom vozila. Tip motora koje koristi dostavno vozilo je *Diesel* a njegova prosječna potrošnja iznosi 7,5 litara na 100 (sto) pređenih kilometara. Taj podatak je dobiven od stvarnih dostavljač te je realan. Na dan 23. svibnja 2017. godine cijena jedne litre *Dieselskog* goriva na poznatoj domaćoj benzinskoj postaji iznosila je 8,57 kuna te su prema toj cijeni rađene analize.

Vrijednost servisnog vremena odnosno vremena koje je dostavljaču u prosjeku potrebno da uruči paket uzimao sam pet minuta. Servisno vrijeme se još može opisati kao vrijeme koje dostavljač provede izvan vozila za vrijeme trajanja rute.

---

<sup>11</sup> Diskurzivno-suprotno od intuitivnog





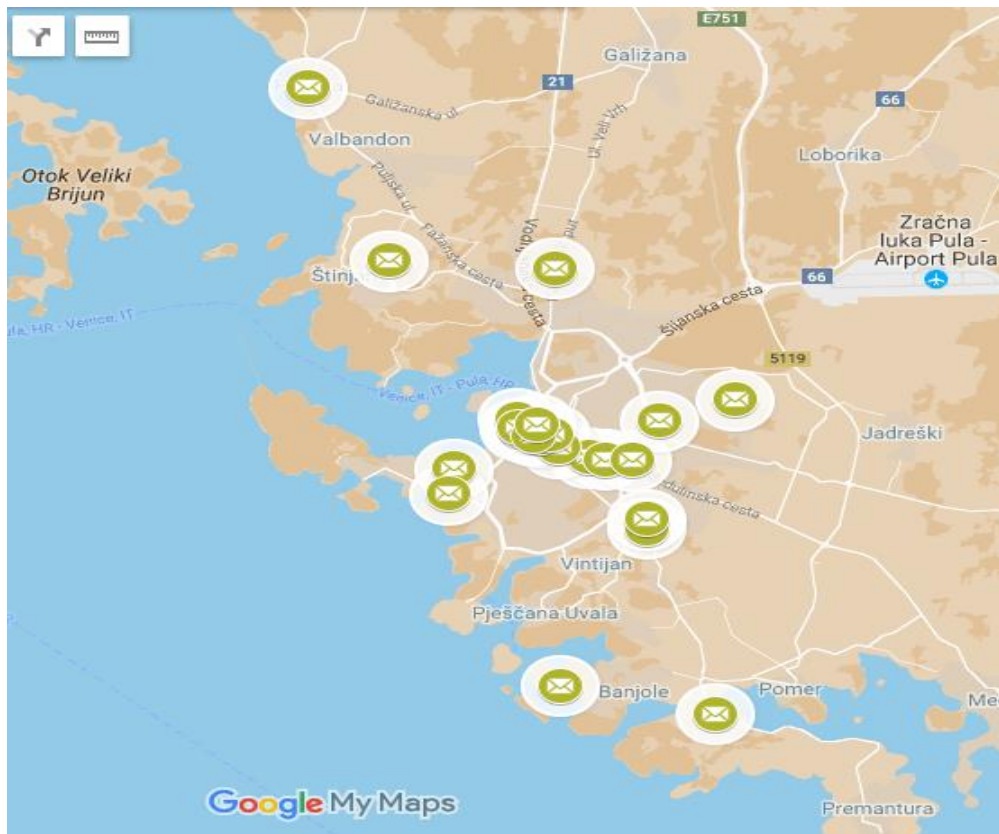
Tablica 1. prikazuje SWOT analizu koja otkriva snage, slabosti, prilike i prijetnje intuitivnog načina odabira ruta. Može se primijetiti da je više slabosti i prijetnji od snaga i prilika intuitivnog rutiranja. Najveća pozitivna snaga intuitivnog rutiranja je u tome što je potpuno besplatno a najveća negativna činjenica je ta što su dosta veći troškovi u usporedbi s ostalim načinima rutiranja.

**Tablica 1.** SWOT analiza intuitivnog načina rutiranja

SNAGE (+)	SLABOSTI (-)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- dobro poznavanje ulica dostavljača</li> <li>- poznavanje prečaca koji programski alati ne prepoznaju</li> <li>- poznavanje povoljnih parkirnih mjesta prilikom dostave</li> <li>- iskustvo dostavljača</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nepoznavanje područja dostave od strane dostavljača</li> <li>- neiskustvo dostavljača</li> <li>- nemogućnost odabira optimalnog redosljeda dostave</li> <li>- potrebno vrijeme da dostavljač upozna područje</li> <li>- slabija moć prosuđivanja dostavljača koja je ruta kraća</li> <li>- dostavljači koji ni ne pokušavaju ići što kraćom rutom</li> </ul>
PRILIKE (+)	PRIJETNJE (-)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- nisu potrebni skupi programski alati</li> <li>- nisu potrebna održavanja</li> <li>- prilagodljiv nepredviđenim događajima u prometu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- veća prijeđena kilometraža</li> <li>- veće vrijeme trajanja rute</li> <li>- više potrošenog goriva</li> <li>- staromodan način određivanja ruta</li> </ul>

## 4.2. Analiza ruta odabranih intuicijom vozača

Slika 17. prikazuje lokacije na koju je potrebno izvršiti uručenje pošiljaka. Ukupno ima 22 lokacije na koje je potrebno izvršiti dostavu te se vozilo vraća u početnu točku i iz koje je krenuo u dostavu.



**Slika 17.** Lokacije mjesta dostave za ponedjeljak

Izvor: Autor prilagodio Google Maps-u

U Tablici 2. prikazane su značajke rute za ponedjeljak pa tako se vidi da je intuitivnim odabirom rute ukupno pređeno 60,42 kilometra s ukupnim trajanjem rute od 4 sata i 4 minute. Od toga je vrijeme vožnje<sup>12</sup> 2 sata i 14 minuta a servisno vrijeme<sup>13</sup> 1 sat i 50 minuta. Za to je bilo potrebno 4,53 litre goriva što je bio trošak od 38,84 kune. Prosječna brzina vožnje je iznosila 27,09 km/h.

<sup>12</sup> Vrijeme vožnje-ukupno vrijeme u kojem je vozilo bilo u pokretu

<sup>13</sup> Servisno vrijeme-vrijeme od trenutka zaustavljanja vozila radi procesa uručjenja pošiljke pa do ponovnog pokretanja vozila

**Tablica 2.** Pregled rute intuitivnim načinom dostave u ponedjeljak

<b>Dan dostave</b>	Ponedjeljak
<b>Broj odredišta</b>	22
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	22
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	60,42
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,8
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	2,23
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	4,06
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	27,09
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	4,53
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	38,84

Slika 18. prikazuje lokacije dostave za srijedu. Ukupno ima 15 lokacija za obaviti dostavu. Lokacije se uglavnom nalaze na užem području grada Pule dok su neke na širem području grada Pule.



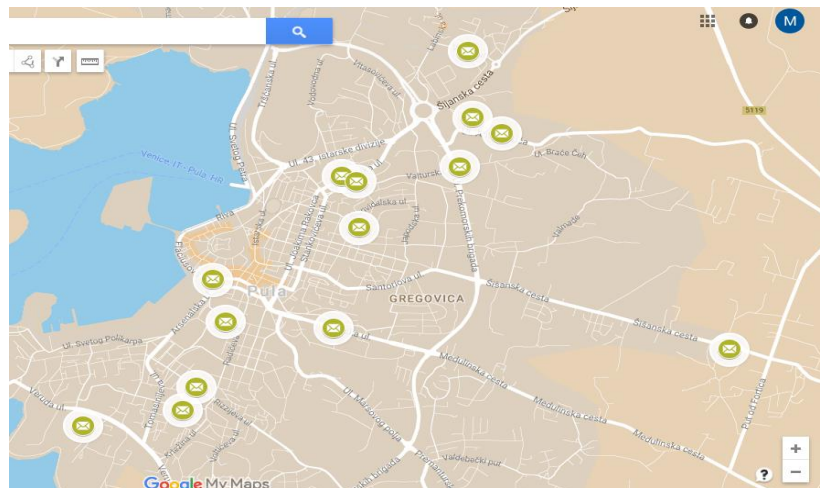
**Slika 18.** Lokacije mjesta dostave za srijedu  
Izvor: Autor prilagodio Google Maps-u

Tablica 3. prikazuje pregled intuitivne rute za srijedu. Može se vidjeti da je ukupno za dostavu 15 pošiljaka na 15 odredišta bilo prijeđeno 51,16 kilometara za što je bilo potrebno ukupno 2 sata i 42 minute. Vrijeme vožnje iznosi 1 sat i 27 minuta te je za to potrošeno 3,84 l goriva za koje je potrošeno 32,89 kune. Prosječna brzina vožnje iznosi 35,28 km/h.

**Tablica 3.** Pregled rute intuitivnim načinom dostave u srijedu

<b>Dan dostave</b>	Srijeda
<b>Broj odredišta</b>	15
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	15
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	51,16
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,25
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	1,45
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	2,7
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	35,28
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	3,84
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	32,89

Slika 19. prikazuje lokacije za dostavu u petak. Za petak ima najmanje lokacija za uručenje-14. Većina lokacija je na užem području grada Pule.



**Slika 19.** Lokacije mjesta dostave za petak

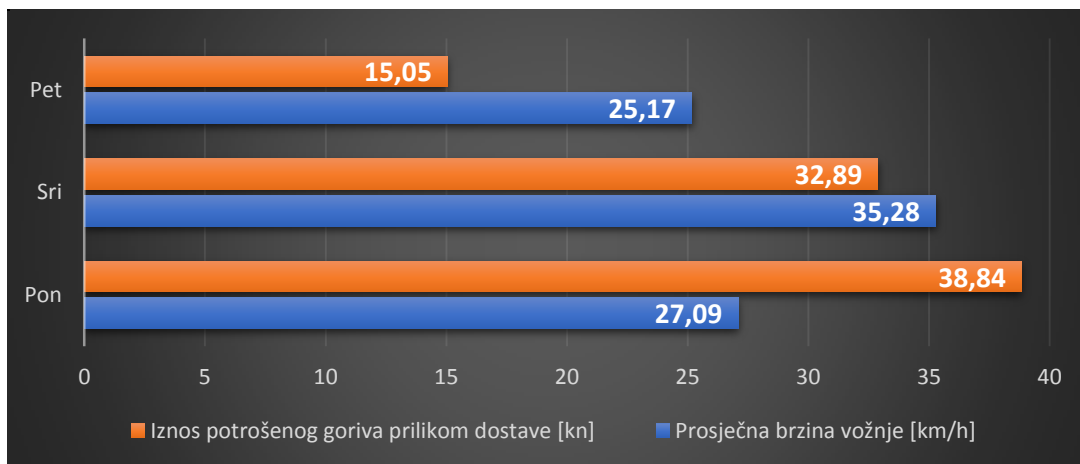
Izvor: Autor prilagodio Google Maps-u

Iz Tablice 4. vidljivo je da je za rutu od ukupno 23,16 i 14 adresa dostave bilo potrebno 2 sata i 1 minuta. Prosječna brzina vožnje iznosila je 25,17 km/h te je tom prilikom potrošeno 1,76 litara goriva. Cijena potrošenog goriva iznosi 15,05 kuna.

**Tablica 4.** Pregled rute intuitivnim načinom dostave u petak

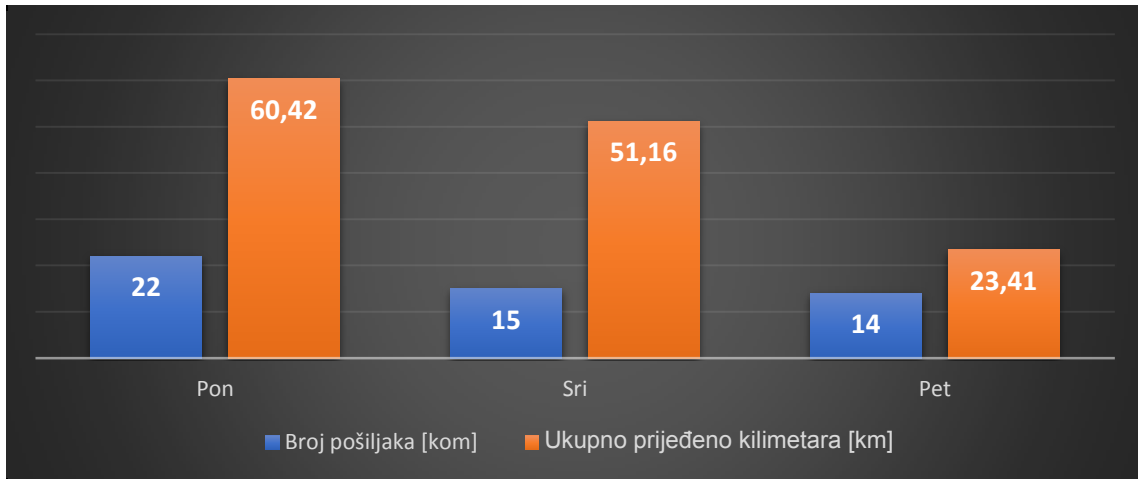
<b>Dan dostave</b>	Petak
<b>Broj odredišta</b>	13
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	13
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	23,416
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,08
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	0,93
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	2,02
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	25,17
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	1,76
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	15,05

Iz Grafikona 1. vidi se odnos potrošenog goriva i prosječne brzine vožnje prilikom dostave. Na temelju grafikona može se zaključiti da je vožnja najmanjom prosječnom brzinom troši najmanje goriva (petak) ali i da najveća prosječna brzina (srijeda) nije potrošila najviše goriva (ponedjeljak). Tome je razlog što ponedjeljak ima sedam paketa više u odnosu na srijedu ali ima i prosječnu brzinu manju za 8,19 km/h.



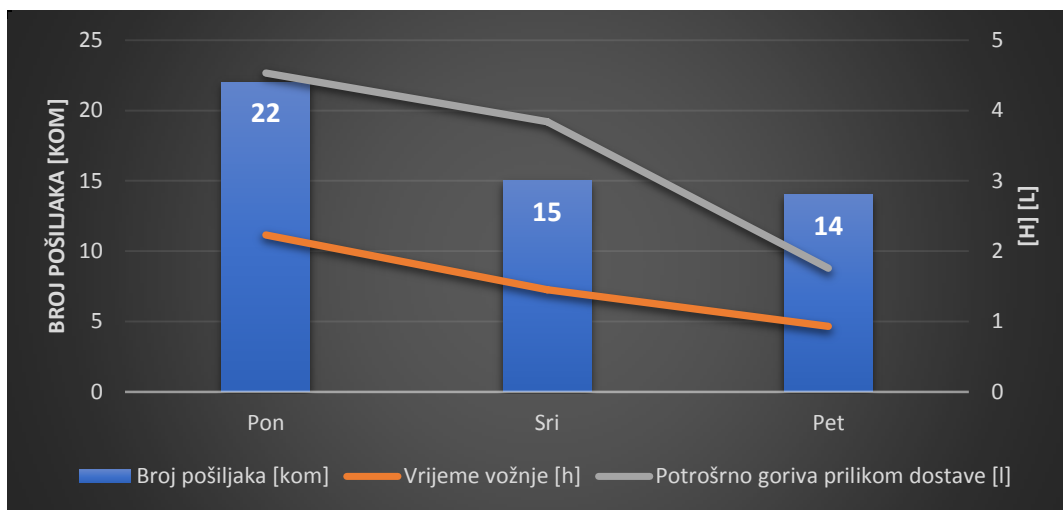
**Grafikon 1.** Odnos iznosa potrošenog goriva i prosječne brzine vožnje za intuitivno određivanje ruta

Iz Grafikona 2. vidi se omjer broja pošiljaka sa ukupnom prijeđenom kilometražom po danima. Logika nalaže da što imamo više pošiljaka za dostaviti da ćemo prijeći i više kilometara. Zanimljivi su dani srijeda i petak gdje dostava za srijedu ima samo dvije pošiljke više od petka a čak 27,75 pređenih kilometara također više od petka. Razlog tome je što pošiljke za petak su bile uglavnom na užem gradskom području za razliku od srijede.



**Grafikon 2.** Broj pošiljaka u odnosu na prijeđenu kilometražu za intuitivno određivanje ruta

Odnos vremena vožnje i potrošenog goriva kod intuitivnog rutiranja je proporcionalan kod dostave koja uključuje i izvangradsko područje (ponedjeljak i srijeda) dok je taj odnos kod dostave na gradskom području (petak) manji. Može se primijetiti veliki pad potrošnje goriva u petak naspram srijede a razlika je samo u jednoj pošiljci. Razlog tome leži u činjenici da je se dostava u petak odvijala uglavnom na gradskom području dok je u srijedu dostava vršena izvan grada. (Grafikon 3.)



**Grafikon 3.** Odnos vremena vožnje, potrošenog goriva i broja pošiljaka za intuitivno određivanje ruta

## 5. ODREĐIVANJE RUTA POMOĆU MATEMATIČKOG MODELA

### 5.1. Metoda najbližeg neposjećenog susjeda

Matematički model koji se koristio u ovome slučaju je metoda najbližeg neposjećenog susjeda. Pomoću te heurističke metode poboljšavao se redoslijed obilaska dok se nije dobio zadovoljavajući redoslijed obilaska koji daje trenutno najmanju prijedenu udaljenost. Razlog odabira ove vrste matematičkog modela je njegova relativna jednostavnost i njegova relativno laka primjenjivost.

Metoda najbližeg neposjećenog susjeda je algoritam koji se koristi tako da od svih ponuđenih lokacija (adresa) slučajno odabere jednu lokaciju  $x$  koja će biti prva lokacija dostave. Zatim od ostalih ponuđenih lokacija izabere onu lokaciju koja je najbliža lokaciji  $x$  – lokacija  $y$ , nakon toga odabere lokaciju koja je najbliža lokaciji  $y$  – lokacija  $z$ , i tako sve dok svaka lokacija ne bude posjećena. Može se svaki put birati različita prva lokacija dok se ne dođe do zadovoljavajućeg rješenja [7].

**Tablica 5.** SWOT analiza metode najbližeg neposjećenog neposjećenog susjeda

SNAGE (+)	SLABOSTI (-)
<ul style="list-style-type: none"><li>- pokazao se boljim od intuitivnog rutiranja</li><li>- daje bolje rezultate kada ima manje odredišta</li><li>- prva izračunata ruta često je kraća od intuitivne rute</li><li>- jednostavnost uporabe</li><li>- otporan na promjene vozača i njegovo iskustvo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- potrebna izrada matrice udaljenosti</li><li>- potrebno je prije računanja izračunati udaljenosti između svakog odredišta što uzima dosta vremena</li><li>- ne pronalazi parkirno mjesto</li></ul>
PRIJEDNE (+)	PRIJETNJE (-)
<ul style="list-style-type: none"><li>- nisu potrebni skupi programski alati</li><li>- jednostavno održavanje</li><li>- brzo i jednostavno se ažuriraju bolje rute</li><li>- prilagodljiva nepredviđenim događajima u prometu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- potrebno je dosta vremena da se dođe do optimalne rute</li><li>- postoje učinkovitiji matematički modeli</li><li>- otpor ljudi prema metodi jer nekom izgleda komplicirano</li></ul>



## 5.2. Metode koje se koriste za usmjeravanje vozila

Metode koje se koriste za rješavanje usmjeravanja vozila (VRP) mogu se podijeliti u tri skupine [7]:

- egzaktne metode
- heurističke metode (metaheurističke metode)

Egzaktne metode nisu primjenjive i iskoristive u svakodnevnim problemima. One su spore ali daju optimalno rješenje. Takve metode rješavanje problema rade tako da prebroje sva rješenja problema koja su moguća te za svaki problem se izračuna cijena te se izabere rješenje koje predstavlja optimum ali to nije uvijek moguće i dokazati. Egzaktne metode imaju smisla u onim slučajevima gdje postoji mali broj korisnika [7].

Heuristika daje brzo rješenje koje je blizu optimumu. Pod pojmom moderne heuristike podrazumijevao bi se proces koji može riješiti određenu vrstu problema ali garantira da je to rješenje i najbolje[22]. Jedna od najpoznatijih i često korištenih metoda prilikom rješavanja problema usmjeravanja vozila je metoda najbližeg neposjećenog susjeda koji će se koristiti u ovome radu.

Metaheuristika je računarska metoda koja pomoću iteracija pokušava doći do najboljeg rješenja s obzirom na zadanu funkciju. Metaheuristike imaju malo ili uopće nemaju pretpostavku o problemu čije rješenje optimiziraju. Metaheurističke metode u mogućnosti su pretražiti velike prostore rješenja ali ni one ne garantiraju najbolje moguće rješenje. Mnogi metaheuristički algoritmi koriste neki oblik stohastičke optimizacije [23].

### 5.3. Analiza ruta odabranih metodom najbližeg neposjećenog susjeda

Radi lakšeg pregleda udaljenosti između lokacija uručjenja napravljena je matrica udaljenosti. Ona je bazirana na podacima iz *Google Maps-a* tako da su uzimane najkraće rute koje je *Google Maps* ponudio.

Matrica udaljenosti po danima pomoću koje je upotrebljavana metoda najbližeg neposjećenog susjeda može se vidjeti u tablicama 6, 8 i 10. Oznaka P u tablicama označava polazišnu i završnu točku a oznaka O8 znači odredište osam.

**Tablica 6.** Matrica udaljenosti za ponedjeljak

	P	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	O20	O21	O22
P	0	1,8	1,4	1,6	0,85	2	2,1	1,4	0,603	0,11	1,5	0,207	0,238	1,8	7,2	8,9	3,6	3,2	9,1	6,5	3,8	4,2	3,4
O1	1,8	0	2,8	3,1	2,3	3,4	0,773	3	2	2,1	2,9	1,9	1,9	3,4	8,2	9,9	4,5	4,2	10,7	8,1	5,4	5,7	4,9
O2	1,4	2,8	0	0,261	1,6	0,761	4,1	2,6	1,7	2,1	2	2,2	1,8	3	6,1	7,9	2,5	2,2	10,2	8,1	5,6	3,2	2,4
O3	1,6	3,1	0,261	0	1,4	0,5	3,8	2,4	1,5	1,8	1,7	1,9	1,5	2,7	5,9	7,6	2,2	1,9	9,9	7,8	6	3	2,1
O4	0,85	2,3	1,6	1,4	0	1,3	3,3	1,7	1,2	1,5	0,831	1,6	1,3	1,9	6,6	8,4	3	2,7	9,2	6,5	4,4	3,5	2,7
O5	2	3,4	0,761	0,5	1,3	0	4	2,6	1,6	2	1,9	2,1	1,7	2,9	6	7,8	2,4	2,1	10,1	7,9	5,6	2,8	2
O6	2,1	0,773	4,1	3,8	3,3	4	0	3,4	2,7	2,8	3,2	2,2	2,6	3,7	7,9	9,7	4,3	4	11,4	8,8	6,1	6,2	5,4
O7	1,4	3	2,6	2,4	1,7	2,6	3,4	0	1,6	1,9	1,2	2	1,7	0,369	7,9	9,6	4,3	3,9	8,5	5,9	3,2	4,1	3,2
O8	0,603	2	1,7	1,5	1,2	1,6	2,7	1,6	0	0,397	1,6	0,494	0,166	2,1	7,3	9,1	3,7	3,4	9,3	6,7	4,1	4,3	3,5
O9	0,11	2,1	2,1	1,8	1,5	2	2,8	1,9	0,397	0	1,6	0,285	0,222	1,8	7,3	9	3,6	3,3	9,1	6,5	3,8	4,3	3,4
O10	1,5	2,9	2	1,7	0,831	1,9	3,2	1,2	1,6	1,6	0	1,1	0,75	2,6	6,9	8,7	3,3	3	9,9	7,3	4,6	4,1	3,2
O11	0,207	1,9	2,2	1,9	1,6	2,1	2,2	2	0,494	0,285	1,1	0	0,368	1,7	7	9	3,3	3	10	6,4	3,7	5,6	4,9
O12	0,238	1,9	1,8	1,5	1,3	1,7	2,6	1,7	0,166	0,222	0,75	0,368	0	1,9	7,2	9	3,6	3,2	9,2	6,6	3,9	4,2	3,4
O13	1,8	3,4	3	2,7	1,9	2,9	3,7	0,369	2,1	1,8	2,6	1,7	1,9	0	8,3	10	4,6	4,3	8,9	6,4	3,6	4,5	3,6
O14	7,2	8,2	6,1	5,9	6,6	6	7,9	7,9	7,3	7,3	6,9	7	7,2	8,3	0	3,2	4,8	4,5	15,4	13,4	10,5	7,7	6,8
O15	8,9	9,9	7,9	7,6	8,4	7,8	9,7	9,6	9,1	9	8,7	9	9	10	3,2	0	5,2	6,3	17,2	15,2	12,3	9,5	8,6
O16	3,6	4,5	2,5	2,2	3	2,4	4,3	4,3	3,7	3,6	3,3	3,3	3,6	4,6	4,8	5,2	0	0,333	11,7	9,7	6,9	4	3,2
O17	3,2	4,2	2,2	1,9	2,7	2,1	4	3,9	3,4	3,3	3	3	3,2	4,3	4,5	6,3	0,333	0	11,4	9,4	6,6	3,7	2,8
O18	9,1	10,7	10,2	9,9	9,2	10,1	11,4	8,5	9,3	9,1	9,9	10	9,2	8,9	15,4	17,2	11,7	11,4	0	4,3	6,7	10,5	10,2
O19	6,5	8,1	8,1	7,8	6,5	7,9	8,8	5,9	6,7	6,5	7,3	6,4	6,6	6,4	13,4	15,2	9,7	9,4	4,3	0	4,5	8,5	8,2
O20	3,8	5,4	5,6	6	4,4	5,6	6,1	3,2	4,1	3,8	4,6	3,7	3,9	3,6	10,5	12,3	6,9	6,6	6,7	4,5	0	5,8	5
O21	4,2	5,7	3,2	3	3,5	2,8	6,2	4,1	4,3	4,3	4,1	5,6	4,2	4,5	7,7	9,5	4	3,7	10,5	8,5	5,8	0	1,4
O22	3,4	4,9	2,4	2,1	2,7	2	5,4	3,2	3,5	3,4	3,2	4,9	3,4	3,6	6,8	8,6	3,2	2,8	10,2	8,2	5	1,4	0

Nakon desetak slaganja ruta za ponedjeljak pomoću matrice udaljenosti (Tablica 6.) i metode najbližeg neposjećenog susjeda, uglavnom polazeći od različitog prvog odredišta, najkraću rutu koju se je uspjela dobiti bila je ruta: P-O14-O15-O16-O17-O3-O2-O5-O4-O10-O12-O8-O9-O11-O13-O7-O20-O19-O18-O22-O21-O1-O6-P. Ukupna kilometraža koja je bila potrebna za prijeći tu rutu iznosila je 56,83 kilometra te je vrijeme vožnje iznosilo 2 sata 3 minute. Prosječna brzina vožnje iznosila je 27,72 km/h za što se potrošilo 4,26 litara. (Tablica 7.)

**Tablica 7.** Pregled rute odabrane metodom najbližeg neposjećenog susjeda za ponedjeljak

<b>Dan dostave</b>	Pon
<b>Broj odredišta</b>	22
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	22
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	56,83
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,83
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	2,05
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	3,88
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	27,72
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	4,26
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	36,52

**Tablica 8.** Matrica udaljenosti za srijedu

	P	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15
P	0	1,4	2	0,99	1,1	0,421	1	0,421	2,5	11,7	3,6	7,8	3,6	3,5	5,8	4,1
O1	1,4	0	0,893	1,7	1,8	1,7	2,3	1,7	3	11,1	3	7,2	3	3	7	5,4
O2	2	0,893	0	2,2	2,3	2,5	3,1	2,5	2,9	11	2,8	7,1	2,9	2,8	7,8	6,1
O3	0,99	1,7	2,2	0	0,118	1,8	2,5	1,8	2,6	11,1	3	7,2	3	2,9	6,8	6
O4	1,1	1,8	2,3	0,118	0	1,7	2,3	1,7	2,4	11	2,8	7,1	2,9	2,8	6,7	5,8
O5	0,421	1,7	2,5	1,8	1,7	0	0,61	0,002	2,8	12	3,9	8,1	3,9	3,8	5,4	3,7
O6	1	2,3	3,1	2,5	2,3	0,61	0	0,608	3	12,6	4,5	8,7	4,5	4,5	4,9	3,2
O7	0,421	1,7	2,5	1,8	1,7	0,002	0,608	0	2,8	12	3,9	8,1	3,9	3,8	5,4	3,7
O8	2,5	3	2,9	2,6	2,4	2,8	3	2,8	0	9,4	0,852	5,5	1,1	0,835	7,4	6,2
O9	11,7	11,1	11	11,1	11	12	12,6	12	9,4	0	9,3	6,7	9,4	9,3	16,6	15,3
O10	3,6	3	2,8	3	2,8	3,9	4,5	3,9	0,852	9,3	0	5,4	0,751	0,263	8,5	7,2
O11	7,8	7,2	7,1	7,2	7,1	8,1	8,7	8,1	5,5	6,7	5,4	0	5,5	5,4	12,7	11,4
O12	3,6	3	2,9	3	2,9	3,9	4,5	3,9	1,1	9,4	0,751	5,5	0	0,734	8,5	7,2
O13	3,5	3	2,8	2,9	2,8	3,8	4,5	3,8	0,835	9,3	0,263	5,4	0,734	0	8,5	7,2
O14	5,8	7	7,8	6,8	6,7	5,4	4,9	5,4	7,4	16,6	8,5	12,7	8,5	8,5	0	4,1
O15	4,1	5,4	6,1	6	5,8	3,7	3,2	3,7	6,2	15,3	7,2	11,4	7,2	7,2	4,1	0

Poslije desetak pokušaja pronalaska najkraće rute pomoću matrice udaljenosti (Tablica 8.) za srijedu došlo se do najkraće rute koja glasi: P-O9-O11-O10-O13-O12-O8-O4-O3-O1-O2-O5-O7-O6-O15-O14-P. Ukupna udaljenost koja je prijeđena iznosi 47,22. Za prijeći tu udaljenost bilo je potrebno potrošiti goriva u iznosu od 30,35 kuna što je 3,54 litre. Ruta je ukupno trajala 2 sata i 45 minuta. Ova ruta je u prosijeku imala prilično veliku prosječnu brzinu vožnje koja je iznosila 31,47 km/h. (Tablica 9.)

**Tablica 9.** Pregled rute odabrane metodom najbližeg neposjećenog susjeda za srijedu

<b>Dan dostave</b>	Sri
<b>Broj odredišta</b>	15
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	15
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	47,22
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,25
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	1,5
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	2,75
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	31,47
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	3,54
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	30,35

**Tablica 10.** Matrica udaljenosti za petak

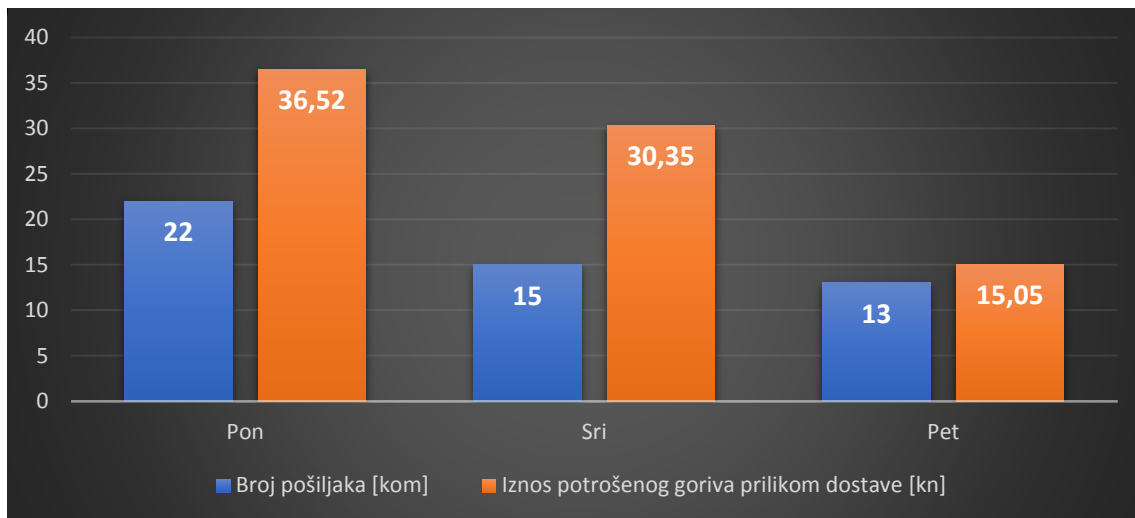
	P	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13
P	0	4,8	3,1	3,7	1,9	2,1	2,1	3,1	0,828	1,1	1,4	2,4	1,6	3,5
O1	4,8	0	3,5	4,7	4	4,6	4,6	4,1	5,4	3,8	5,3	7,3	5,7	3,9
O2	3,1	3,5	0	1,7	1,4	1,9	1,8	1,1	3,7	2,8	3,6	5,9	3,8	0,95
O3	3,7	4,7	1,7	0	2,8	1,9	1,9	1,7	4,5	4,2	4,4	7,7	4,6	2,4
O4	1,9	4	1,4	2,8	0	0,952	1	1,9	2,5	1,8	2,5	3,9	2,7	1,8
O5	2,1	4,6	1,9	1,9	0,952	0	0,191	1,3	2,5	1,8	2,5	3,9	2,7	2,1
O6	2,1	4,6	1,8	1,9	1	0,191	0	1,2	2,5	1,9	2,6	3,9	2,7	2
O7	3,1	4,1	1,1	1,7	1,9	1,3	1,2	0	4,5	4,2	4,5	7,8	4,6	0,721
O8	0,828	5,4	3,7	4,5	2,5	2,5	2,5	4,5	0	2	0,97	2,3	1,4	4,6
O9	1,1	3,8	2,8	4,2	1,8	1,8	1,9	4,2	2	0	1,7	3,1	1,9	3,2
O10	1,4	5,3	3,6	4,4	2,5	2,5	2,6	4,5	0,97	1,7	0	1,7	0,456	4,3
O11	2,4	7,3	5,9	7,7	3,9	3,9	3,9	7,8	2,3	3,1	1,7	0	1,2	6,2
O12	1,6	5,7	3,8	4,6	2,7	2,7	2,7	4,6	1,4	1,9	0,456	1,2	0	4,4
O13	3,5	3,9	0,95	2,4	1,8	2,1	2	0,721	4,6	3,2	4,3	6,2	4,4	0

Pomoću metode najbližeg neposjećenog susjeda i pomoću matrice udaljenosti (Tablica 10.), nakon više od desetak pokušaja nije se uspjela naći rutu koja će biti kraća od rute odabrane intuitivnim načinom odabira. Razlika u rutama iznosi 3 metra. Najkraća ruta za petak ispala je ruta: P-O11-O12-O10-O8-O9-O1-O13-O2-O7-O3-O6-O5-O4-P. Za dostaviti 13 paketa bilo je potrebno proć 23,419 kilometar za 2 sata i 2 minute. Prosječna brzina vožnje iznosila je 24,64 km/h. Gorivo koje je bilo potrošeno prilikom dostave iznosilo je 1,79 l u vrijednosti 15,30 kuna. (Tablica 11.)

**Tablica 11.** Pregled rute odabrane metodom najbližeg neposjećenog susjeda za petak

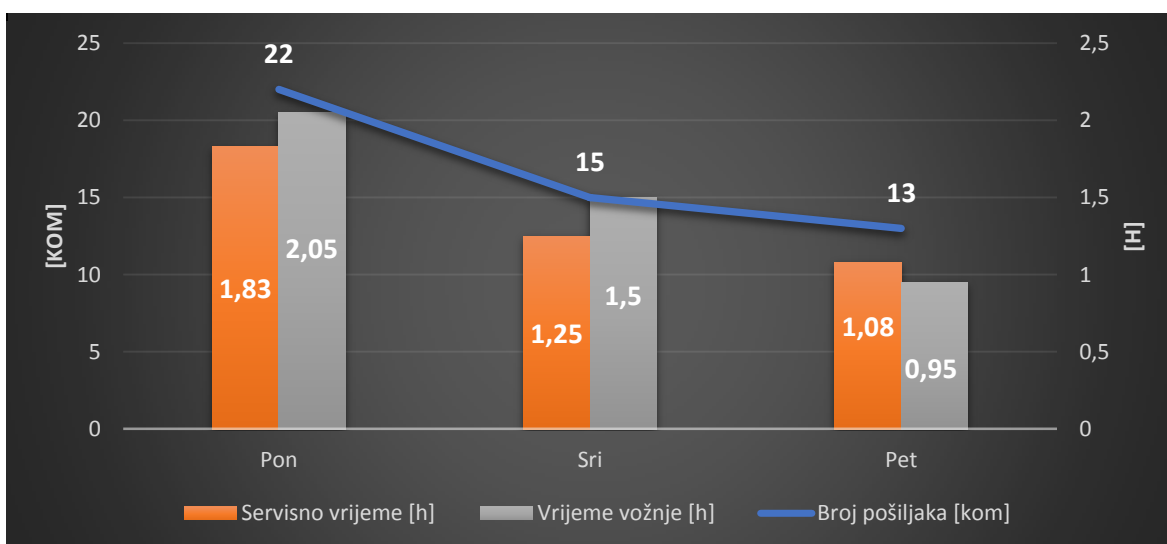
<b>Dan dostave</b>	Pet
<b>Broj odredišta</b>	13
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	13
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	23,42
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,08
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	0,95
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	2,03
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	24,64
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	1,79
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	15,30

Grafikon 4. pokazuje da lokacije koje su na širem gradskom području stvaraju i veće troškove dostave. Ponedjeljak i srijeda imaju lokacija na širem gradskom području te je odnos pošiljaka cijene potrošenog goriva veći, dok na dostavi u petak velika većina pošiljaka je unutar gradske zone. Ta činjenica odrazila se i na odnos pošiljaka i cijene potrošenog goriva.



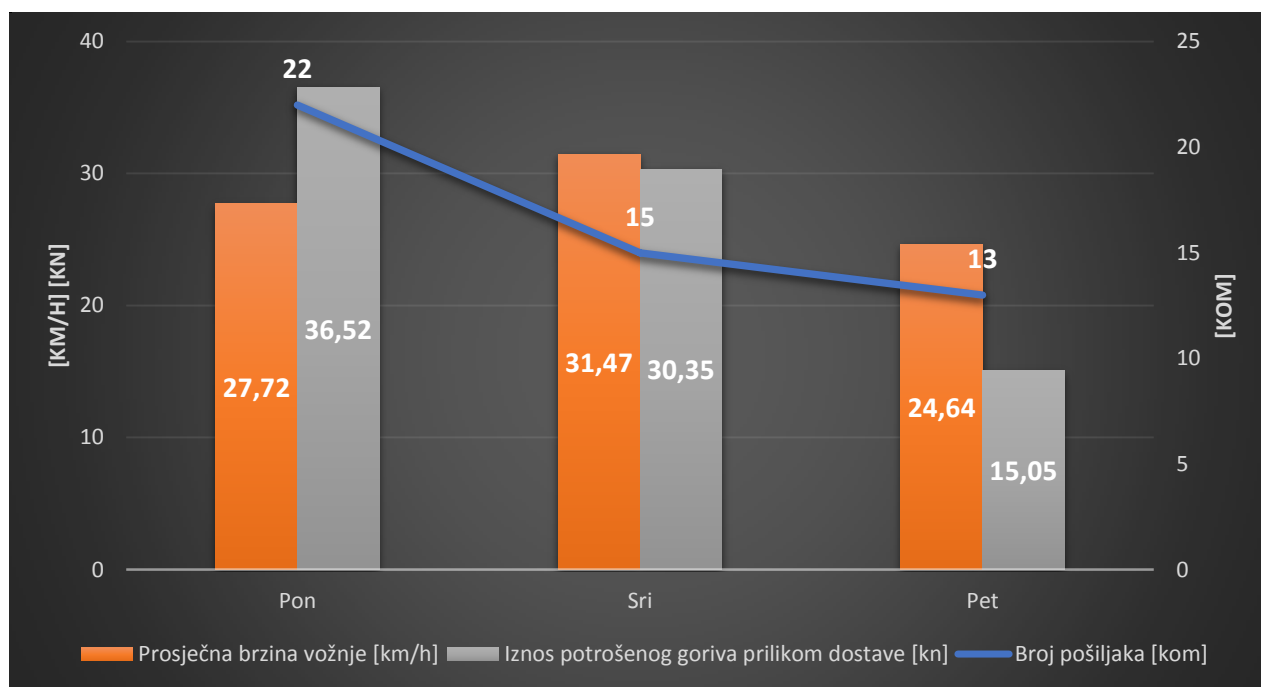
**Grafikon 4.** Odnos broja pošiljaka i potrošenog goriva kod metode najbližih susjeda

Grafikon 5. Pokazuje vremena ruta u odnosu na broj pošiljaka te se može na temelju grafikona zaključiti da je vrijeme vožnje manje od servisnog vremena ako imamo dostavne lokacije na gradskom području odnosno da vrijeme vožnje veće ako imamo dostave na širem gradskom području.



**Grafikon 5.** Servisno vrijeme i vrijeme vožnje u odnosu na broj pošiljaka kod metode najbližih susjeda

Prosječna brzina vožnje i iznos potrošenog goriva ovisi o broju pošiljaka ali također ovisi i o području dostave odnosno da li je to na području grada ili okolice grada. Iz grafikona se može vidjeti da prosječna brzina vožnje pada ako imamo veći broj pošiljaka odnosno raste ako imamo manje pošiljaka za dostaviti. Što se tiče potrošnje goriva ona također ovisi o broju pošiljaka i području dostave. (Grafikon 6.)



**Grafikon 6.** Odnos prosječne brzine vožnje, potrošenog goriva i broja pošiljaka kod metode najbližih susjeda

## **6. ODREĐIVANJE RUTA POMOĆU SUVREMENOG PROGRAMSKOG ALATA**

### **6.1. Općenito o programskom alatu za određivanje ruta**

Globalizacija potiče ubrzani razvoj društva a takav razvoj tjera nas da sve više smanjujemo fizičke udaljenosti između ljudi. Da bi se ta udaljenost što više smanjila ljudi su primorani koristiti i usavršavati suvremene programske alate kako bi bili mobilni i u koraku sa suvremenim svijetom. Takav način funkcioniranja odrazio se i na transportnu logistiku pa danas postoji puno različitih alata za pomoć pri rutiranju [24].

Takvi alati ne koriste se samo za određivanje ruta nego oni su u mogućnosti dati puno više informacija od same rute. Osim inteligentnog planiranja ruta programski alati su i u mogućnosti pratiti vozila putem satelita, odrediti optimalnu veličinu i broj dostavnih područja (rajona) te upravljati infrastrukturnim resursima [24].

Uz dinamički izračun optimalnih ruta programski alat omogućava detaljnu analizu troškova i profitabilnosti distribucije. Kreiranje ruta radi se tako da računalo traži računanjem optimalni put i redosljed dostave imajući u vidu i ostale zadane kriterije od kojih su ključni: duljina rute, vrijeme/termin dostave i troškovi korištenja vozila odnosno rada vozača [24].

Optimalna ruta sadrži informacije o svim bitnim logističkim pokazateljima transportnog procesa. Informacije koje se dobiju su: vrijeme izlaska na dostavu, vožnja do svakog dostavnog mjesta (vrijeme vožnje), vrijeme zadržavanja na dostavi (servisno vrijeme), kapacitet vozila i mnoge druge informacije [24].



Tablica 12. pomoću SWOT analize pokazuje koje su snage i prilike a koje slabosti i moguće prijetnje rutiranja pomoću suvremenog programskog alata. Može se zaključiti da je puno više pozitivnih strana koje daje takav način rutiranja te ispada da se takav način višestruko isplati koristiti, ne samo za određivanje ruta već i za ostale pogodnosti koje program pruža.

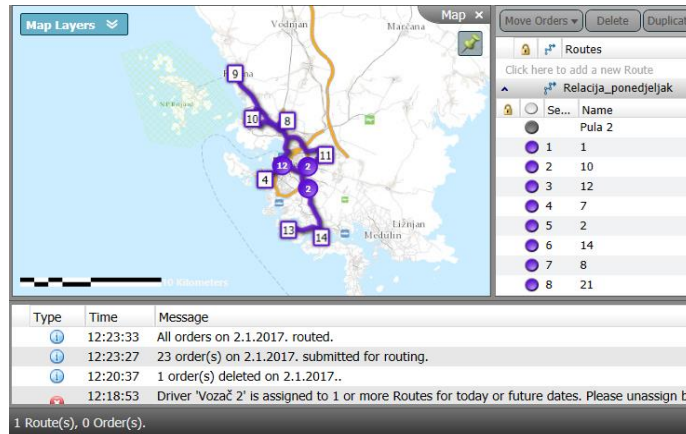
**Tablica 12.** SWOT analiza suvremenog programskog alata

SNAGE (+)	SLABOSTI (-)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- brzo rješenje</li> <li>- optimalne rute i redoslijed obilaska</li> <li>- uvid u troškove</li> <li>- grafički prikaz plana dostave</li> <li>- svejedno mu je koliko ima odredišta</li> <li>- jedno računalo može napraviti rute za sva vozila bez obzira gdje se ona nalazila</li> <li>- otporan na promjene vozača i njegovo iskustvo</li> <li>- spremaju povijest kretanja</li> <li>- olakšavaju kontrolu rada</li> <li>- ne ovise o trenutnom raspoloženju ili koncentraciji</li> <li>- nisu izloženi pritisku i subjektivnom donošenju odluka</li> <li>- nemaju omiljene i manje omiljene vozače</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ne prepoznaje svaku ulicu</li> <li>- traži se kvalificirana radna snaga</li> <li>- ne poznaje svaki prečac</li> <li>- ne prepoznaju "brže" vozače</li> <li>- nisu subjektivni</li> <li>- dostavljači često nemaju povjerenja u njih</li> <li>- ovise o točnosti podataka</li> </ul>
PRILIKE (+)	PRIJETNJE (-)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- optimizacija troškova</li> <li>- mogućnost komunikacije sa uređajima u vozilu</li> <li>- takvi programi će se sve više razvijati i biti još učinkovitiji</li> <li>- transparentni podaci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- velika cijena implementacije</li> <li>- potrebno održavanje</li> <li>- nemogućnost prilagođavanje nepredviđenim situacijama u prometu</li> <li>- ne prepoznaje radove na cesti odnosno onaj tko radi u programu mora znati gdje su radovi na cesti</li> </ul>

Izvor: [25]

## 6.2. Analiza ruta odabranih pomoću programskog alata

Rutu koju je izračunao suvremeni programski alat kao optimalnu rutu za ponedjeljak prikazana je vizualno na Slici 20. Također na slici se može vidjeti i redoslijed koji je optimalan prilikom dostave pošiljaka.



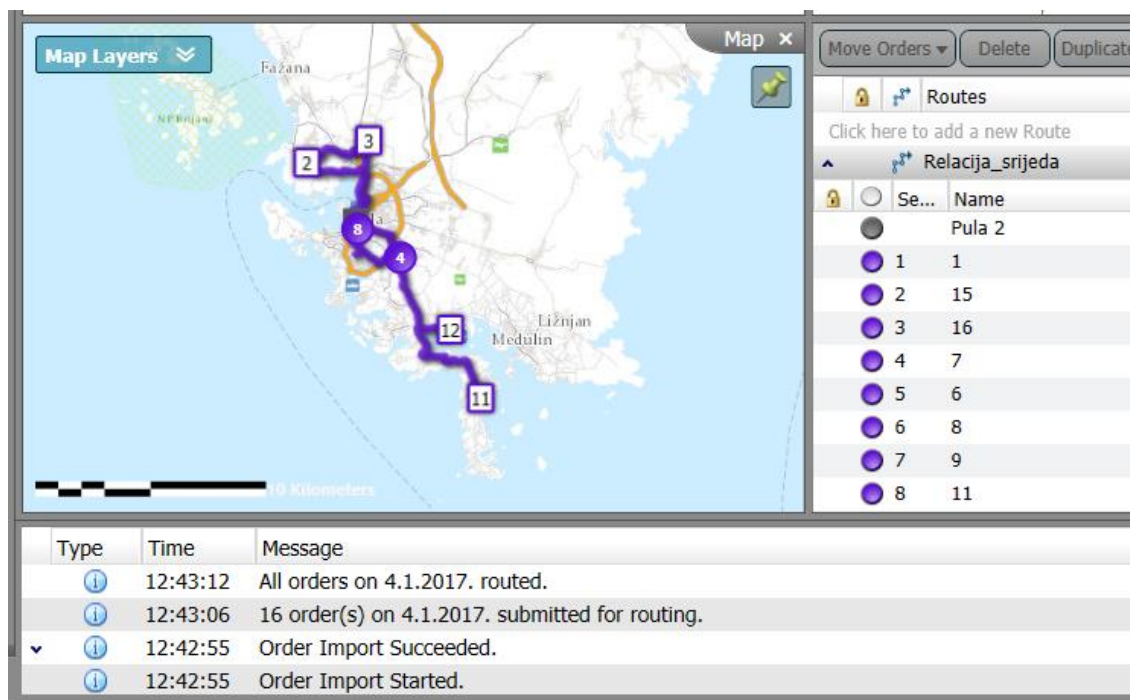
**Slika 20.** Prikaz rute u programskom alatu za ponedjeljak

Tablica 13. prikazuje pregled rute za ponedjeljak odabrane pomoću programskog alata. Iz tablice je vidljivo da je za rutu ukupno bilo potrebno prijeći 50,1 kilometar za ukupno vrijeme dostave od 3 sata i 3 minute. Za vrijeme trajanja rute potrošeno je 3,76 litara goriva a prosječna brzina iznosila je 41,11 km/h. Cijena potrošenog goriva iznosi 32,20 kuna.

**Tablica 13.** Pregled rute odabrane programskim alatom za ponedjeljak

<b>Dan dostave</b>	Pon
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	22
<b>Broj odredišta</b>	22
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	50,1
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,83
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	1,21
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	3,05
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	41,11
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	3,76
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	32,20

Slika 21. pokazuje rutu za srijedu te također se s desne strane može vidjeti optimalan redosljed obilaska dostavljača koji je izračunao programski alat. Sa slike je također vidljivo da ima nekoliko lokacija koje se nalaze izvan gradske zone.



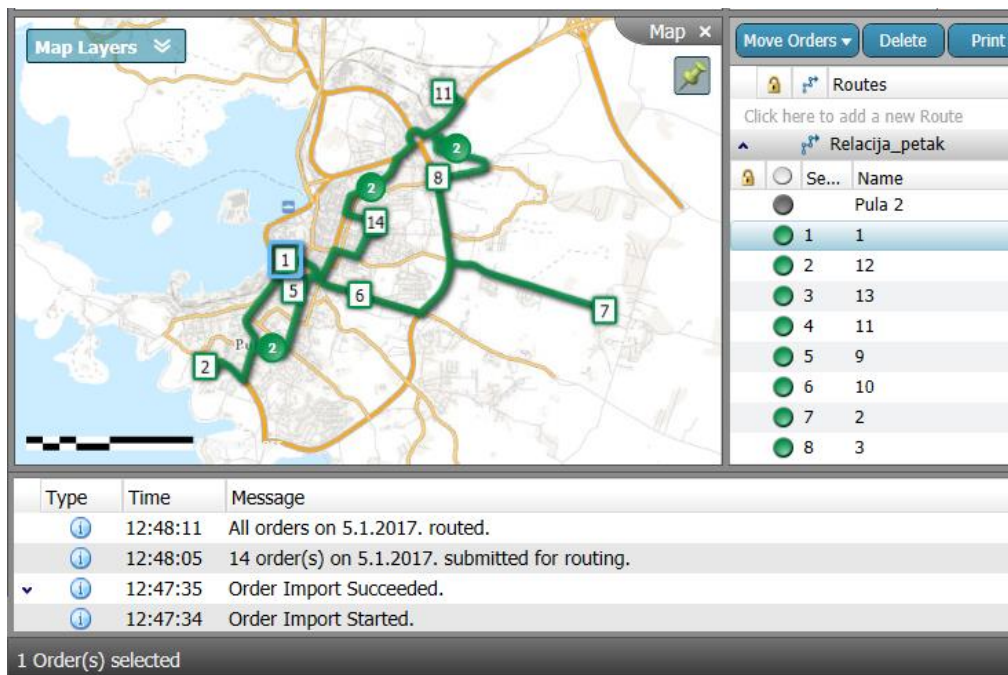
**Slika 21.** Prikaz rute u programskom alatu za srijedu

Iz Tablice 14. može se vidjeti da je za dostavu u srijedu, koja je imala 15 pošiljaka, bilo potrebno prijeći 45,2 kilometra. Za spomenutu dostavu potrošeno je 3,39 litara goriva koje, preračunato u kune, iznosi 29,05 kuna. Vrijeme koje je bilo potrebno za obaviti cijelu dostavu iznosilo je 2 sata i 22 minute.

**Tablica 14.** Pregled rute odabrane programskim alatom za srijedu

<b>Dan dostave</b>	Sri
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	15
<b>Broj odredišta</b>	15
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	45,2
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,25
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	1,12
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	2,36
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	40,35
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	3,39
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	29,05

Slika 22. daje vizualni prikaz optimalne rute i optimalnog redoslijeda obilaska dostavnih lokacija, što je izračunao programski alat, za dostavu u petak. Na slici je vidljivo da je za većinu pošiljaka lokacija uručenja na užem gradskom području. Također valja napomenuti da je u petak bilo i najmanje pošiljaka za dostavu, pa zbog toga su i parametri dostave (Tablica 15.) manjih vrijednosti u usporedbi s ostala dva dana.



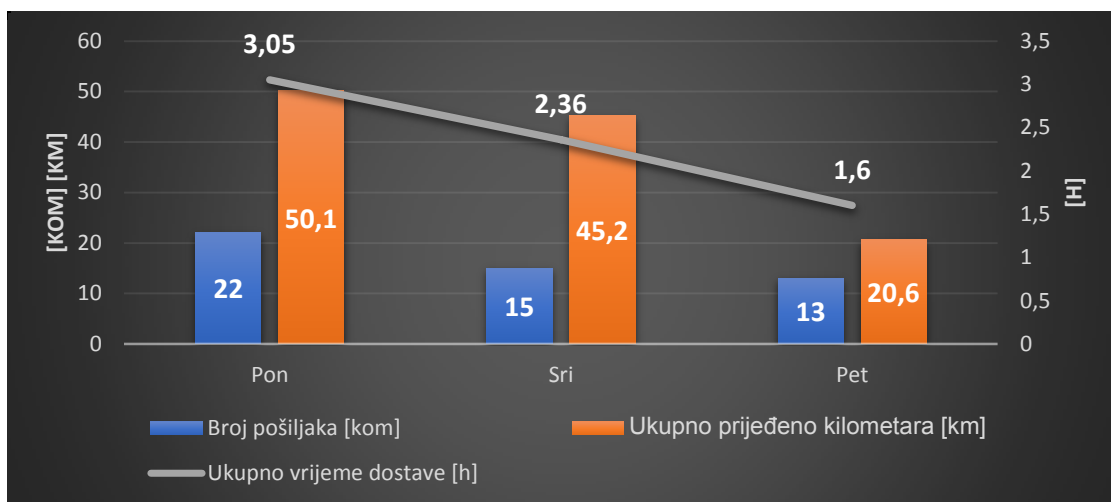
**Slika 22.** Prikaz rute u programskom alatu za petak

Tablica 15. daje pregled rute za petak. Iz tablice je vidljivo da je za 1 sat i 36 minuta izvršena dostava. Za dostavu je bilo potrebno prijeći 20,6 kilometara. Vrijeme vožnje iznosilo je oko 31 minute te je za to potrošeno 1,55 litra goriva.

**Tablica 15.** Pregled rute odabrane programskim alatom za petak

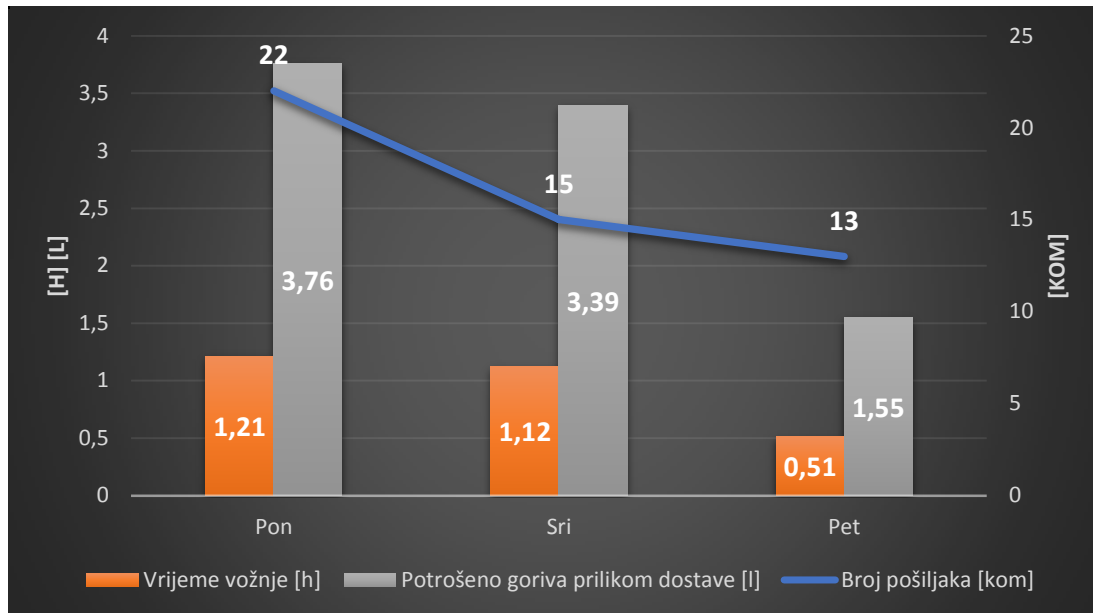
<b>Dan dostave</b>	Pet
<b>Broj pošiljaka [kom]</b>	13
<b>Broj odredišta</b>	13
<b>Ukupno prijeđeno kilometara [km]</b>	20,6
<b>Servisno vrijeme [h]</b>	1,08
<b>Vrijeme vožnje [h]</b>	0,51
<b>Ukupno vrijeme dostave [h]</b>	1,6
<b>Prosječna brzina vožnje [km/h]</b>	37,61
<b>Tip motora</b>	Diesel
<b>Prosječna potrošnja [l/100km]</b>	7,5
<b>Cijena Eurodiesela [kn/l]</b>	8,57
<b>Potrošeno goriva prilikom dostave [l]</b>	1,55
<b>Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]</b>	13,24

U Grafikonu 7. vidljivo je, kao i na većini grafikona, kako s brojem komada pošiljaka pada i vrijeme trajanja rute kao i prijeđeni kilometri. Iz grafikona je također vidljivo da o tome koliko će se prijeđe kilometara i koliko će trajati vrijeme rute ovisi o tome gdje su raspoređene lokacije dostave odnosno da li su one na užem području grada ili na širem području grada.



**Grafikon 7.** Odnos broja pošiljaka, ukupno prijeđenih kilometara i trajanja rute izračunato programskim alatom

Grafikon 8. prikazuje u kakvom su odnosu vrijeme vožnje, količina potrošenog goriva i broj pošiljaka. Iz ovoga grafikona može se vidjeti da vrijede pravila kao i za ostale slučajeve odnosno da sve veličine ovise o količini pošiljaka i rasporedu dostavnih lokacija.



**Grafikon 8.** Odnos vremena vožnje, potrošenog goriva prilikom dostave i broja pošiljaka izračunato programskim alatom

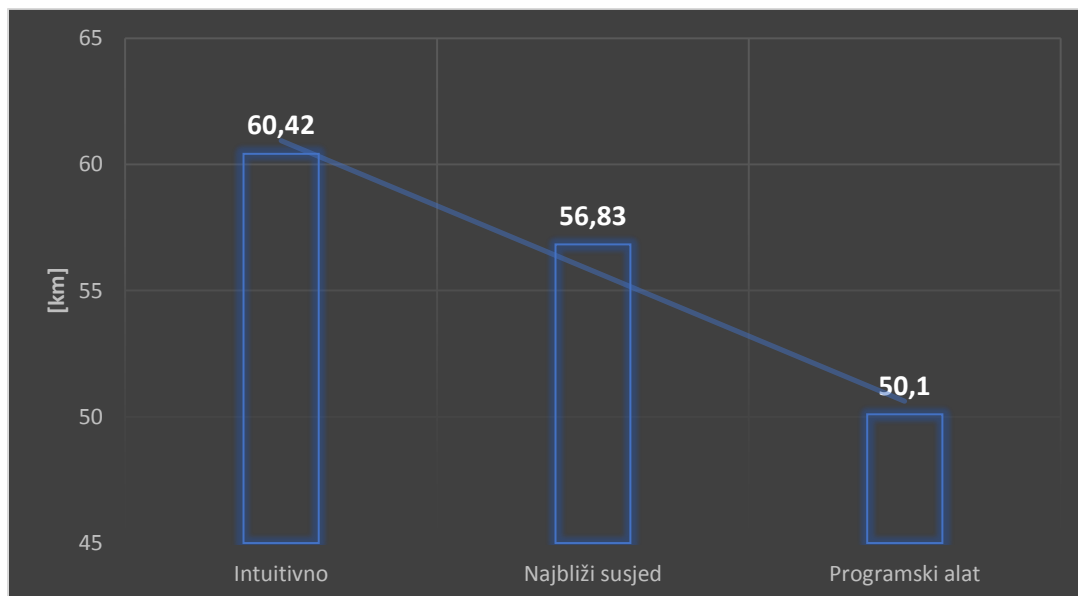
## 7. USPOREĐIVANJE REZULTATA PRILIKOM ODABIRANJA RUTA

### 7.1. Analiza rute po danima

U nastavku će biti analizirani rezultati rute po svakome od tri dana posebno s obzirom na način odnosno metodu rutiranja.

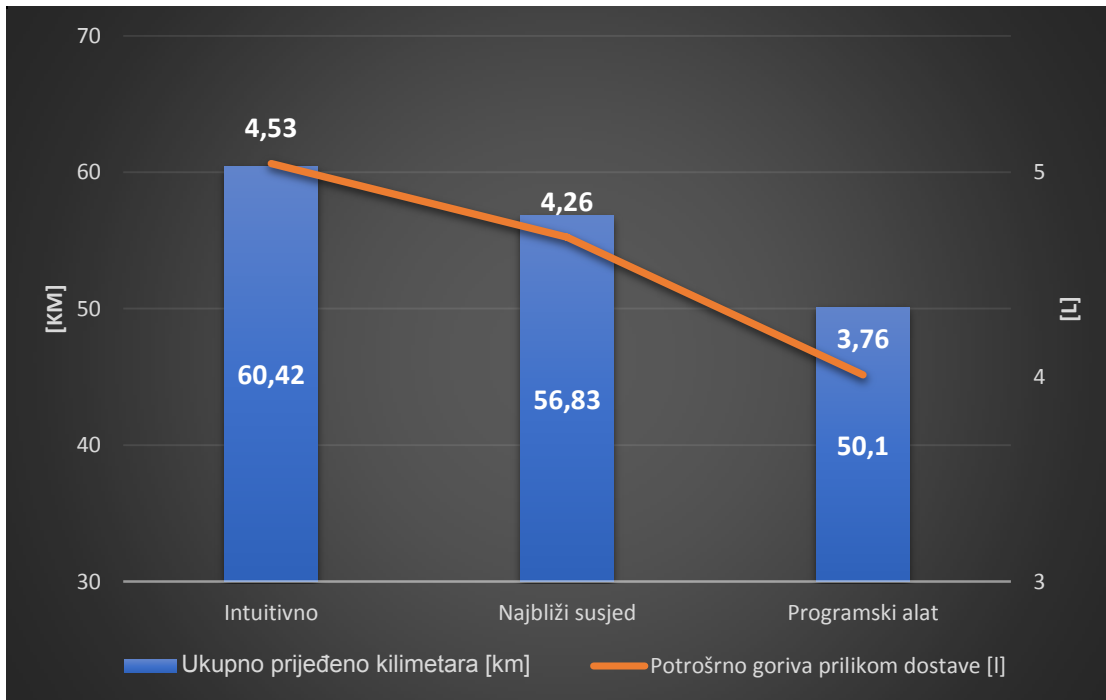
#### 7.1.1. Analiza rute za ponedjeljak

U Grafikonu 9. vidi se razlika u pređenim kilometrima za ponedjeljak s obzirom na metodu koja je korištena prilikom rutiranja. Može se primijetiti razlika od 10,32 kilometara između intuitivnog rutiranja i rutiranja suvremenim programskim alatom. Razlika između metode najbližeg neposjećenog susjeda i programskog alata je 6,37 kilometara što je također značajna razlika. Razlika između intuitivnog određivanja i metode najbližeg neposjećenog susjeda je 3,59 kilometara.



**Grafikon 9.** Prijedena udaljenost s obzirom na način rutirana za ponedjeljak

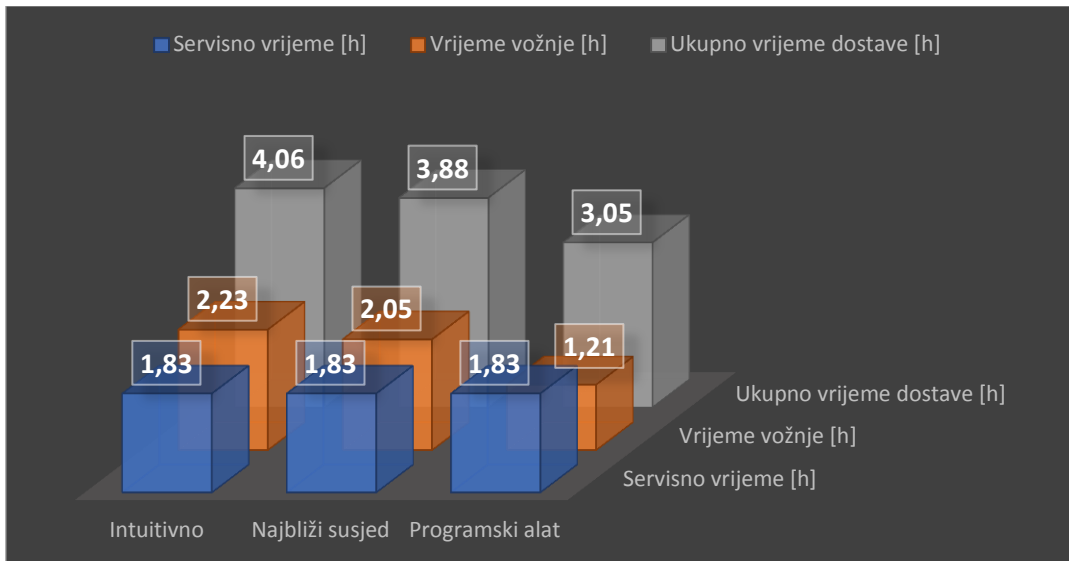
Iz Grafikona 10. može se vidjeti kolika bi bila ušteda na gorivu da se određivanje ruta radi prema programskom alatu. Ta ušteda raste što je prijeđena kilometraža veća odnosno što je broj pošiljaka veći. Ušteda goriva određivanjem ruta suvremenim programskim alatom naspram intuitivnog rutiranja iznosi 0,77 litara dok je ta razlika u usporedbi s metodom najbližeg neposjećenog susjeda nešto manja i iznosi 0,5 litara.



**Grafikon 10.** Omjer potrošnje goriva i pređene kilometraže s obzirom na način rutiranja za ponedjeljak

Grafikon 11. prikazuje vremena trajanja rute, vožnje i servisnog vremena za dostavu u ponedjeljak. Kao što je već navedeno servisno vrijeme je fiksno za svaku lokaciju dostave i iznosi pet minuta. Prema tome vidi se da je vrijeme vožnje kraće od servisnog vremena kada je rutu radio programski alat, dok je kod ostalih slučajeva situacija obrnuta odnosno vrijeme vožnje je veće od servisnog vremena. Također se može vidjeti da je i ukupno vrijeme trajanja rute ako rutiramo programskim alatom značajno kraće (1 sat i 6 minuta) u usporedbi s intuitivnim određivanjem ruta.

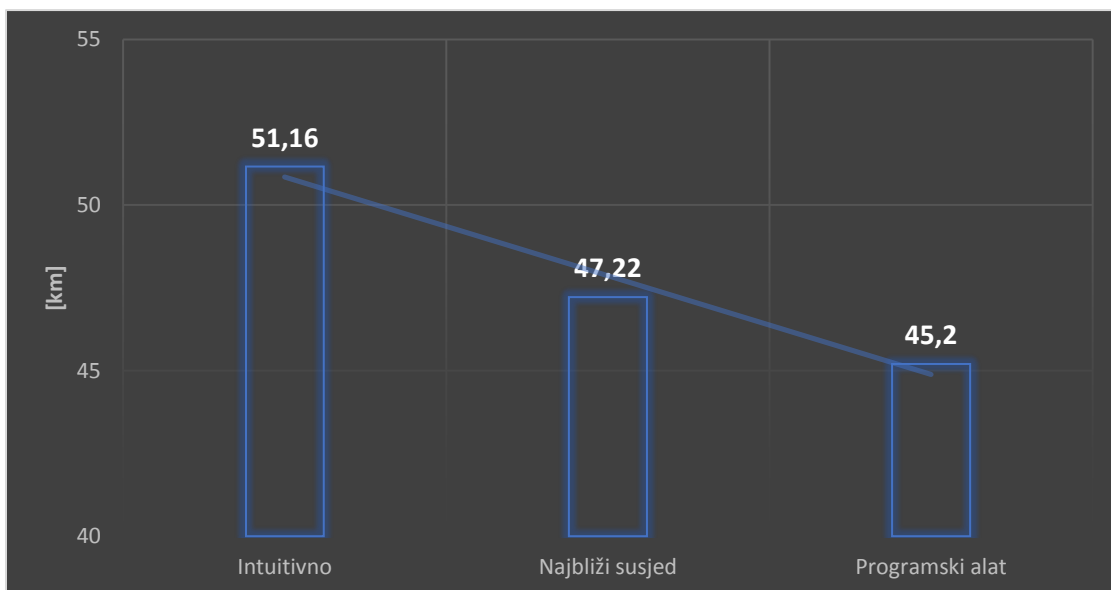




**Grafikon 11.** Odnos vremena prilikom dostave za ponedjeljak

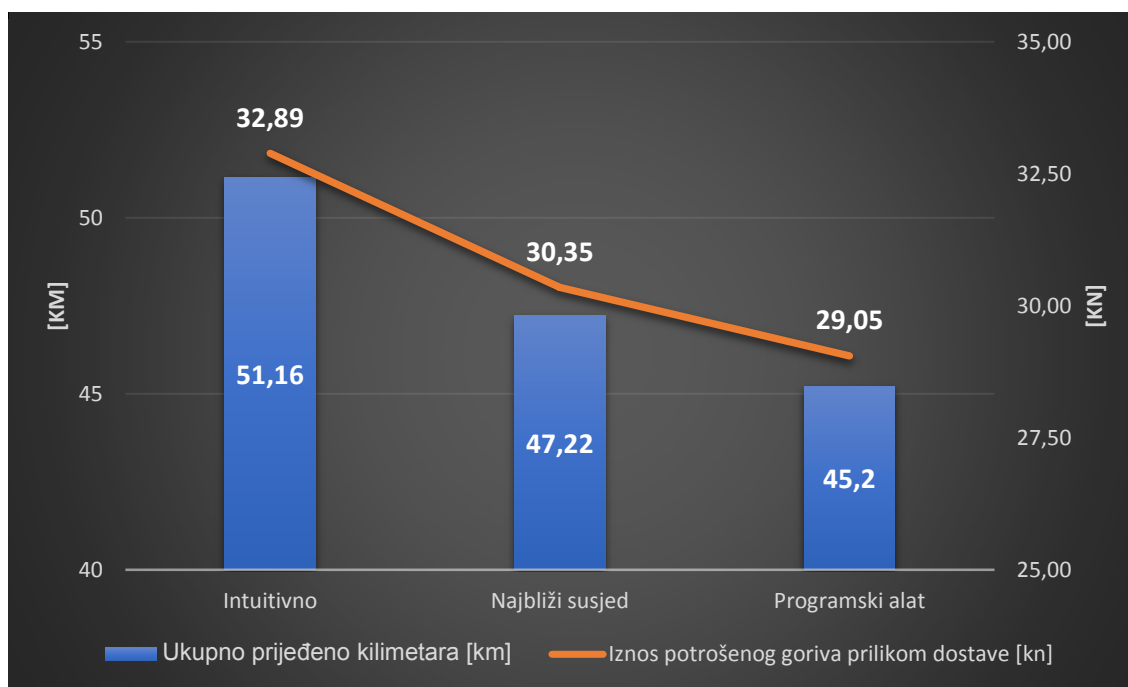
### 7.1.2. Analiza rute za srijedu

Grafikon 12. prikazuje prijeđene udaljenosti prilikom dostave za srijedu. Može se vidjeti da je razlika u kilometrima manja s obzirom na način rutiranja nego što je to bio slučaj kod ponedjeljka (Grafikon 9.). Jedan od razloga tome je i broj pošiljaka. Razlika između intuitivnog rutiranja i rutiranja pomoću programskog alata iznosi manje od šest kilometara (5,96 km) dok razlika između programskog alata i metode najbližeg neposjećenog susjeda iznosi oko 2 kilometra (2,02 km).



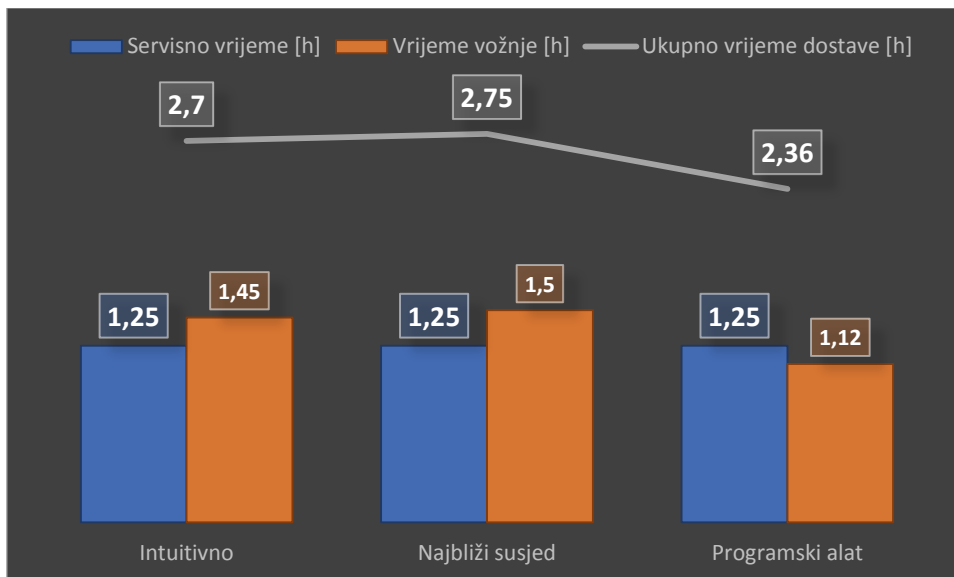
**Grafikon 12.** Prijeđena udaljenost s obzirom na način rutirana za srijedu

Iz Grafikona 13. vidljiva je razlika u iznosu koji je plaćen za gorivo s obzirom na koji je način rađena ruta. Na temelju tih informacija može se zaključiti da iznos koji se štedi ako izaberemo određivanje ruta pomoću programskog alata naspram intuitivnog rutiranja, u konkretnom slučaju, iznosi oko četiri kune (3,89 kn). Možda to na prvi pogled se čini malo ali kada bi uzeli u obzir sve rute na godišnjoj razini iznos koji bi se uštedio bio bi ogroman.



**Grafikon 13.** Omjer iznosa goriva i pređene kilometraže s obzirom na način rutiranja za srijedu

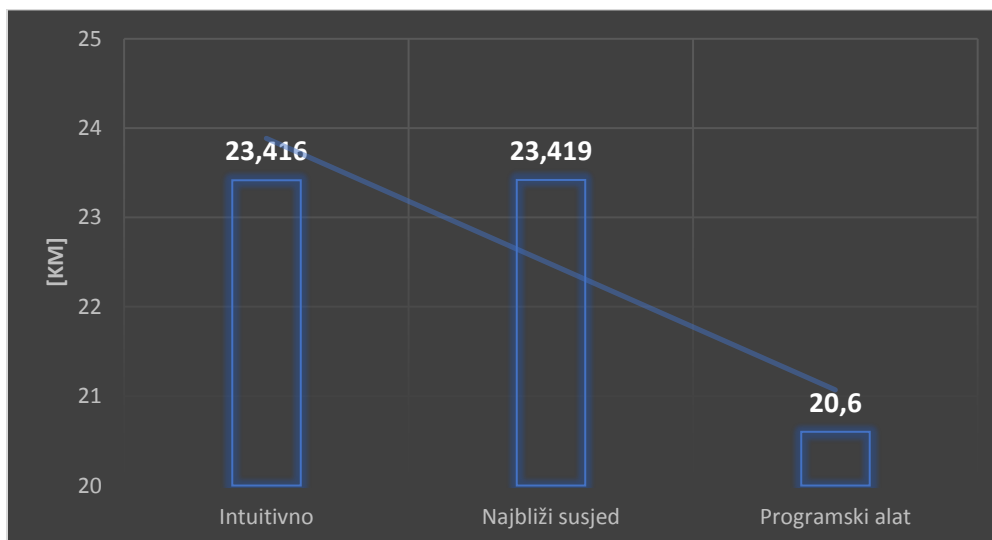
Na temelju Grafikona 14. može se zaključiti da ukupno vrijeme dostave ne ovisi nužno o duljini rute. Takav slučaj je kod intuitivnog rutiranja i rutiranja metodom najbližeg neposjećenog susjeda. Može se vidjeti da ruta izabrana metodom najbližeg neposjećenog susjeda više traje od intuitivne rute ali prijeđena udaljenost je manja kod metode najbližeg neposjećenog susjeda (Grafikon 13). Također iz grafikona je vidljivo da je kod rutiranja pomoću programskog alata vrijeme vožnje manje od servisnog vremena.



**Grafikon 14.** Odnos vremena prilikom dostave za srijedu

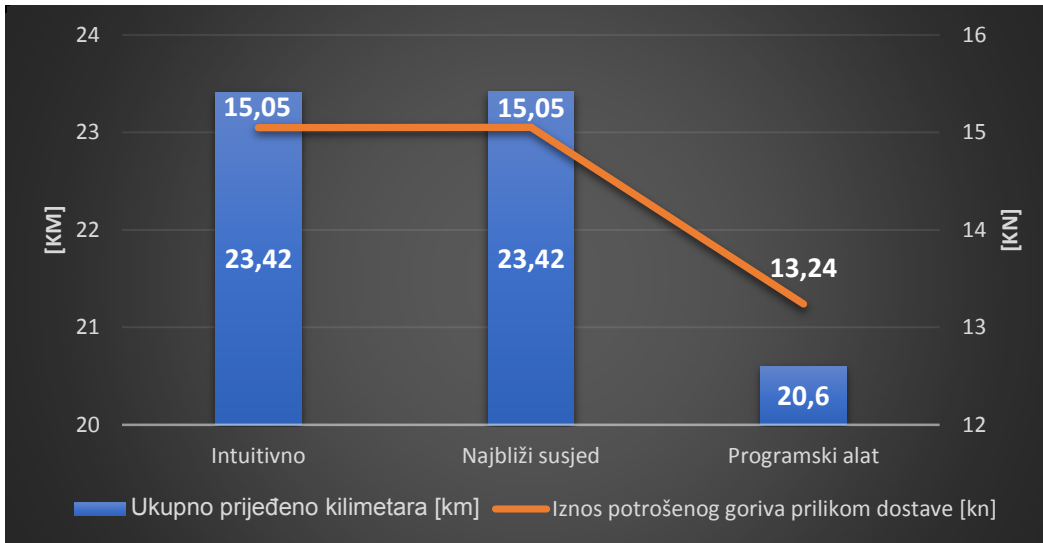
### 7.1.3. Analiza rute za petak

Iz Grafikona 15. može se vidjeti da nije nađena ruta metodom najbližeg neposjećenog susjeda koja bi bila kraća od intuitivnog načina rutiranja. Također se može zaključiti da ako postoji manji broj pošiljaka za dostaviti, ukupna pređena udaljenost bit će manja a to znači da će i uštede koje donosi programski alat biti manje, što je i logično. Ali također se ne smije zanemariti činjenica da je programski alat, na relativno mali broj pošiljaka, našao rutu kraću za oko tri kilometra (2,81 km).



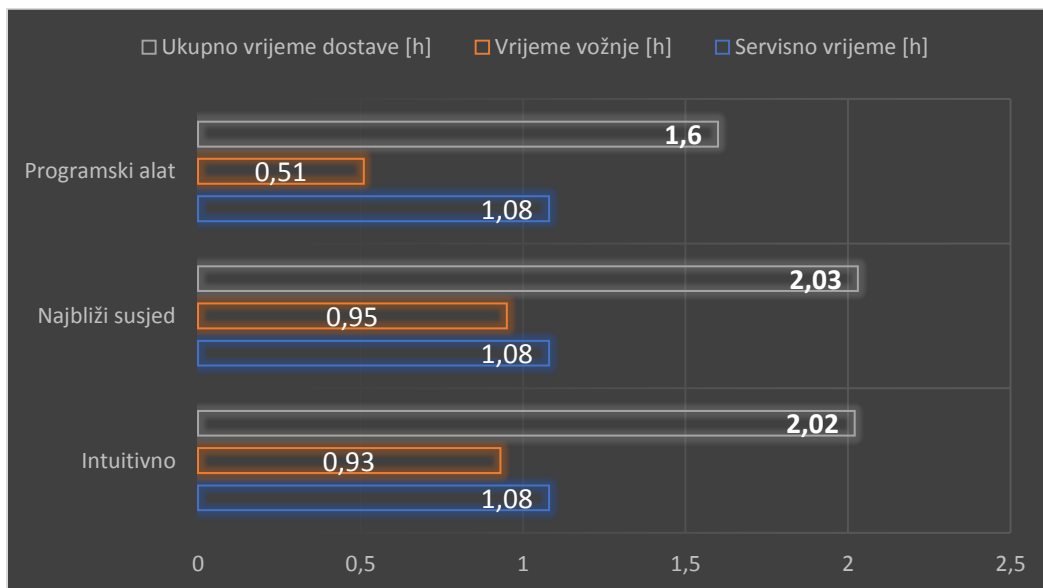
**Grafikon 15.** Prijeđena udaljenost s obzirom na način rutiranja za petak

Grafikon 16. prikazuje odnos prijeđene kilometraže i iznosa potrošenog goriva. Može se zaključiti da ušteda u konkretnom slučaju iznosi 1,8 kuna u korist rutiranja pomoću programskog alata naspram intuitivnog rutiranja i rutiranja metodom najbližih susjeda.



**Grafikon 16.** Omjer iznosa goriva i pređene kilometraže s obzirom na način rutiranja za petak

Grafikon 17. prikazuje odnos vremena prilikom dostave. Može se vidjeti na temelju grafikona da vrijeme vožnje se skraćuje za 26 minuta prilikom rutiranja pomoću programskog alata. To vrijeme je značajno ako se uzme u obzir broj pošiljaka (13). Također može se vidjeti da je vrijeme vožnje kod intuitivnog rutiranja manje od vremena vožnje kod metode najbližeg neposjećenog susjeda.



**Grafikon 17.** Odnos vremena prilikom dostave za petak

## 7.2. Uštede prilikom rutiranja odabranim načinima

Kada se uzmu u obzir sva prosječna smanjenja naspram intuitivnog odabira ruta dolazi se do značajnijih ušteda uzimajući u obzir konkretne primjere koji su korišteni kroz ovaj rad. Parametri koji su uzimani za uspoređivanje su ukupno prijeđeno kilometara, vrijeme vožnje i iznos potrošenog goriva. Konkretni podaci uzimaju u obzir i podatke kad je intuitivni način rutiranja dao bolje rezultate od metode najbližeg neposjećenog susjeda (Grafikon 14., Grafikon 15., Grafikon 17.)



Slika 23. Načini optimizacije troškova [26]

Tablica 16. prikazuje prosječne uštede prilikom rutiranja metodom najbližeg neposjećenog susjeda i programskog alata na temelju sva tri dana. Mogu se vidjeti višestruke koristi suvremenog programskog alata prilikom odabiranja ruta. Suvremeni programski alat smanjuje duljinu rute, na konkretnom primjeru, za čak 13,6 %, dok metoda najbližeg neposjećenog susjeda za 4,5 % naspram intuitivnog rutiranja. Kada se gleda vrijeme vožnje tada programski alat vrijeme vožnje smanjuje za 37,9 %, a metoda najbližeg neposjećenog susjeda za 0,8 %. Kada bi se to gledalo s financijske strane programski alat troškove goriva smanjuje za 13,6 % dok metoda najbližeg neposjećenog susjeda za 4,6 % u odnosu na intuitivan način rutiranja.

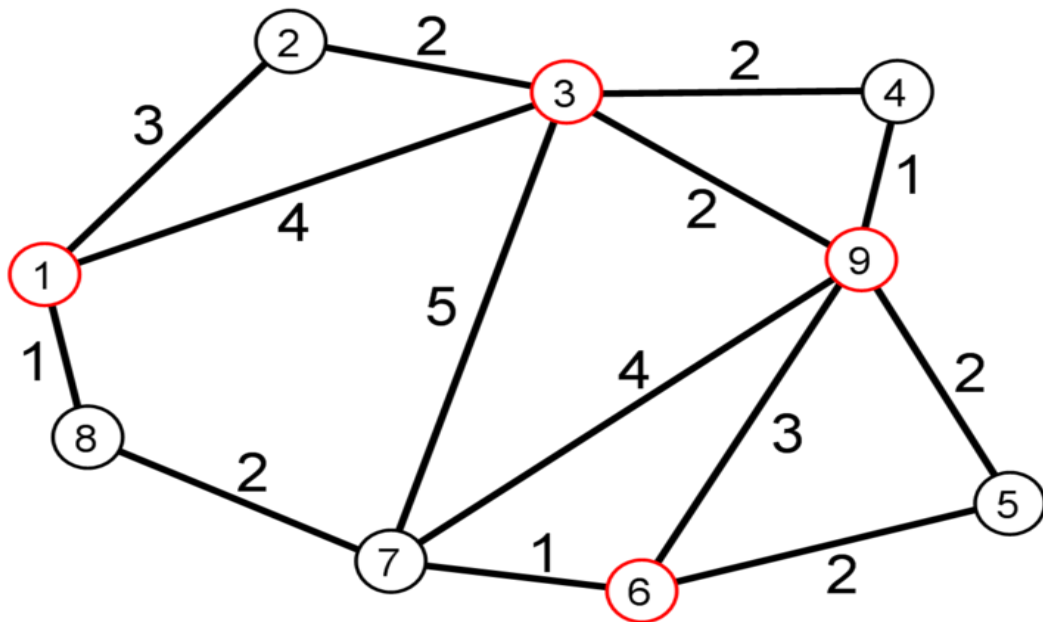
Tablica 16. Prosječno smanjenje odabranih parametara u odnosu na intuitivni način rutiranja

Način rutiranja	Metoda najbližeg susjeda	Programski alat
Ukupno prijeđeno kilometara [km]	4,5%	13,6%
Vrijeme vožnje [h]	0,8%	37,9%
Iznos potrošenog goriva prilikom dostave [kn]	4,6%	13,6%

### 7.3. Analiza redosljedaja obilaska

Redosljeda obilaska dostavnih mjesta prilikom rutiranja ima značajnu ulogu u dužini rute, trajanju rute i ukupnim troškovima. Intuitivnim načinom jako teško, ili gotovo nemoguće, se može odrediti optimalni redosljeda obilaska. Metodom najbližeg neposjećenog susjeda to je moguće ali onda se mora isprobati svaki mogući redosljeda obilaska što predstavlja jako veliki posao i oduzima puno vremena (Slika 24.). Suvremeni programski alati, između ostalog, sposobni su naći optimalan redosljeda obilaska te im je to jedna od brojnih prednosti.

Mjesto iz kojeg vozilo započinje i završava dostavu pošiljaka u tablicama je naznačeno kao slovo P. Ta polja sadržavaju u tablicama dva broja jer tu počinje i završava ruta.



Slika 24. Primjer problema redosljedaja obilaska odredišta [27]

Tablica 17. prikazuje redoslijed obilaska za ponedjeljak. Može se vidjeti da svaka ruta započinje različitim redoslijedom obilaska te i završava s različitim mjestima dostave. Ovaj redoslijed obilaska za ponedjeljak najbolje govori o različitosti metoda odabira ruta gdje se vidi da redoslijedi obilaska nisu ni približno slični. Jedan od razloga tome su i veliki broj odredišta pa samim time je i broj kombinacija puno veći.

**Tablica 17.** Redoslijed obilaska za ponedjeljak

ODREDIŠTE	INTUITIVNO	METODA NAJBLIŽEG SUSJEDA	PROGRAMSKI ALAT
P	1, 24	1, 24	1, 24
O1	9	22	5
O2	17	7	19
O3	16	6	18
O4	18	9	20
O5	15	8	17
O6	10	23	4
O7	6	16	7
O8	3	12	22
O9	8	13	2
O10	4	10	21
O11	7	14	3
O12	2	11	23
O13	5	15	6
O14	12	2	14
O15	11	3	13
O16	13	4	15
O17	14	5	16
O18	23	19	9
O19	22	18	10
O20	21	17	8
O21	20	21	11
O22	19	20	12

U Tablici 18. vidljiv je redosljed obilaska za srijedu. Može se primijetiti da redosljed intuitivnim načinom dostave i redosljed dan od suvremenog programskog alata kod nekih odredišta se nalazi na istom mjestu po redosljedu obilaska (O1, O2, O6). Može se primijetiti da s manjim brojem odredišta mogućnost sličnosti ruta se povećava za razliku od odabira ruta u ponedjeljak (Tablica 17.).

**Tablica 18.** Redosljed obilaska za srijedu

ODREDIŠTE	INTUITIVNO	METODA NAJBLIŽEG SUSJEDA	PROGRAMSKI ALAT
P	1, 17	1, 17	1, 17
O1	14	10	14
O2	13	11	13
O3	16	9	15
O4	15	8	16
O5	3	12	5
O6	4	14	4
O7	2	13	6
O8	12	7	7
O9	8	2	11
O10	11	4	8
O11	7	3	12
O12	9	6	10
O13	10	5	9
O14	5	16	2
O15	6	15	3



U Tablici 19. vidi se redoslijed obilaska za petak. Na ovome primjeru dolazimo do zanimljive situacije. Naime, može se vidjeti da redoslijed obilaska kod metode najbližeg neposjećenog susjeda i kod programskog alata je identičan ali ruta koju je dao programski alat kraća je za 2,81 kilometar, što nam govori da je programski alat nalazio kraće rute. Također je zanimljivo da je duljina rute metodom najbližeg neposjećenog susjeda za 3 metra dulja od intuitivnog rutiranja te nemaju ni približno sličan redoslijed obilaska. Na temelju ovih rezultata može se zaključiti da ako postoji manji broj odredišta to će i razlika između načina rutiranja biti manja i obrnuto.

**Tablica 19.** Redoslijed obilaska za petak

ODREDIŠTE	INTUITIVNO	METODA NAJBLIŽEG SUSJEDA	PROGRAMSKI ALAT
<b>P</b>	1, 15	1, 15	1, 15
<b>O1</b>	9	7	7
<b>O2</b>	5	9	9
<b>O3</b>	8	11	11
<b>O4</b>	2	14	14
<b>O5</b>	4	13	13
<b>O6</b>	3	12	12
<b>O7</b>	7	10	10
<b>O8</b>	14	5	5
<b>O9</b>	10	6	6
<b>O10</b>	13	4	4
<b>O11</b>	11	2	2
<b>O12</b>	12	3	3
<b>O13</b>	6	8	8

## 8. ZAKLJUČAK

Daljnijim razvojem tehnologija i povećanjem konkurencije u svim djelatnostima, pa tako i u logistici, nastavit će se i dalje sve veće dodvoravanje krajnjim potrošačima povoljnim uslugama a i sami potrošači postaju sve više "razmaženiji" te očekuju izvrsnost u usluzi. U tom međusobnom "ratu" poslovnih organizacija sve veću i važniju ulogu ima i logistika. Poslovne organizacije koje su to na vrijeme spoznale danas su u prednosti nad onima koje još nisu.

Može se vidjeti da je transportna logistika zahtjevna i složena grana logistike ali kao takva pruža puno mogućnosti za optimizaciju. To se najbolje može vidjeti na trendovima koji se javljaju u transportu i koji će u ne tako dalekoj budućnosti postati realnost.

Na temelju diplomskoga rada može se zaključiti da korištenje suvremenih programskih alata postaje normalna pojava u transportnoj logistici te da pruža puno mogućnosti za racionalizaciju troškova. Također se vidi koliko je učinkovitiji od intuitivnog načina rutiranja, ali i od matematičkih modela. Daljnijim razvijanjem takvih vrsta programa razlika u udaljenosti između proizvođača i potrošača postajat će sve manja što je i cilj logistike kao djelatnosti.

Uštede koje donosi suvremeni programski alat ne ogledavaju se samo kroz manje prijeđenih kilometar, iako je to ključna stavka. Prednosti se ogledavaju i kroz potrošnju goriva, uštedu vremena, manju amortizaciju vozila, povećanju sigurnosti u prometu, manju emisiju štetnih tvari i mnogih drugih.

Isto tako može se zaključiti da suvremeni programski alati značajniju uštedu donose onim poslovnim organizacijama koji imaju veći vozni park odnosno oni koji prolaze više kilometara. Pitanje je da li se programski alati isplate organizacijama s manjim voznim parkom ako se zna da je implementacija takvih sustava milijunska investicija. Manjim voznim parkovima možda bi se više isplatilo određivanje ruta pomoću matematičkih modela koje je besplatno i učinkovitije od intuitivnog načina rutiranja a zahtijeva više rada koje se na kraju isplati. Srećom, danas postoje mnogi načini da se sazna odgovor na takvo pitanje, zato prije konačne odluke koje metode koristi za određivanje ruta treba napraviti kvalitetnu analizu.

## POPIS KRATICA

BDP	Bruto domaći proizvod – vrijednost dobara i usluga proizvedenih u nekoj zemlji
CNG	(Compressed Natural Gas) komprimirani prirodni plin
DC	Distributivni centar - univerzalno skladište u kojem se obavljaju manipulacije robom u cilju što brže dopreme robe krajnjem potrošaču
DHL	Globalni pružatelj logističkih usluga. Posluje kao dio Deutsche Posta-a
DTD	(Door To Door) – usluga od vrata do vrata
GPS	(Global Positioning System) globalni pozicijski sustav
ISO	(International Organization for Standardization) Međunarodnu organizaciju za normiranje (standardizaciju)
JIT	(Just In Time) pravi proizvod na pravome mjestu u pravo vrijeme
SWOT	( <b>S</b> – Strengths, <b>W</b> – Weaknesses, <b>O</b> – Opportunities, <b>T</b> - Threats) snaga, slabost, prilike, prijetnje
VRP	(Vehicle Routing Problem) problem usmjeravanja vozila

## Literatura

- [1] Ivaković, Č., Stanković, R., Šafran, M.: *Špedicija i logistički procesi*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
- [2] Županović, I.: *Tehnologija cestovnog prijevoza*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998.
- [3] Autorizirana predavanja iz kolegija *Logistika i transportni modeli*, Stanković, Pašagić Škrinjar, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [4] Rogić K., Šutić B., Kolarić G.: *Methodology of Introducing Fleet Management System*, *Promet – Traffic&Transportation*, vol. 20, p.105-106, 2008.
- [5] Yung-yu, T., Taylor, M., Yue, W.L.: *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, p. 1657 - 1672, 2005.
- [6] Kolarić G., Skorić L.: *Metode distribucije u gradska središta*, *Tehnički glasnik* 8, str. 405-412, 2014.
- [7] URL: <https://repozitorij.unizg.hr/en/islandora/object/fpz%3A427/datastream/PDF/view> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [8] URL: <http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/5548-logistiki-trendovi-nakon-ulaska-u-eu.html> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [9] URL: <http://www.fpz.unizg.hr/prom/?p=976> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [10] URL: [http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/postnordparcels\\_video.php](http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/postnordparcels_video.php) (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [11] URL: [http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/postnordparcels\\_video.php](http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/postnordparcels_video.php) (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [12] URL: <http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/news.php?NewsID=85269> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [13] URL: <http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/news.php?NewsID=85171> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [14] URL: <http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/news.php?NewsID=84467> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [15] URL: <http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/news.php?NewsID=84194> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [16] URL: <http://www.postalandparceltechnologyinternational.com/news.php?NewsID=84282> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [17] URL: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A233/datastream/PDF/view> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [18] URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Fleet\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/Fleet_management) (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [19] URL: <http://arhiva.vidilab.com/vidi.biz/arhiva/vidi.biz193/pdf/Vidi.biz193.pdf> (pristupljeno: svibanj 2017.)

- [20] URL: <https://uprava.gov.hr/UserDocsImages/Istaknute%20teme/Smjernice%20za%20upravljanje%20voznim%20parkom.pdf>  
<http://www.fpz.unizg.hr/traffic/index.php/PROMTT/article/viewFile/992/839/>(pristupljeno: svibanj 2017.)
- [21] URL: <http://www.hrleksikon.info/definicija/intuicija.html> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [22] URL: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=25317> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [23] URL: [https://bib.irb.hr/datoteka/594933.Diplomski\\_rad\\_-\\_Alan\\_Tus.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/594933.Diplomski_rad_-_Alan_Tus.pdf) (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [24] URL: [http://croatia.gdi.net/?page\\_id=1219](http://croatia.gdi.net/?page_id=1219) (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [25] URL: [http://www.blog-sr.mojtransporter.com/post/Odredivanje\\_ruta-vozila-Da-li-da-se-oslonite-na-softver-ili-znanje-i-iskustvo-dispecera](http://www.blog-sr.mojtransporter.com/post/Odredivanje_ruta-vozila-Da-li-da-se-oslonite-na-softver-ili-znanje-i-iskustvo-dispecera) (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [26] URL: <http://www.fmlc.com.hr/smanjite-kilometrazu-koristenjem-gps-a/> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [27] URL: [https://zh.wikipedia.org/wiki/File:Chinespostman\\_1.png](https://zh.wikipedia.org/wiki/File:Chinespostman_1.png) (pristupljeno: lipanj 2017.)

## Popis slika:

<b>Slika 1.</b> Čimbenici razvoja logistike .....	4
<b>Slika 2.</b> Logička povezanost problemskih područja .....	5
<b>Slika 3.</b> Udio troškova u logistici .....	6
<b>Slika 4.</b> Središnja uloga logistike .....	7
<b>Slika 5.</b> Karike u opskrbnom lancu .....	9
<b>Slika 6.</b> Ključni čimbenici u procesima distribucije roba u urbana područja .....	11
<b>Slika 7.</b> Centralizirani sustav opskrbe [5] .....	12
<b>Slika 8.</b> Decentralizirani sustav opskrbe [5] .....	13
<b>Slika 9.</b> Decentralizirani sustav opskrbe [7] .....	13
<b>Slika 10.</b> In-car Delivery [11] .....	16
<b>Slika 11.</b> Aplikacija za kurirske poslove [12].....	17
<b>Slika 12.</b> Četveronogi robot [13] .....	18
<b>Slika 13.</b> UPS-ov tegljač na prirodni plin [14].....	19
<b>Slika 14.</b> Cubicycles [15] .....	19
<b>Slika 15.</b> Prikaz pozicije vozila sa željenim informacijama [19] .....	21
<b>Slika 16.</b> Zadaci upravljanja voznim parkom.....	22
<b>Slika 17.</b> Lokacije mjesta dostave za ponedjeljak .....	29
<b>Slika 18.</b> Lokacije mjesta dostave za srijedu .....	30
<b>Slika 19.</b> Lokacije mjesta dostave za petak .....	31
<b>Slika 20.</b> Prikaz rute u programskom alatu za ponedjeljak.....	44
<b>Slika 21.</b> Prikaz rute u programskom alatu za srijedu.....	45
<b>Slika 22.</b> Prikaz rute u programskom alatu za petak.....	46
<b>Slika 23.</b> Načini optimizacije troškova [26] .....	55
<b>Slika 24.</b> Primjer problema redoslijeda obilaska odredišta [27] .....	56

## Popis tablica:

<b>Tablica 1.</b> SWOT analiza intuitivnog načina rutiranja .....	28
<b>Tablica 2.</b> Pregled rute intuitivnim načinom dostave u ponedjeljak .....	30
<b>Tablica 3.</b> Pregled rute intuitivnim načinom dostave u srijedu .....	31
<b>Tablica 4.</b> Pregled rute intuitivnim načinom dostave u petak .....	32
<b>Tablica 5.</b> SWOT analiza metode najbližeg neposjećenog susjeda .....	34
<b>Tablica 6.</b> Matrica udaljenosti za ponedjeljak .....	36
<b>Tablica 7.</b> Pregled rute odabrane metodom najbližeg neposjećenog susjeda za ponedjeljak.....	37
<b>Tablica 8.</b> Matrica udaljenosti za srijedu .....	37
<b>Tablica 9.</b> Pregled rute odabrane metodom najbližeg neposjećenog susjeda za srijedu.....	38
<b>Tablica 10.</b> Matrica udaljenosti za petak .....	38
<b>Tablica 11.</b> Pregled rute odabrane metodom najbližeg neposjećenog susjeda za petak .....	39
<b>Tablica 12.</b> SWOT analiza suvremenog programskog alata .....	43
<b>Tablica 13.</b> Pregled rute odabrane programskim alatom za ponedjeljak.....	44
<b>Tablica 14.</b> Pregled rute odabrane programskim alatom za srijedu.....	46
<b>Tablica 15.</b> Pregled rute odabrane programskim alatom za petak .....	47
<b>Tablica 16.</b> Prosječno smanjenje odabranih parametara u odnosu na intuitivni način rutiranja .	55
<b>Tablica 17.</b> Redoslijed obilaska za ponedjeljak.....	57
<b>Tablica 18.</b> Redoslijed obilaska za srijedu .....	58
<b>Tablica 19.</b> Redoslijed obilaska za petak.....	59

## Popis grafikona:

<b>Grafikon 1.</b> Odnos iznosa potrošenog goriva i prosječne brzine vožnje za intuitivno određivanje ruta .....	32
<b>Grafikon 2.</b> Broj pošiljaka u odnosu na prijeđenu kilometražu za intuitivno određivanje ruta ....	33
<b>Grafikon 3.</b> Odnos vremena vožnje, potrošenog goriva i broja pošiljaka za intuitivno određivanje ruta .....	33
<b>Grafikon 4.</b> Odnos broja pošiljaka i potrošenog goriva kod metode najbližih susjeda .....	40
<b>Grafikon 5.</b> Servisno vrijeme i vrijeme vožnje u odnosu na broj pošiljaka kod metode najbližih susjeda.....	40
<b>Grafikon 6.</b> Odnos prosječne brzine vožnje, potrošenog goriva i broja pošiljaka kod metode najbližih susjeda .....	41
<b>Grafikon 7.</b> Odnos broja pošiljaka, ukupno prijeđenih kilometara i trajanja rute izračunato programskim alatom .....	47
<b>Grafikon 8.</b> Odnos vremena vožnje, potrošenog goriva prilikom dostave i broja pošiljaka izračunato programskim alatom .....	48
<b>Grafikon 9.</b> Prijeđena udaljenost s obzirom na način rutiranja za ponedjeljak .....	49
<b>Grafikon 10.</b> Omjer potrošnje goriva i pređene kilometraže s obzirom na način rutiranja za ponedjeljak .....	50
<b>Grafikon 11.</b> Odnos vremena prilikom dostave za ponedjeljak .....	51
<b>Grafikon 12.</b> Prijeđena udaljenost s obzirom na način rutiranja za srijedu .....	51
<b>Grafikon 13.</b> Omjer iznosa goriva i pređene kilometraže s obzirom na način rutiranja za srijedu .....	52
<b>Grafikon 14.</b> Odnos vremena prilikom dostave za srijedu .....	53
<b>Grafikon 15.</b> Prijeđena udaljenost s obzirom na način rutiranja za petak .....	53
<b>Grafikon 16.</b> Omjer iznosa goriva i pređene kilometraže s obzirom na način rutiranja za petak ..	54
<b>Grafikon 17.</b> Odnos vremena prilikom dostave za petak .....	54





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

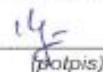
### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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 metoda u procesu određivanja ruta prijevoza**

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

U Zagrebu, 27.6.2017

Student/ica:

  
(potpis)