# Utjecaj značajki prijevoznih sredstava na uspješnost procesa prijevozne logistike

**Varga, Marina**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:549153

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository








**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 19. travnja 2016.

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

# DIPLOMSKI ZADATAK br. 3519

Pristupnik: **Marina Varga (0135195414)**
Studij: Promet
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: **Utjecaj značajki prijevoznih sredstava na uspješnost procesa prijevozne logistike**

Opis zadatka:

Potrebno je opisati način rada predmetne/ih tvrtke/i i strukturu supstrata u funkciji predmeta prijevoza. Važan čimbenik ovog rada predstavljaju značajke prijevoznih sredstava, stoga je potrebna njihova detaljna analiza. Također je potrebno ukazati na relevantne značajke infrastrukturnih objekata u svojstvu izvorišno-odredišnih lokacija, kao i skladišnu opremu, odnosno manipulacijska sredstva. Potom treba provesti analizu ostvarene učinkovitosti procesa prijevozne logistike. Iz definiranih tehničkih značajki prijevoznih sredstava i njihovih eksploatacijskih pokazatelja vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti, prema načelu uzročno-posljedične povezanosti, treba ukazati na utjecaj značajki prijevoznih sredstava na njihovu uspješnost tijekom eksploatacije u predmetnim procesima prijevozne logistike.

Zadatak uručen pristupniku: 4. ožujka 2016.

Mentor:

mr. sc. Veselko Protega, v. pred.

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

# DIPLOMSKI RAD

# UTJECAJ ZNAČAJKI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA NA USPJEŠNOST PROCESA PRIJEVOZNE LOGISTIKE

# IMPACT OF VEHICLES' FEATURES ON THE SUCCSESS OF TRANSPORT LOGISTICS PROCESSES

Mentor: mr.sc. Veselko Protega

Studentica: Marina Varga
JMBAG: 0135195414

Zagreb, veljača 2017.

UTJECAJ ZNAČAJKI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA NA USPJEŠNOST PROCESA PRIJEVOZNE LOGISTIKE

SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

Današnje potrebe za što bržom isporukom robe i povezivanjem ključnih točaka u opskrbnom procesnom lancu moraju biti zadovoljene jer kupci zahtijevaju veću brzinu točnost i pouzdanost. Prijevozna sredstva su vrlo važan resurs u prijevoznom procesu jer omogućuju premještaj tereta s jednog mjesta na drugo u realnom vremenu. Opisane su značajke i strukture prijevoznih sredstava koja će različito utjecati na učinkovitost analiziranih prijevoznih procesa. Važnu ulogu imaju i roba koja se prevozi te transportni uređaji i manipulacijska sredstva koja se koriste u prijevoznom procesu. Provedena je usporedna analiza učinkovitosti prijevoznih procesa. Na kraju su iz dobivenih pokazatelja učinkovitosti prijevoznih procesa dobiveni zaključci o utjecaju značajki prijevoznih sredstava na uspješnost procesa prijevozne logistike.

KLJUČNE RIJEČI: prijevozna sredstva, teret, manipulacijska sredstva, transportni uređaji, procesni lanci, učinkovitost prijevoznih procesa

SUMMARY I KEYWORDS

Today the need for a speedy delivery of goods and linking the key points in the supply chain process must be satisfied as customers require a high accuracy and reliability. The means of transport are a very important resource in the transport process because they allow the transfer of cargo from one place to another in real time. It describes the features and structure of means of transport, which will have different effects on the efficiency of the analyzed transport processes. An important role is played by the goods being transported and transport devices and manipulation devices which are used in the transport process. We conducted a comparative analysis of the efficiency of transport processes. At the end of the performance indicators obtained from the transport process derived conclusions about the influence of the features of means of transport to the success of the process of transport logistics.

KEY WORDS: transport vehicles, cargo, manipulation means, transport equipment, process chains, the efficiency of transport processes

SADRŽAJ

1. UVOD ..... 1
2. OPIS RADA TVRTKE MINI MLJEKARA VERONIKA D.O.O. ..... 2
2.1 STRATEGIJA, CILJEVI I STRUKTURA TVRTKE MINI MLJEKARA VERONIKA D.O.O. ..... 3
2.2 MREŽA KORISNIKA TVRTKE MINI MLJEKARA VERONIKA D.O.O. ..... 4
3. OPIS OBILJEŽJA SUPSTRATA I PRIJEVOZNE POTRAŽNJE ..... 6
3.1. ROBA – OBJEKT TRANSFORMACIJE KAO ELEMENT PRIJEVOZNE LOGISTIKE ..... 6
3.2. TRANSPORTNI UREĐAJI KAO POMOĆNA SREDSTVA PRIJEVOZNE LOGISTIKE ..... 8
4. ANALIZA TEHNOLOŠKIH I TEHNIČKIH ZNAČAJKI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA ..... 13
4.1. TERETNA MOTORNA PRIJEVOZNA SREDSTVA ..... 13
4.2. PRIKLJUČNA PRIJEVOZNA SREDSTVA ..... 16
4.3. OSNOVNI EKSPLOATACIJSKI PARAMETRI TERETNIH VOZILA ..... 18
5. OPIS ZNAČAJKI INFRASTRUKTURNIH LOGISTIČKIH RESURSA I NJIHOVE OPREMLJENOSTI ..... 23
5.1. INFRASTRUKTURA KAO RESURS PRIJEVOZNE LOGISTIKE ..... 23
5.2. MANIPULACIJSKA SREDSTVA KAO OSNOVNI RESURS PROCESA PRIJEVOZNE LOGISTIKE ..... 26
5.3. PRIJEVOZNA SREDSTVA KAO OSNOVNI RESURS PROCESA PRIJEVOZNE LOGISTIKE ..... 28
5.4. PRIKAZ ITINERARA KRETANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA ..... 32
6. ANALIZA UČINKOVITOSTI PREDMETNIH PROCESA ..... 37
6.1. DISTRIBUCIJSKI PROCESNI LANCI ..... 37
6.2. FAZE PROCESA DJELOVANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA ..... 42
6.3. VREMENSKA ANALIZA DJELOVANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA ..... 43
6.4. ANALIZA KRETANJA PRIJEVOZNOG SREDSTVA SA STAJALIŠTA PRIJEĐENOG PUTA ..... 45
6.4. BRZINE KRETANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA ..... 47
6.5. ANALIZA NAZIVNE NOSIVOSTI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA (q) ..... 49
6.6. PRIJEVOZNI UČINAK ..... 51
7. UTJECAJ ZNAČAJKI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA NA USPJEŠNOST ODVIJANJA PREDMETNIH PROCESA ..... 52
7.1. ANALIZA PROSTORNE UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA ..... 52
7.2. ANALIZA VREMENSKE UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA ..... 53
7.3. ANALIZA KAPACITIVNE UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA ..... 53
7.4. UKUPNA UČINKOVITOST PRIJEVOZNIH PROCESA A, B I C ..... 54

8. ZAKLJUČAK 57

LITERATURA ..... 58

POPIS SLIKA ..... 59

POPIS TABLICA ..... 60

POPIS GRAFIKONA ..... 60

# 1. UVOD

Prijevozna sredstva su tehničke naprave koje služe prijevozu putnika i tereta. Cestovna prijevozna sredstva su ona prijevozna sredstva koja se kreću cestovnim prometnicama i zajedno sa željezničkim vozilima čine kopneni promet.

Podjela cestovnih motornih vozila prema namjeni, ako se isključe osobna vozila, traktori i radni strojevi, svodi se na tri osnovne vrste: putnička vozila (autobusi), teretna vozila i kombinirana vozila.

Svrha diplomskog rada je prepoznati utjecaj značajki prijevoznih sredstava na uspješnost procesa prijevozne logistike. U radu je opisan tehnološki proces prijevoza tereta u opskrbnim lancima trima različitim prijevoznim sredstvima. Prevoze se mliječni proizvodi stoga prijevozna sredstva moraju imati posebnu namjenu i tehničke značajke za prijevoz lako pokvarljive robe.

Cilj rada je kvalitetnije upoznati tehničke značajke prijevoznih sredstava namijenjenih prijevozu mliječnih proizvoda. Kroz usporedne analize prijevoznih procesa ukazati na razlike, kod tri različita vozila kojima se prevoze mliječni proizvodi, različitim itinerarima kretanja. Krajnjim rezultatima zaključiti kako te međusobne razlike utječu na uspješnost procesa prijevozne logistike.

Diplomski rad se sastoji od osam poglavlja, uključujući uvod i zaključak. U drugom poglavlju je opisan je rad analizirane tvrtke Mini mljekara Veronika, a uz to i prijevozna sredstva u njihovom vlasništvu kojima prevoze mliječne proizvode od skladišta do odredišta.

U trećem poglavlju opisana su obilježja supstrata i prijevozne potražnje. U četvrtom poglavlju napravljena je detaljna analiza tehnoloških i tehničkih značajki prijevoznih sredstava. U petom poglavlju opisane se značajke infrastrukturnih logističkih resursa i njihova opremljenost. U šestom poglavlju napravljena je analiza učinkovitosti predmetnih procesa. Dok u predposlijednjem sedmom poglavlju predstavljen je utjecaj značajki prijevoznih sredstava na uspješnost procesa prijevozne logistike.

Korišteni izvori informacija su knjiga „Tehnologija cestovnog prijevoza“, prof.dr.sc. Ivan Županović, FPZ; osobni kontakt i Internet stranica Mini mljekare Veronika iz Desinića, te ostali izvori navedeni na zadnjim stranicama ovog rada.

Iz usporednih analiza prijevoznih procesa dobiveni su određeni zaključci kako pojedino prijevozno sredstvo utječe na procese učinkovitosti prijevozne logistike.

## 2. OPIS RADA TVRTKE MINI MLJEKARA VERONIKA D.O.O.

Mini mljekara Veronika d.o.o., počela je s radom početkom 2000.- te g. Jedina je mljekara na području Krapinsko – zagorske županije. Danas Mini mljekara Veronika sa 70 - ak zaposlenih i dnevnom proizvodnjom od 18 000 litara mlijeka čini glavni ekonomski i gospodarski pokretač ne samo Desinićkog kraja nego i šire okolice. Mlijeko koje se preradi u Mini mljekari Veronika zadržava izvornu kvalitetu što podrazumijeva da ima i okus i miris, stoga Mini mljekara Veronika u svojoj ponudi ima proizvode kakvi se rijetko nađu na tržištu, potpuno svježe, prirodne, bez konzervansa, razno raznih kemijskih dodataka koji se danas nude na tržištu.

Da bi se proizveli visokokvalitetni proizvodi potrebno je zadovoljiti nekoliko faktora. Prije svega potrebno je imati kvalitetnu sirovinu. Hrvatsko Zagorje svojim geografskim karakteristikama i brežuljkastom reljefom područje je na kojemu se može na prirodan način proizvesti kvalitetna sirovina. Ponuditi nešto takvo zahtjeva prije svega kratak put od mužnje mlijeka do prodaje mlijeka i mliječnih proizvoda na tržištu tj. bez dugog skladištenja robe. Tako se mlijeko koje se danas sakupi od kooperanata već sutra nađe u prodaji.



Slika 1. Vozni park i skladište Mini mljekare Veronika [8]

Da bi mlijeko došlo u mljekaru na preradu mora se sakupiti od gotovo 500 kooperanata sa područja općina Desinić, Zagorska sela, Klanjec, Kumrovec, Hum na Sutli, Marije Magdalene, Lobora te gradova Pregrade i Zlatara. Od 400 - tinjak kooperanata oko 100 – tinjak je većih proizvođača dok su ostalo mala gospodarstva sa 2 – 3 muzne krave. Sa dva vozila kojima se sakuplja mlijeko, dnevno se prijeđe više od 700 km jer se mlijeko sakuplja tzv. sistemom od " štale do štale " Tim sistemom velika su startna ulaganja, ali su ključna u održavanju na životu malih gospodarstva koja prevladavaju na ovom području.




Slika 2. Autocisterna za prijevoz mlijeka tvrtke Mini mljekara Veronika [8]

Mini mljekara Veronika iz Desinića surađuje sa 500 kooperanata, a osim plasmana njihovih proizvoda na tržište, sada će zagorskim poljoprivrednicima pomoći i u uočavanju

nedostataka kvalitete mlijeka, jer je početkom 2016. nabavila dva vozila s najmodernijim cisternama, opremljenima tehnologijom koja odmah analizira mlijeko. Nabavljene su pomoću potpore iz programa IPARD, a u ovaj projekt Mini mljekara Veronika krenula je početkom 2016. godine uz pomoć Zagorske razvojne agencije. Cisterne su kapaciteta 2000 litara.

Mini mljekara Veronika jamči kvalitetno i svježe mlijeko, ne starije od 24 sata, a da su njihovi proizvodi provjerene kvalitete, govori i činjenica da su prvi u Hrvatskoj dobili jamstveni žig 'Živjeti zdravo' za čak tri proizvoda – maslac, posni sir i sirutku. Jamstveni žig znači da je riječ o zdravstveno sigurnim proizvodima povoljnog nutritivnog sastava, testiranih od strane stručnjaka Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, a žig dobivaju na tri godine. [vlasnik Mladen Šurbek]

Kupcima se nudi široka lepeza proizvoda: mlijeko, svježi sir, polutvrdi sireve (Taborgradski i Jurek), vinogradrski slani sir, maslac, kajmak, vrhnja 12%, 20% i 30% mliječne masti, čvrsti i tekući jogurt, mliječni namaz, stepko, sirutku.



Slika 3. Mliječni proizvodi Veronika [9]

Budući da je potražnja za proizvodima veća nego što kapaciteti sadašnje mljekare mogu podnijeti krenulo se u izgradnju novog kompleksa čiji će kapaciteti prerade biti 20 000 litara mlijeka dnevno. Izgradnja je počela početkom 2009.g., a planirani završetak je krajem 2017.g.

## 2.1 STRATEGIJA, CILJEVI I STRUKTURA TVRTKE MINI MLJEKARA VERONIKA D.O.O.

Ciljevi svakog logističkog sustava je zadovoljavanje potreba korisnika, odnosno kupaca. Asortiman kvalitetnih mliječnih proizvoda te držanje koraka sa Hrvatskim brandovima Mini mljekari donosi vrijedna priznanja te je stoga i u ostatku Hrvatske prepoznata kao tvrtka koja zadovoljava najstrože kriterije europskog tržišta.

Zadovoljavanje korisnika odnosno kupaca može se postići kvalitetnom, pristupačnom i povoljnom ponudom asortimana.

U Hrvatskoj postoji sve veća osviještenost potrošača o kvaliteti mliječnih proizvoda koje konzumiraju, a za veliki dio te edukacije zaslužna je Mini mljekara Veronika d.o.o.

## 2.2 MREŽA KORISNIKA TVRTKE MINI MLJEKARA VERONIKA D.O.O.

Tvrtka Mini mljekara Veronika d.o.o. ima lanac od 18 trgovina mješovitom robom u svojem vlasništvu, u Krapinsko – zagorskoj županiji. Trgovine su navedene u prvom dijelu tablice 1. U drugom dijelu tablice 1. navedene su trgovine mješovitom robom u koje Tvrtka distribuira svoje mliječne proizvode. Trgovine se nalaze na duljim relacijama u Krapinsko – zagorskoj županiji i dijelom u Zagrebačkoj županiji.

Tablica 1. Podaci o korisnicima distribucije

| Redni broj | Šifra | Oznaka | Vrsta | Naziv | Adresa | Kvart |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | gar | garaža | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |
| 0 | 100 | Izv | skladište | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |
| 1 | 101 | odr | trgovina | Market 1 | Trg Svetog Jurja | Desinić |
| 2 | 102 | Odr | Trgovina | Market 2 | Miljana 15 | Zagorska sela |
| 3 | 103 | Odr | Trgovina | Market 3 | Velika Horvatska 20 | Desinić |
| 4 | 104 | Odr | Trgovina | Kiosk 4 | Zbilj Donji 46 | Desinić |
| 5 | 105 | Odr | Trgovina | Market 5 | Radoboj 331 | Radoboj |
| 6 | 106 | Odr | Trgovina | Market 6 | Ravno Brezje 97 | Kumrovec |
| 7 | 107 | Odr | Trgovina | Market 7 | Josipa Broza 18 | Kumrovec |
| 8 | 108 | Odr | Trgovina | Market 8 | Dubrovčan 59 | Veliko Trgovišće |
| 9 | 109 | Odr | Trgovina | Market 9 | Druškovec Humski | Hum na Sutli |
| 10 | 110 | Odr | Trgovina | Market 10 | Ravno Brezje 12 | Kumrovec |
| 11 | 111 | Odr | Trgovina | Market 11 | Jelenjak 12 | Desinić |
| 12 | 112 | Odr | Trgovina | Market 12 | Zagorska Sela 30 | Zagorska sela |
| 13 | 113 | Odr | Trgovina | Market 13 | Klenovec Humski 56 | Hum na Sutli |
| 14 | 114 | Odr | Trgovina | Market 14 | Druškovec Humski 64 | Hum na Sutli |
| 15 | 115 | Odr | Trgovina | Market 15 | Vinipotok 101 | Lobor |
| 16 | 116 | Odr | Trgovina | Market 16 | Švaljkovec 40 | Sveti Križ Začretje |
| 17 | 117 | Odr | Trgovina | Market 17 | Pustodol 95a | Donja Stubica |
| 18 | 118 | Odr | Trgovina | Market 18 | Donja Batina 91 | Zlatar |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 119 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Prilaz dr. Franje Tuđmana 10 | Zabok |
| 20 | 120 | Odr | Trgovina | Strahinjčica | Ljudevita Gaja 3 | Krapina |
| 21 | 121 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Trg slobode 3 | Zlatar |
| 22 | 122 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Zagrebačka 21 | Zlatar |
| 23 | 123 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Belec 3 | Belec |
| 24 | 124 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Zelinska 4 | Konjšćina |
| 25 | 125 | Odr | Trgovina | Euromilk | Beloslavec 5 | Bedenica |
| 26 | 126 | Odr | Trgovina | Euromilk | Bedenica 13 | Bedenica |
| 27 | 127 | Odr | Trgovina | Market Mare | Zagrebačka 18 | Sv. Ivan Zelina |
| 28 | 128 | Odr | Trgovina | Market Mare | K.P. Krešimira 7 | Sv. Ivan Zelina |
| | | | | | | |

# 3. OPIS OBILJEŽJA SUPSTRATA I PRIJEVOZNE POTRAŽNJE

U ovom poglavlju opisana je roba kao element prijevozne logistike, transportni uređaji kao pomoćna sredstva prijevozne logistike te prijevozna potražnja.

## 3.1. ROBA – OBJEKT TRANSFORMACIJE KAO ELEMENT PRIJEVOZNE LOGISTIKE

Predmet prijevoza ovog diplomskog rada su mliječni proizvodi Veronika iz asortimana proizvodnje tvrtke Mini mljekara Veronika (slike 4, 5 i 6).

U svojoj ponudi tvrtka Mini mljekara Veronika ima veliki asortiman mliječnih proizvoda.

Proizvodi koji će biti obrađeni u ovom radu su:

1. Svježe pasterizirano mlijeko 1l

100 g proizvoda sadrži: - 3,2% mliječne masti

4,8% laktoze, 3,4% proteina,

100-135mg Ca, K, Na, P, Mg

Vitamine A, D, E, K, B2 i B12

Energetska vrijednost 61,4 kcal/264,4 kJ

Pakiranje: tetrapak 1 l

Svježe mlijeko u potpunosti je domaći i prirodni proizvod.




Slika 4. Svježe mlijeko [9]

2. Sirutka 1l

100 g proizvoda sadrži oko: - 0,3% mliječne masti

Bjelančevine 0,8 g

Ugljikohidrati 5,1 g

Energetska vrijednost 143 kJ (26 kcal)

Pakiranje: boca od 1000 g




Slika 5. Sirutka [9]

3. Mlačenica 1l

100 g proizvoda sadrži oko: - 0,3% mliječne masti

Bjelančevine 0,8g

Ugljikohidrati 5,1g

Energetska vrijednost 143 kJ (26 kcal)

Pakiranje: boca od 1000 g




Slika 6. Mlaćenica [9]

## 3.2. TRANSPORTNI UREĐAJI KAO POMOĆNA SREDSTVA PRIJEVOZNE LOGISTIKE

Elementi transportnih uređaja su paketi, palete i kontejneri. Transportni uređaji omogućuju bolju iskorištenost vozila, manje troškove, racionalnije korištenje ljudi i sredstava te nižu cijenu gotovog proizvoda na tržištu. Kod distribucije navedenih proizvoda od transportnih uređaja koji se koriste su paketi i palete.

Svježe mlijeko se pakira u kutije, 12 tetrapaka mlijeka u jednoj kutiji. Kutije se slažu na paletu, 24 kutije po paleti.

Sirutka i mlačenica se pakiraju, svako zasebno, u kutije, 12 boca u jednoj kutiji. Kutije se slažu na paletu, 24 kutije po paleti.

Kod otpreme robe skladištari pune kutije slažu po paletama, ovisno o naručenoj količini. Potrebno ih je osigurati od lomljenja i ostalih oštećenja. Najčešće se to radi tako da ih slažu jedno na drugo te ih omotaju folijom prije otpreme.

Kod slaganja kutija mora se paziti na prekoračenje vanjskih dimenzija i nosivost palete te ih moramo slagati po principu „zidanja“.

### 3.2.1. Paleta

Paleta je drvena podloga izrađena od dasaka određenih normiziranih dimenzija, na koje se tovari roba. Paleta je vrsta pomoćne opreme koja omogućuje formiranje kompaktnog i čvrstog paketa, složenog iz raznih vrsta komadne robe.

Paleta je transportni uređaj - naprava izrađena od različitih materijala, a osnovna joj je zadaća da omogući oblikovanje optimalne jedinice manipuliranja. Po svojoj tehnološkoj funkciji konstruktivnim značajkama paleta vjerojatno još nije dosegnula optimum, a njenim će se osobitostima sigurno još baviti i konstruktori i tehnolozi.

Podjela paleta s obzirom na vrstu materijala:

- Drvene,
- Metalne i
- Plastične palete.

Aluminijske palete za sada se malo primjenjuju. No, valja očekivati promjenu strukture paleta, odnosno materijala od kojeg su izrađene.

Drvena euro paleta prikazana je na slici 7. Na promjenu će najvjerojatnije utjecati otpornost na deformacije i težina, iako nisu isključena ni druga obilježja koja sada još nisu izražena ili pak još nisu za njih nađena odgovarajuća tehnička rješenja (mogućnost sklapanja radi smanjenja gabarita).




Slika 7. Drvena euro paleta [10]

Vidljivi učinci primjene paleta očituju se u nižim troškovima manipuliranja, skladištenja i prijevoza. Raščlanjivanje tih učinaka vrlo je često.

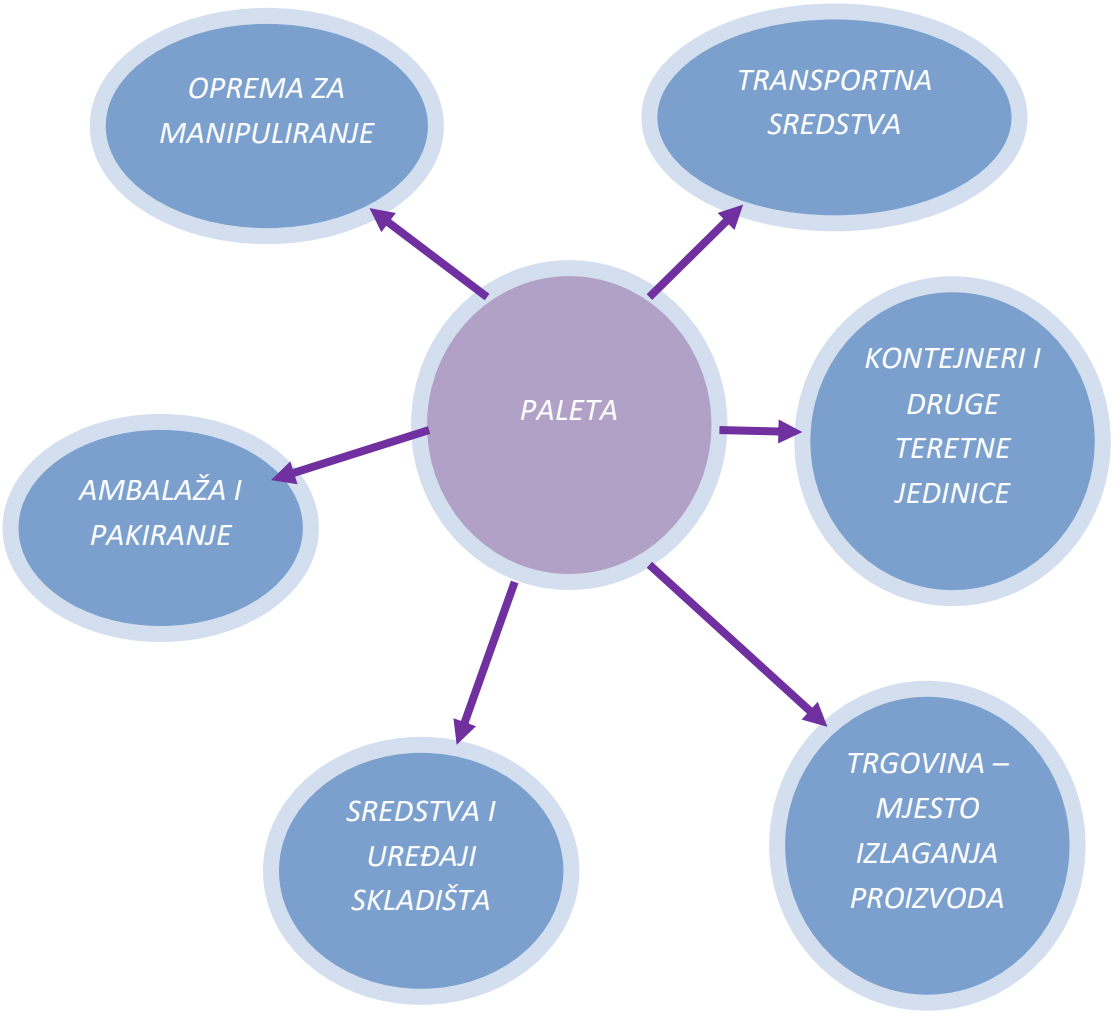
U istraživanju učinaka „paletizacije“ najčešće se sreću sljedeći pojedinačni učinci:

- Smanjenje početno završnih troškova,
- Smanjenje troškova skladištenja,
- Smanjenje proizvodnih troškova,
- Povećanje mogućnosti primjene pretovarnih strojeva,

- Smanjenje oštećenja robe,
- Smanjenje vremena prijevoza,
- Smanjenje radne snage i ručnog rada,
- Povećanje sigurnosti radnika na radu,
- Smanjenje energije i
- Smanjenje troškova ambalaže.

U stručnoj se literaturi mogu naći podaci da primjena paleta u manipuliranju komadne robe omogućuje vremenske uštede za 3 do 4 puta.

Grafikon 1. Model međuovisnosti palete i okruženja s aspekta tehnologije, Izvor: [1]

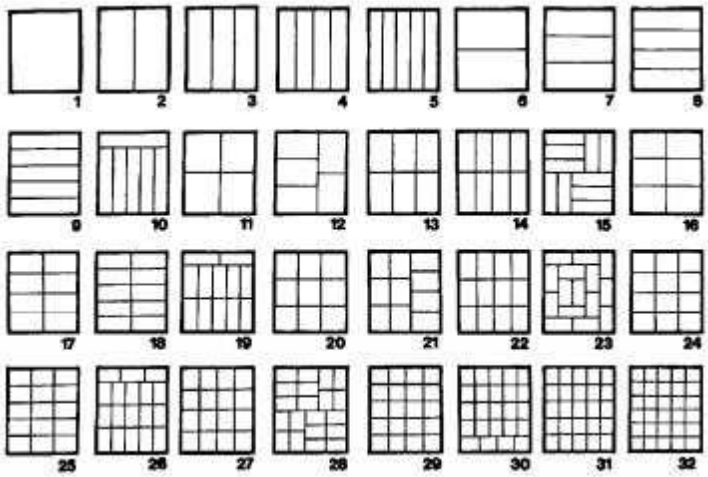


### 3.2.2. Paket

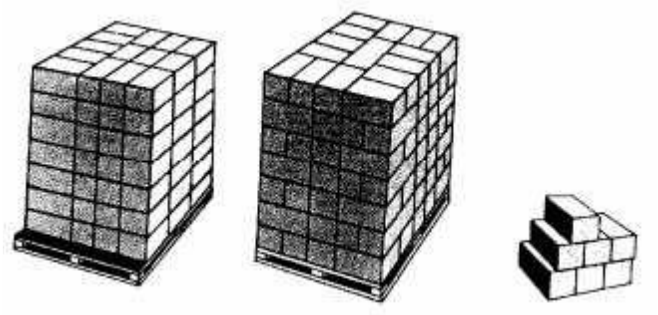
Glavno obilježje paketa i paketiranja je u tome što osnovni element pakiranja (ambalaža) nakon obavljenog prijevoza postaje suvišna. Postoji više definicija paketiranja - prva definicija ističe da je pakiranje integralni dio tehnološkog procesa proizvodnje koji u sebi sadrži tehnologiju, tehniku i oblikovanje. Mora odgovoriti ne samo tržišnim već i sanitarnim, prijevoznim i skladišnim zahtjevima. Druga definicija kaže da je paketiranje znanost, umjetnost i priprema proizvoda za skladištenje, rukovanje, transport i distribuciju.

U vezi s našim razmatranjem paketiranje je aktivnost koja prije svega omogućuje optimalno iskorištavanje transportnih uređaja s obzirom na njihove gabaritne dimenzije. Vidimo da se prije „nove tehnologije“ paketiranju nije davala velika pozornost. Razlog tomu je vjerojatno da sustav paketiranja nije u dovoljnoj funkciji u kojoj bi trebalo biti.

Rukovanje upakiranom robom, njezina zaštita (od krađe, vanjskih utjecaja, očuvanja integriteta...) samo su dodatni razlozi za veće uvažavanje aktivnosti paketiranja. Transportno pakiranje ima svoju specifičnu zadaću. Bitno je da osigurava pogodnost za raspoznavanje i rukovanje, da se i u prijevozu može obaviti propagandna funkcija, prilagođenost transportnim uređajima po obliku (slika 8 i slika 9) i veličini, treba zadovoljiti uvjete raznošenja i prijevoza po težini, obliku i veličini, i treba se omogućiti lako otvaranje i zatvaranje.




Slika 8. Model slaganja ambalaže na paletu 800 × 1200 mm [1]



Slika 9. Model slaganja paketiziranog supstrata na paleti standardnih dimenzija [1]

# 4. ANALIZA TEHNOLOŠKIH I TEHNIČKIH ZNAČAJKI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

Cestovna teretna prijevozna sredstva su motorna vozila namijenjena prijevozu tereta, odnosno dobara. U stručnoj literaturi nazivaju se teretnim, gospodarskim ili komercijalnim vozilima. Teretno vozilo je motorno vozilo za prijevoz tereta s najmanje četiri kotača. Skupinu cestovnih teretnih prijevoznih sredstava čine klasična teretna vozila, kombinirana vozila i skup vozila. [1]

Pri usporedbi konstrukcija suvremenih teretnih vozila i autobusa primjetne su neke sličnosti, ali i razlike. Na primjer, masa teretnog vozila, u odnosu na masu autobusa slične veličine, je u pravilu znatno veća. Konstrukcija teretnog vozila se sastoji od podvozja, pogonskog sklopa, vozačke kabine i nadvozja predviđenog za smještaj tereta. Teretna vozila se dijele prema raznim kriterijima poput: ukupne mase, nosivosti, dimenzijama, konstrukcijskim značajkama, vrsti pogonskog goriva, namjeni (relacija prijevoza; vrsta tereta). Opća podjela teretnih automobila prema ukupnoj masi (mala, srednja i velika) u skladu je s osnovnom tehničkom podjelom na kategorije:

N1 - motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase do 3.500 kg,

N2 - motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 3.500kg do 12.000 kg,

N3 - motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 12.000 kg .

U skupinu malih teretnih automobila, najveće dopuštene mase do 3.500 kg, spadaju i mala teretna vozila, kombi vozila, pa i manja dostavna vozila, koja se po tehničkim značajkama neznatno razlikuju od usporedivih osobnih automobila.

Dostavna vozila se proizvode s benzinskim, dizelskim te motorima na ukapljeni naftni plin, a u posljednje vrijeme su sve prisutniji hibridni, pa i elektro pogon. Uobičajeno se koriste na lokalnoj razini s kratkim relacijama prijevoza. [1]

## 4.1. TERETNA MOTORNA PRIJEVOZNA SREDSTVA

Istraživanja o prijevoznim sredstvima namijenjena teretnom cestovnom prometu pokazala su da se broj teretnih vozila u neratnim godinama povećao po prosječnoj godišnjoj stopi od 6,7%, uz najbrži rast kategorije teretnih vozila u privatnom vlasništvu gdje je porast iznosio 12,2%. Istraživanja pokazuju da je 1990. godine u Republici Hrvatskoj bilo oko 44000 teretnih vozila i oko 25000 priključnih. Rezultati prijašnjih istraživanja rasta broja cestovnih vozila ne odstupaju bitno od navedenih podataka, pri čemu se predviđao brži rast dinamičkog prema statičkom kapacitetu. Broj cestovnih prijevoznih sredstava u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1990. do 2013. godine predočen je u tablici 2:

Tablica 2. Pregled teretnih prijevoznih sredstava

| Godina | Broj teretnih prijevoznih sredstava |
|---|---|
| 1990. | 44085 |
| 1995. | 67392 |
| 2000. | 110214 |
| 2013. | 141491 |

Izvor: [1]

Od 1990. nastupile su znatne promjene u vezi s vlasništvom, pri čemu su se znatno brže povećala prijevozna sredstva u privatnom vlasništvu.

Današnja cestovna prijevozna sredstva posjeduju zavidnu tehničku razinu koja može udovoljiti najsloženijim tehnološkim i mobilno dinamičkim značajkama. Prisutna su sada „informatizirana prijevozna sredstva“.

Sistematiziranje svojstava suvremenoga prijevoznog sredstva ovisi o pristupu proučavanja. S našeg stajališta razmatranja moguće je govoriti o značajkama vezanim uz trčanje, zatim pogodnostima i obilježjima održavanja, prilagođenosti tehnologijama, obilježjima statičkog opterećenja, informacijskoj opremljenosti i dr.

U osnovna obilježja cestovnih prijevoznih sredstava koja definiraju mogućnost kretanja mogu se svrstati: istaknuta pokretljivost i mogućnost upravljivosti (manevra), zatim stabilnost u kretanju pa i udobnost.

Govoreći o obilježjima vezanih uz održavanje, može se reći da postoji razrađena metodologija održavanja koja omogućuje kvalitetno obnavljanje tehničkih značajki. S tim u vezi može se govoriti o roku trajanja koji postaje ograničen jedino troškovima održavanja i tehničkom zastarjelošću.

Prilagođenost tehnologijama očituje se u brojnim konstrukcijskim rješenjima koja osiguravaju djelovanje prijevoznih sredstava praktično na neograničenom prostoru i bez obzira na primjenjene tehnologije i radne zadaće.

Obilježja statičkog opterećenja mogu se pridružiti tehničkim značajkama. Primjeri iz prakse pokazuju da cestovna prijevozna sredstva mogu obavljati prijevoz čak i najglomaznijih proizvoda koji se ne mogu prevesti ni jednim od poznatih sredstava. To mogu biti tereti i od više stotina tona. Konstrukcije, a prema tomu i tehnološke značajke prijevoznih sredstava znatno su napredovale. [1] Što bi mogli prikazati sljedećim primjerima (slika 10 i slika 11):




Slika 10. Prijevoz mliječnih proizvoda [11]




Slika 11. Prijevoz vangabaritnog tereta [12]

S tehnološkog stajališta postoje mnoga rješenja, kao na primjer prijevozna sredstva s pomičnim podom sanduka („Cargo-Rollboden-System“), samoukrcaj tereta na prijevozno sredstvo. Danas svako teretno vozilo ima ugrađenu informacijsku opremu (slika 12).



Slika 12. Informacijska oprema teretnog vozila [13]

Cestovna prijevozna sredstva za prijevoz supstrata neprestano se razvijaju i prilagođavaju novom vremenu i novim situacijama.

## 4.2. PRIKLJUČNA PRIJEVOZNA SREDSTVA

Priključna vozila nemaju vlastiti pogonski motor već su konstrukcijski izvedena tako da se mogu priključiti vučnim vozilima. Priključna vozila dijele se na:

- prikolice i
- poluprikolice.

Prikolice mogu biti izvedene s jednom ili više osovina. Prikolice namijenjene za vuču od strane bicikla, motocikla ili osobnog vozila, najčešće su izvedene samo s jednom osovinom, dok prikolice namijenjene za vuču od strane teretnih vozila i traktora imaju u pravilu dvije ili više osovina, iako i kod ovih prikolica postoje laganije izvedbe samo s jednom osovinom. Po svojoj namjeni, prikolice mogu biti teretne, radne, autobusne, poljoprivredne… Na sljedećim slikama prikazana su troosovinska prikolica (slika 13) i dvoosovinska prikolica (slika 14).


Slika 13. Troosovinska prikolica [14]



Slika14. Dvoosovinska prikolica [15]

Poluprikolica je vučeno priključno vozilo koje je predviđeno da bude priključeno vučnom motornom vozilu (slika 15). Za vrijeme vuče oslonjena je svojim prednjim dijelom na vučno vozilo (tegljač), prenoseći tako dio svoje težine na stražnji kraj tegljača. Ima jednu ili više osovina sa kotačima.

Poluprikolice se mogu podijeliti na:

- teretne poluprikolice
- specijalne poluprikolice (kontejneri, hladnjače, cisterne...)

Teretne poluprikolice - prostor za ukrcaj tereta je kod većine poluprikolica u obliku sanduka sa jednom ili više bočnih stranica koje se otvaraju i na taj način omogućavaju istovar i utovar tereta. Nosivost ovih poluprikolica se kreće od 6,5-50 tona.



Slika 15. Poluprikolica [16]

## 4.3. OSNOVNI EKSPLOATACIJSKI PARAMETRI TERETNIH VOZILA

Za teretno prijevozno sredstvo propisane su vrijednosti pravilnikom o dimenzijama, ukupnim masama i osovinskom opterećenju koje kupac ili vlasnik vozila mora unaprijed provjeriti. To su parametri:

- specifična snaga vozila,
- koeficijent kompaktnosti,
- koeficijent iskorištenja mase vozila,
- koeficijent iskorištenja gabaritne površine vozila,
- nosivost teretnog vozila,
- specifična površinska nosivost vozila,
- specifična volumska nosivost,
- koeficijent iskorištenja volumske nosivosti i
- kapacitet autobusa. [1]

### *4.3.1. Specifična snaga prijevoznog sredstva ($N_s$)*

Specifična snaga prijevoznog sredstva dobiva se dijeljenjem neto snage motora s najvećom masom vozila. Značenje tog pokazatelja je to što ima veći utjecaj na dinamička svojstva vozila. Prema [1] iznosi:

$$N_s=N_e/Q_b \ \ (kW/t) \qquad (1)$$

Gdje je:
$N_e$ – neto snaga motora (kW)
$Q_b$ – bruto masa vozila (t)

Za putničke automobile, kombi vozila i motocikle specifična snaga mora iznositi najmanje 15 kW/t, za autobuse najmanje 9 kW/t, za teretna vozila 7 kW/t, za teretna vučna vozila s

priključnim vozilom najmanje 4 kW/t, te za autobuse zglobnog konstrukcijskog sastava najmanje 6 kW/t.

### *4.3.2. Kompaktnost prijevoznih sredstava*

Kompaktnost prijevoznih sredstava označavamo koeficijentom $\eta_k$ koji se dobije dijeljenjem nazivne nosivosti $q_n$ s površinom teretnog prijevoznog sredstva (vanjski gabariti). Prema [1] je:

$$\eta_k = q_n / L*B \ (t/m^2) \qquad (2)$$

Kod putničkih automobila i autobusa kompaktnost se nalazi na osnovi ukupne površine namijenjene putnicima i standarda propisanog za smještaj jednog putnika u vozilu (sjedenje + stajanje). Koeficijent kompaktnosti za prijevozna sredstva namijenjena prijevozu tereta iznosi 0,15 do 0,5 $t/m^2$.
U literaturi se u analizi koeficijenta kompaktibilnosti kod teternih vozila koriste sljedeće oznake:
M – masa prijevoznog sredstva bez pogonskih dodataka (gorivo, ulje, voda) (kg)
$M_{Gv}$ – masa prijevoznog sredstva bez opterećenja, spremnog za vožnju (kg)
$M_{Gu}$ – masa prijevoznog sredstva s nazivnim opterećenjem, spremnog za vožnju (kg)
$M_{G1}$ – masa prijevoznog sredstva koja se prenosi na prednju osovinu (kg)
$M_{G2}$ – masa prijevoznog sredstva koja se prenosi na zadnju osovinu (kg)
$M_{Gmax}$ – maksimalno osovinsko opterećenje (kg)
$q_n$ – teorijska nosivost (nazivna nosivost) (kg) [1]

### *4.3.3. Iskorištenje mase prijevoznog sredstva*

Iskorištenje mase prijevoznog sredstva mjeri se koeficijentom koji se dobije dijeljenjem vlastite mase vozila ($M_{Gv}$) s nazivnom nosivošću ($q_n$) i u skladu s [1] iznosi:

$$\eta_M = MG_v / q_n \qquad (3)$$

Koeficijent iskorištenja mase prijevoznog sredstva ovisi o težini gradiva od kojeg je vozilo izrađeno. Najveća propisana dopuštena je 40 t, s time što osovinsko opterećenje tog prijevoznog sredstva, odnosno skupa vozila u stanju mirovanja, na vodoravnoj podlozi, ne smije prelaziti:

- opterećenje jedne osovine – 100 kN,
- opterećenje jednostruke osovine ili više osovina s međusobnim razmakom manjim od 1 m – 100 kN,
- opterećenje dvostruke osovine s međusobnim razmakom od 1 do 2 m – 160 kN, pri čemu nijedna osovina ne smije biti opterećena s više od 100 kN,

- opterećenje trostruke osovine s međusobnim razmakom susjednih osovina od 1 do 2 m – 240 kN, pri čemu nijedna osovina ne smije biti opterećena s više od 100 kN, a ni dvije susjedne osovine s veše od 160 kN.

Pojašnjenje pojmova: osovinsko opterećenje, masa i nosivost:

- masa vozila je masa praznog vozila uključujući gorivo i pribor,
- ukupna masa podrazumijeva masu vozila, teret na vozilu, osobe u vozilu i masu priključnog vozila s mogućim teretom,
- najveća dopuštena masa je masa vozila i nosivost propisana deklaracijom,
- nosivost je dopuštena masa do koje se vozilo smije opteretiti prema deklaraciji proizvođača,
- osovinsko opterećenje je dio ukupne mase vozila kojom kotači osovine opterećuju kolnik u stanju mirovanja. [1]

### *4.3.4. Iskorištenje gabaritne površine prijevoznog sredstva*

Iskorištenje gabaritne površine vozila mjerimo koeficijentom iskorištenja gabaritne površine koji se dobije dijeljenjem korisne površine namijenjene smještaju tereta s gabaritnom površinom vozila, prema [1] je:

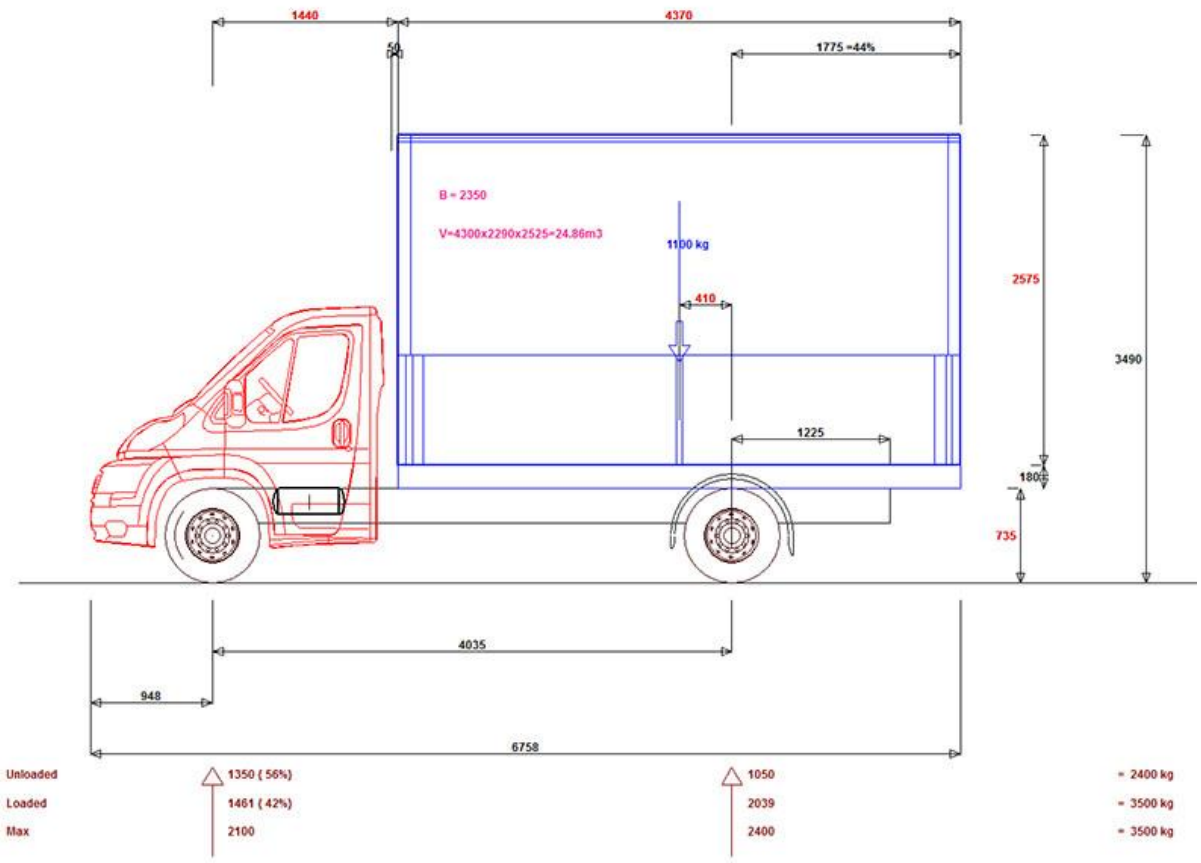
$$\eta_p = l*b/L*B \qquad (4)$$

gdje je:
l – dužina prostora namijenjenog smještaju tereta
b – širina prostora namijenjenog smještaju tereta
L – dužina vanjskih izmjera vozila
B – širina vanjskih izmjera vozila

Sukladno Pravilniku o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama, propisane su maksimalne vrijednosti dužina:

- putničkog automobila: 6 m,
- autobusa, teretnog vozila, radnog vozila: 12 m,
- autobusa, specijalnog osobnog i teretnog motornog vozila, zglobnoga konstrukcijskog sastava i trolejbusa: 18 m,
- priključnog vozila s rudom, s jednom osovinom: 6 m, s dvije osovine: 10 m, s tri osovine i više: 12 m,
- skupa vozila – tegljača s poluprikolicom: 16,5 m,
- vučnog vozila s jednim ili dva priključna vozila osim vozila za prijevoz putnika u gradskom prometu: 18 m,
- autobusa s prikolicom u gradskom prometu: 20 m,
- putničkog automobila s prikolicom: 15 m.

Svako odstupanje o propisanih gabarita znači specijalne slučajeve za koja su potrebna posebna odobrenja i atestovi (slika 16).




Slika 16. Dimenzije teretnog vozila [17]

### *4.3.5. Nazivna nosivost prijevoznog sredstva*

Nazivna nosivost ili nazivni kapacitet vozila je maksimalna količina tereta (u tonama ili broju putnika) koju prijevozno sredstvo može prevoziti s obzirom na svoje tehničke značajke. Nazivni kapacitet je osnovni podatak o nekom prijevoznom sredstvu, a uvjetovan je konstrukcijskim značajkama vozila.
Nosivost teretnog prijevoznog sredstva određuje se korisnom nosivošću (u tonama t), specifičnom volumenskom nosivošću ($t/m^3$), koeficijentom iskorištenja korisne nosivosti u funkciji izmjere prostora za teret, a koristi se i podatak o specifičnoj površinskoj nosivosti ($t/m^2$). [1]

### *4.3.6. Specifična površinska nosivost prijevoznog sredstva*

Dobiva se dijeljenjem korisne nosivosti i korisne površine prostora za smještaj tereta, i u skladu s [1] može se prikazati:

$$M_q=q_n/l*b \ \ (t/m^2) \qquad (5)$$

### *4.3.7. Specifična volumenska nosivost ($MQ_v$)*

Specifična volumska nosivost je količnik koji se dobije dijeljenjem korisne nosivosti ($q_n$) i volumena prostora namijenjenog prijevozu tereta. Prema [1] je:

$$MQ_v=q_n/l*b*h\ (t/m^3) \qquad (6)$$

Ako se prevozi rasuti teret koji može ispadati iz sanduka, tada nije moguće govoriti o teorijskom volumenu, nego o praktičnom volumenu koji osigurava zadržavanje tereta u sanduku. U tom slučaju visina sanduka nije h nego hx, gdje je x zaštitna visina. Ako se prevozi teret relativno male volumske mase, tada se on uz osiguranje vezama ili drugim zaštitnim sredstvima može slagati do visine h+xl, s tim da ukupna visina vozila s teretom ne bude veća od 4 m.

### *4.3.8. Koeficijent iskorištenja volumske nosivosti ($\gamma_v$)*

Dobije se kad se iskorišteni volumen natovarenoga prijevoznog sredstva podijeli s nazivnom nosivošću, prema [1] je:

$$\gamma_v=V*\eta_v*\rho/q_n \qquad (7)$$

gdje je:
V – volumen prostora namijenjenog teretu ($m^3$)
$\eta_v$ – koeficijent iskorištenja volumena prostora za određenu vrstu robe
$\rho$ – zapreminska masa tereta ($t/m^3$)
$q_n$ – nazivna nosivost prijevoznog sredstva (t)

# 5. OPIS ZNAČAJKI INFRASTRUKTURNIH LOGISTIČKIH RESURSA I NJIHOVE OPREMLJENOSTI

U ovom poglavlju rada opisana je infrastruktura i skladište tvrtke Mini mljekara Veronika. Opisana su korištena manipulacijska sredstva te su predstavljena i opisana prijevozna sredstva tvrtke. Prikazan je itinerar kretanja prijevoznih sredstava.

## 5.1. INFRASTRUKTURA KAO RESURS PRIJEVOZNE LOGISTIKE

U užem smislu pod infrastrukturom se podrazumijevaju statički objekti čije je postojanje potrebno za odvijanje prijevoznog procesa.

Elemente infrastrukture čine cestovne prometnice, terminali, operativne površine i smještajno – servisni objekti.

Skladište se može definirati na više načina. Skladište je prostor, koji može biti zatvoren ili otvoren, ograđen ili neograđen, a služi za uskladištenje robe u rasutom stanju ili u ambalaži, te svega onog što je u neposrednoj vezi sa skladištenjem s namjerom da poslije određenog vremena roba bude uključena u daljnji transport, proizvodnju, distribuciju ili potrošnju. Nešto složeniju definiciju dobivamo promatramo li skladište kao dio logistike.

Skladište definirano s logističkog stajališta govori da je ono čvor ili točka na logističkoj mreži na kojem se roba prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže. Nakon definiranja pojma samog skladišta kao fizičkog objekta, dolazimo do aktivnosti koje se provode unutar skladišta. Unutar skladištenja odvijaju se mnoge planirane aktivnosti kojima se materijal dovodi u stanje mirovanja, a uključuje fizički proces rukovanja i čuvanja materijala te metodologiju za provedbu tih procesa. Skladišta omogućuju siguran i tehnički ispravan smještaj robe bez ugrožavanja njenih svojstava i kvalitete uz mogućnost podesnosti prihvata i otpreme.

*Skladište tvrtke Mini mljekara Veronika d.o.o.*

Iz Desinića odnosno iz tvrtke Minimljekara Veronika d.o.o. gdje je sjedište i skladište supstrat se distribuira na područje Krapinsko-zagorske županije i ostale dijelove zemlje ovisno o lokaciji.

Skladište tvrtke Minimljekara Veronika d.o.o. nalazi se u Desiniću. Njezina površina je 1000 m². Kapacitet zapreme robe je između 2500 m² i 5000 m² (slika 17).

U skladištu postoji samo jedna ukrcajna rampa koja se nalazi na samom ulazu u skladište.

Roba se ukrcava i iskrcava pomoću viličara.




Slika 17. Skladište tvrtke Mini mljekara Veronika [8]

Problem lokacije terminala može se promatrati na makro i mikro razini. Makrolokacijska razina promatranja analizira potencijalna mjesta za razvoj terminala na razini države, regije, kontinenta, dok se mikrolokacijska razina odnosi na prostor aglomeracije, grada, industrijskog kompleksa itd. U ovom primjeru – skladište (tablica 3A).

Tablica 3A. Prostorne značajke mikrolokacija izvorišta

| Mikrolokacije izvorišta | | | | Roba skupine 1 | Roba skupine 2 | Roba skupine 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $rs_1$ | $rs_2$ | $rs_3$ |
| Visina police s robom | $h_1$ | [m] | | 2,3 | 3,0 | 2,3 |
| Udalj. do ukrcajne rampe | $l_{rs}$ | [m] | | 23,0 | 25,0 | 20,0 |

Tablica 3B. Prostorne značajke mikrolokacija odredišta

| Oznaka | Udalj. od dost. mj. do odr.A | Vr. manevra voz.A | Vremenski gubici A | Redni broj |
|---|---|---|---|---|
| | $l_j$ | $t_{mj}$ | $t_{gj}$ | |
| | [m] | [s] | [s] | |
| Odr | 10 | 30 | 15 | 1 |
| Odr | 25 | 75 | 20 | 2 |
| Odr | 5 | 10 | 8 | 3 |
| Odr | 15 | 25 | 13 | 4 |
| Odr | 10 | 30 | 15 | 5 |
| Odr | 25 | 75 | 40 | 6 |
| Odr | 35 | 90 | 50 | 7 |
| Odr | 27 | 80 | 45 | 8 |
| Odr | 12 | 35 | 25 | 9 |
| Odr | 10 | 30 | 15 | 10 |
| Odr | 10 | 30 | 15 | 11 |
| Odr | 5 | 10 | 8 | 12 |
| Odr | 15 | 25 | 13 | 13 |
| Odr | 20 | 32 | 20 | 14 |
| Odr | 45 | 110 | 65 | 15 |
| Odr | 50 | 130 | 75 | 16 |
| Odr | 43 | 105 | 60 | 17 |
| Odr | 38 | 98 | 58 | 18 |

## 5.2. MANIPULACIJSKA SREDSTVA KAO OSNOVNI RESURS PROCESA PRIJEVOZNE LOGISTIKE

Upoznati smo da danas faza čiste vožnje iznosi 30-40% ukupnog vremena distribucije robe, a četvrtina fonda radnog vremena otpada na transportno-manipulacijske i skladišne aktivnosti.

Analiza djelovanja manipualacijskih sredstava sa stajališta tehnologije prometa od velike je važnosti za određivanja optimalne tehnologije distribucijskog procesa.

Koriste se jednostavni ručni viličar i viličari na valstiti pogon svih vrsta. U ovom radu za ukrcaj i iskrcaj robe opisan je viličar marke Jungheinrich (slika 18), na diesel pogon (tablica 4).

Renomirani njemački proizvođač viličara Jungheinrich nudi široku paletu viličara za svaku namjenu kao što su utovar i istovar tereta, trasport, skladištenje tereta, vuču tereta i komisioniranje. U svojoj ponudi ima preko 600 različitih izvedbi viličara kategoriziranih prema prema vrsti pogona i namjeni.



Slika 18. Viličar Jungheinrich
[18]

Tablica 4. Tehničke značajke manipulacijskog sredstva

| Tehničke značajke viličara Jungheinrich u izvorištu (MS) | | | | Značajke ručnog manipulacijskog sredstva u izvorištu (rms) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nosivost (masena) | $q_n$ | [t] | 2,0 | Nosivost (masena) | $q_n$ | [t] | 0,18 |
| Nosivost (zapreminska) | $Z_{MS}$ | [$dm^3$] | 960 | Nosivost (zapreminska) | $Z_{rms}$ | [$dm^3$] | 200 |
| Brz. dizanja pod opt. | $V_{do}$ | [m/s] | 0,64 | Vr. manevra rms | $t_{mj}$ | [s] | 40 – 120 |
| Brz.dizanja bez opt. | $V_{dp}$ | [m/s] | 0,70 | Vrijeme slag. jed. TU na rms (6-18) | $t_{sTU}$ | [s] | 15 |
| Brz.spušt. pod opt. | $V_{so}$ | [m/s] | 0,52 | Vrijeme odlag. jed. TU sa rms (4-16) | $t_{oTU}$ | [s] | 10 |
| Brz.spušt. bez opt. | $V_{sp}$ | [m/s] | 0,42 | Vrem. gubitci rms | $t_{gj}$ | [s] | 80 – 300 |
| Max brzina opt. MS | $V_{max\ o}$ | [km/h] | 19,0 | Brzina opt. rms | $V_{rp\ \lambda}$ | [m/s] | 0,7 |
| Max brzina neopt. MS | $V_{max\ p}$ | [km/h] | 22,0 | Brzina neopt. Rms | $V_{rp\ p}$ | [m/s] | 1,0 |
| Vrijeme ubrzanja opterećen ($V_{max}$) | $ta_o$ | [s] | 4,7 | | | | |
| Vrijeme ubrzanja prazan ($V_{max\ p}$) | $ta_p$ | [s] | 4,2 | | | | |
| Sr. brz. diz. i spušt. | $V_{sd\ sr}$ | [m/s] | 0,53 | | | | |
| Sr. max brzina MS | $V_{max}$ | [m/s] | 2,3 | | | | |
| Sr. ubr. i usp. MS | $a_{sr}$ | [$m/s^2$] | 1,29 | | | | |
| Vrem. gubici viličara | $t_g$ | [s] | 120 | | | | |
| Vr. manevra viličara | $t_m$ | [s] | 80 | | | | |

## 5.3. PRIJEVOZNA SREDSTVA KAO OSNOVNI RESURS PROCESA PRIJEVOZNE LOGISTIKE

Tvrtka Mini mljekara Veronika d.o.o. posjeduje jedno kombi vozilo marke Fiat Ducato s hlađenim prostorom (slika 19).

Ducato dolazi s jednim bočnim vratima širine do 1075 mm. Stražnji dio ima dvoja vrata u punoj visini vozila. To znači da je u stanju otvorenih vrata svaki centimetar visine od poda do krova otvoren za utovar i istovar robe. Vrata se otvaraju do 90° i 180°. Na zahtjev su dostupna stražnja vrata koja se otvaraju do 270°. Kroz stražnja je vrata moguće utovarivati pakete i palete visine preko 1,5 metra. Utovarni prag je samo 535 mm od tla čime je minimizirana potreba za podizanjem. Bruto težina vozila se kreće od 3000 do 3500 kg. Mehaničke karakteristike vozila Ducato znače da je maksimalna dozvoljena težina na prednjoj osovini 2100 kg, dok na stražnjoj osovini taj broj iznosi 2400 kg. Tehničke karakteristike vozila prikazane su u tablici 5.



Slika 19. Fiat Ducato [19]

Tablica 5. Tehničke karakteristike vozila marke Fiat Ducato

| | |
|---|---|
| Radni obujam ($cm^3$) | 2198 |
| Maksimalna snaga vozila (kW/KS) | 74/100 |
| Nosivost (kg) | do 2500 |
| Osovinsko opterećenje (kg) | do 2000 |
| Najveća dopuštena brzina (km/h) | 130-140 |
| Međuosovinski razmak (mm) | 3000 |
| Dužina vozila (mm) | 4963 |
| Širina vozila (mm) | 2050 |
| Visina (mm) | 2254 |
| Dimenzije stražnjih vrata (mm) | Širina – 1562, Visina – 1520 |
| Dimenzije bočnih kliznih vrata (mm) | Širina – 1075, Visina – 1485 |
| Dimenzije teretnog prostora (mm) | Dužina – 2670, Širina – 1870, Visina – 1662,<br><br>Utovarni prag – 535 |

Zatim tvrtka Mini mljekara u svom vlasništvu ima dva vozila hladnjače marke Renault (slika 20). To su male klasične hladnjače za prijevoz mlijeka i mliječnih proizvoda do njihovih prodajnih mjesta.

Hladnjača je cestovno vozilo za prijevoz tereta u rashlađenim uvijetima i kontroliranom režimu temperature.:

- Hladnjača Mini mljekare Veronika je za prijevoz roba u idealnim higijenskim uvijetima i kontroliranom režimu temperature do 0 °C ili -20 °C
- Stijenke hladnjače su s izolacijom iz poliuretana ili ekstrudiranog polistirena raznih debjina
- Podni unutarnji premaz hladnjače je protiv habanja, glatki ili grubi
- Unutarnja LED rasvjeta teretnog prostora
- Bočna i gabaritna svijetla po ECE pravilnicima u LED izvedbi
- Dodatna oprema su preklopne police
- Volumen tovarnog prostora iznosi 22 $m^3$.




Slika 20. Hladnjača [20]



Slika 21. Unutrašnjost autohladnjače [21]

Predmetna tvrtka također u svom vlasništvu ima i malo dostavno vozilo marke Renault Kangoo (slika 22) kojim dostavlja pakete analizirane robe od skladišta tvrtke do odredišta. Tehničke karakteristike vozila prikazane su u tablici 6.



Slika 22. Dostavno vozilo Renault Kangoo [22]

Tablica 6. Tehničke karakteristike vozila marke Renault Kangoo

| | |
|---|---|
| Zapremnina motora ($cm^3$) | 1461 |
| Maksimalna snaga motora (kW/KS) | 55/75 |
| Najveća dopuštena brzina (km/h) | 150 |
| Masa vozila (kg) | 1320 |
| Najveća dozvoljena nosivost (kg) | 2100 |
| Najveća dozvoljena masa (kg) | 3000 |
| Volumen tovarnog prostora ($m^3$) | 2,3 |

Mini mljekara Veronika posjeduje dvije cisterne za mlijeko kojima svakodnevno sakuplja mlijeko od zagorskih kooperanata (slika 23).

Ova skupina njihovih vozila specijalizirana je za prijevoz prehrambenih proizvoda u tekućem stanju - mlijeka. Svaka cisterna ima nekoliko spremnika, što pruža mogućnost prijevoza različitih vrsta mlijeka (od različitih kooperanata) u isto vrijeme.

Termički izolirane stjenke omogućuju zadržavanje tražene temperature robe za cijelo vrijeme prijevoznog puta.

Pojedine cisterne opremljene su uređajima koji omogućuju, prema potrebi, dodatno grijanje i hlađenje mlijeka.



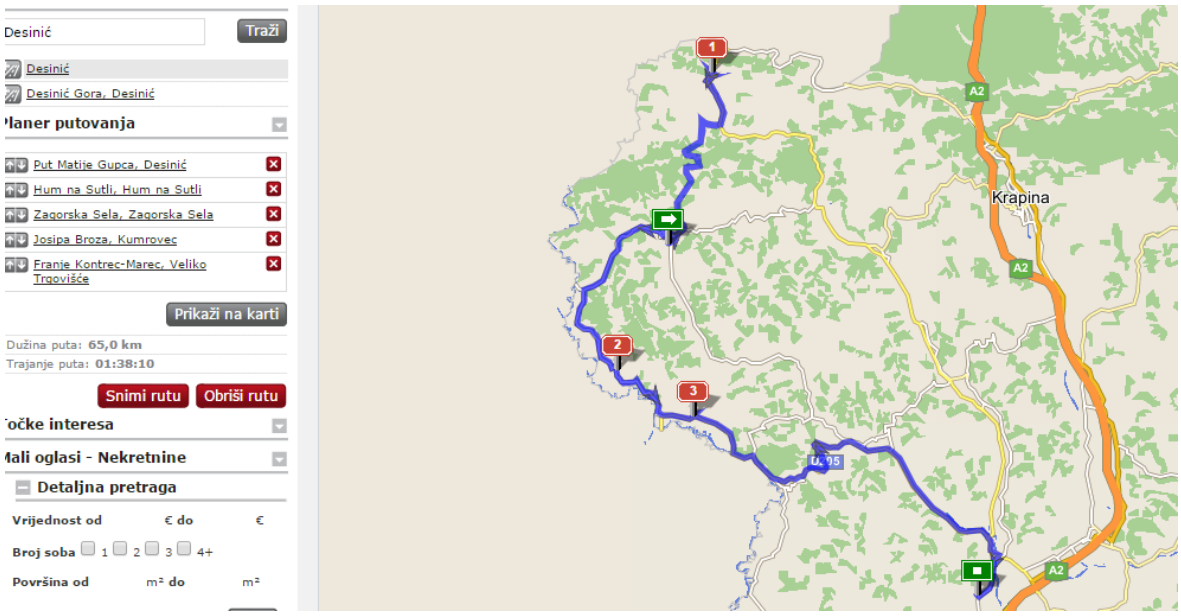
Slika 23. Autocisterne [23]

## 5.4. PRIKAZ ITINERARA KRETANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

Kretanje prvog prijevoznog sredstva, Renault Kangoo, u obrtu A prikazan je slikom 24. i tablicom 7. Renault Kangoo je malo dostavno vozilo koji ima klimatizirani hlađeni prostor za prijevoz navedene robe. Tvrtka Mini mljekara Veronika navedenim prijevoznim sredstvom svaki dan obavlja dostavu paketa na dostavnom području navedenim u tablici 7. Taj put je najkraća ruta i zato se tamo dostavlja svaki dan uvijek svježa roba malim vozilom. Njegovi kapaciteti za prijevoz tereta su uvijek maksimalno popunjeni paketima jer to vozilo obskrbljuje najviše trgovina na najkraćoj ruti. Vozilo se vraća istim putem natrag u skladište.

Tablica 7. Prikaz odredišta procesnog lanca A

| Redni broj | Šifra | Oznaka | Vrsta | Naziv | Adresa | Kvart |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | gar | garaža | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |
| 0 | 100 | Izv | skladište | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |
| 1 | 101 | odr | Trgovina | Market 1 | Trg Svetog Jurja | Desinić |
| 2 | 102 | Odr | Trgovina | Market 2 | Miljana 15 | Zagorska sela |
| 3 | 103 | Odr | Trgovina | Market 3 | Velika Horvatska 20 | Desinić |
| 4 | 104 | Odr | Trgovina | Kiosk 4 | Zbilj Donji 46 | Desinić |
| 5 | 106 | Odr | Trgovina | Market 6 | Ravno Brezje 97 | Kumrovec |
| 6 | 107 | Odr | Trgovina | Market 7 | Josipa Broza 18 | Kumrovec |
| 7 | 108 | Odr | Trgovina | Market 8 | Dubrovčan 59 | Veliko Trgovišće |
| 8 | 109 | Odr | Trgovina | Market 9 | Druškovec Humski | Hum na Sutli |
| 9 | 110 | Odr | Trgovina | Market 10 | Ravno Brezje 12 | Kumrovec |
| 10 | 111 | Odr | Trgovina | Market 11 | Jelenjak 12 | Desinić |
| 11 | 112 | Odr | Trgovina | Market 12 | Zagorska Sela 30 | Zagorska sela |
| 12 | 113 | Odr | Trgovina | Market 13 | Klenovec Humski 56 | Hum na Sutli |
| 13 | 114 | Odr | Trgovina | Market 14 | Druškovec Humski 64 | Hum na Sutli |
| 0 | 100 | Izv | skladište | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |

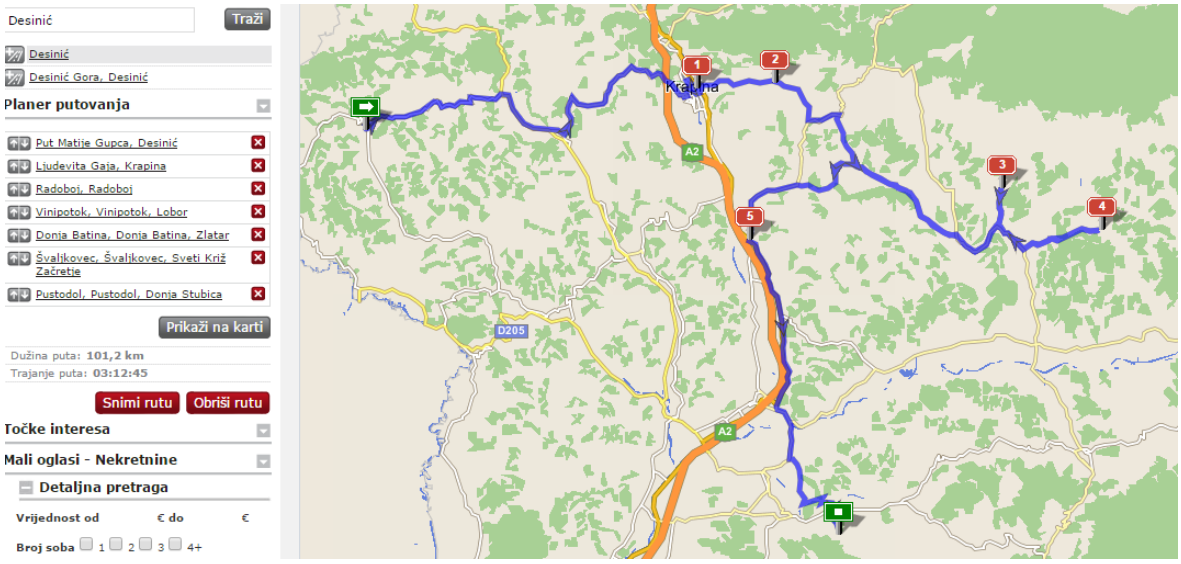



Slika 24. Prikaz itinerara kretanja prijevoznog sredstva u prvom obrtu A [24]

Kretanje drugog prijevoznog sredstva, Fiat Ducato, u drugom obrtu B, prikazano je slikom 25 i tablicom 8. Fiat Ducato je kombi vozilo sa potpuno hlađenim prostorom sa dva paletna mjesta. Navedeno teretno prijevozno sredstvo dostavlja pakete svježeg mlijeka, sirutke i mlačenice u odredišta navedena u tablici 8. Dostava se obavlja dva puta tjedno jer ima 5 odredišta na ruti dužine 101,2 km. Vozilo se vraća istim putem natrag u skladište. Po povratku u navedenim trgovinama ukrcava robu kojoj je istekao rok trajanja te je za uništenje, ta roba se vraća natrag u skladište gdje djelatnici postupaju dalje s njom u skladu poslovanja tvrtke.

Tablica 8. Prikaz odredišta u procesnom lancu B

| Redni broj | Šifra | Oznaka | Vrsta | Naziv | Adresa | Kvart |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | Gar | garaža | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |
| 0 | 100 | Izv | skladište | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |
| 1 | 105 | Odr | Trgovina | Market 5 | Radoboj 331 | Radoboj |
| 2 | 115 | Odr | Trgovina | Market 15 | Vinipotok 101 | Lobor |
| 3 | 116 | Odr | Trgovina | Market 16 | Švaljkovec 40 | Sveti Križ Začretje |
| 4 | 117 | Odr | Trgovina | Market 17 | Pustodol 95a | Donja Stubica |
| 5 | 118 | Odr | Trgovina | Market 18 | Donja Batina 91 | Zlatar |
| 0 | 100 | Izv | skladište | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |



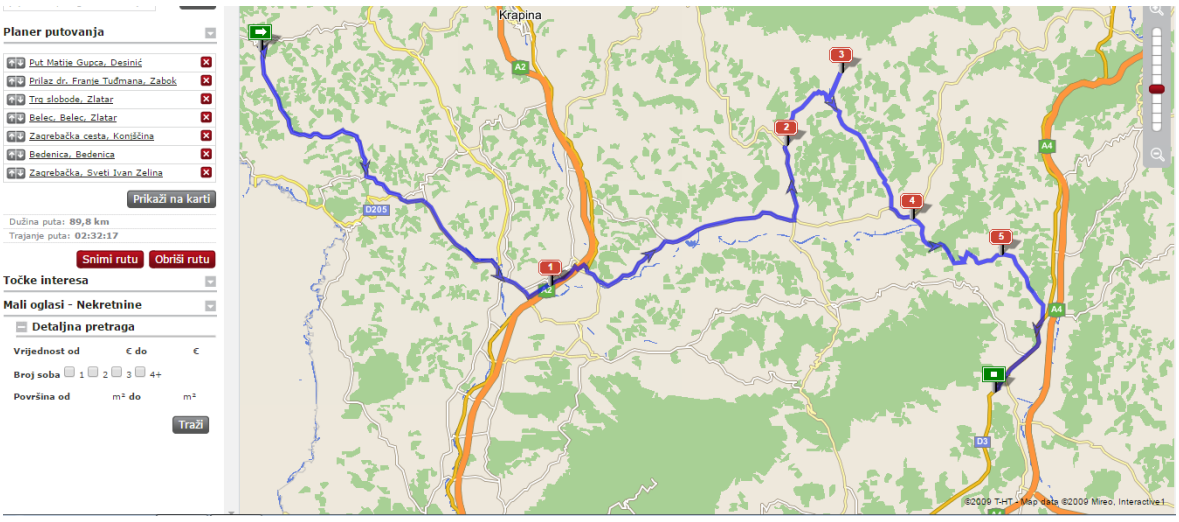

Slika 25. Prikaz itinerara kretanja prijevoznog sredstva u drugom obrtu B [24]

Kretanje trećeg prijevoznog sredstva, hladnjače marke Renault, u trećem obrtu C, prikazano je slikom 26 i tablicom 9. Hladnjača je veliko dostavno vozilo za dostavu lakopokvarljive robe, sa tri paletna mjesta. Navedeno prijevozno sredstvo dostavlja pakete navedene robe na prijevoznom putu sa najvećim vremenom vožnje. Hladnjača tvrtke obavlja dostavu na navedena odredišta jednom tjedno. Zbog toga je njezin teretni prostor

uvijek popunjen kad kreće iz skladišta prema odredištima. Po povratku u skladište tvrtke, hladnjača ukrcava robu na navedenim odredištima, tablica 9, koja je za povrat u skladište. Prema tome, prijevozno sredstvo se vraća istom rutom natrag u skladište.

Tablica 9. Prikaz odredišta u procesnom lancu C

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 100 | Izv | skladište | Mini mljekara Veronika | Put Matije Gupca 5 | Desinić |
| 1 | 119 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Prilaz dr. Franje Tuđmana 10 | Zabok |
| 2 | 121 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Trg slobode 3 | Zlatar |
| 3 | 122 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Zagrebačka 21 | Zlatar |
| 4 | 123 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Belec 3 | Belec |
| 5 | 124 | Odr | Trgovina | Trgocentar | Zelinska 4 | Konjščina |
| 6 | 125 | Odr | Trgovina | Euromilk | Beloslavec 5 | Bedenica |
| 7 | 126 | Odr | Trgovina | Euromilk | Bedenica 13 | Bedenica |
| 8 | 127 | Odr | Trgovina | Market Mare | Zagrebačka 18 | Sv. Ivan Zelina |
| 9 | 128 | Odr | Trgovina | Market Mare | K.P. Krešimira 7 | Sv. Ivan Zelina |
| 0 | 100 | Izv | skladište | Mini mljekara Veronika d.o.o. | Put Matije Gupca 5 | Desinić |




Slika 26. Prikaz itinerara kretanja prijevoznog sredstva u trećem obrtu C [24]

# 6. ANALIZA UČINKOVITOSTI PREDMETNIH PROCESA

U određenom razdoblju prijevozna sredstva mogu biti angažirana jedino pod uvjetom da su ispravna. Ispravna prijevozna sredstva mogu biti angažirana pod uvjetom da ima supstrata ili potrebe za prijevozom. Između prijevoznih sredstava postoje razlike u ustroju nosivosti, marke i tipu vozila. Razlika u marki vozila ne utječe na tehnologiju prijevoza ako nema razlika u tehničkim značajkama vozila. Klasično prijevozno sredstvo pri klasičnoj tehnologiji prati proces rada koji se ponavlja. Taj se proces sastoji od klasičnih faza ukrcaja, vožnje opterećenog vozila, iskrcaja i vožnje praznog vozila na ukrcajno mjesto. U nastavku će biti opisani distribucijski procesni lanci i ostvareni prijevozni učinak.

## 6.1. DISTRIBUCIJSKI PROCESNI LANCI

U ovom diplomskom radu prikazuje se transport navedenih mliječnih proizvoda (slike 4, 5 i 6) za distribuciju na području Krapinsko-zagorske županije i u Zagrebačkoj županiji Bedenica i Sv. Ivan Zelina.

Opisuje se prijevozni proces od skladišta proizvođača pa sve do krajnjeg odredišta odnosno kupca.

Opisani su i navedeni svi transportni uređaji te njihove tehničke značajke i karakteristike. Navedena su mjesta prihvata robe odnosno trgovački dućani (tablica 1).

### *6.1.1. Distribucijski procesni lanac A*

U distribucijskom procesnom lancu A obrađuje se itinerar kretanja prijevoznog sredstva naveden u tablici 7, odnosno lanac dućana tvrtke Mini mljekara Veronika d.o.o.. opisan je proces obrta od skladišta tvrtke iz Desinića – Hum na Sutli – Zagorska sela – Kumrovec – Veliko Trgovišće. Te ponovni povratak istim putem natrag u Desinić u skladište. Roba se na ovom dostavnom području dostavlja svakodnevno.

Redoslijed odabira takvog transportnog puta prvenstveno je zbog što većeg transportnog obuhvata sa što većim prijevoznim učinkom te radi iskorištenosti transportnog prostora. Smanjuju se troškovi, a povećava produktivnost.

Tablica 10. Pregled prostorno-vremenskih parametara procesnog lanca A

| Redni broj | Oznaka | Šifra | Udalj. među čvorištima A | Sr. brzina kret. voz. A | Vr. vožnje A | Vr. ukr/iskr. A | Ukup. vrijeme (kumulativ) A | Teret A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $L_{ijA}$ | $v_p$ | $t_{vij}$ | $t_{UI\ A}$ | $\sum t_A$ | q |
| | Gar | | [km] | [km/h] | [min] | [min] | [min] | (t) |
| 0 | Izv | | 0,04 | 10 | 0 | 41 | 41 | 0,54 |
| 1 | Odr | 100 | 0,04 | 30 | 2 | 4 | 47 | 0,036 |
| 2 | Odr | 101 | 1,00 | 25 | 11 | 4 | 62 | 0,036 |
| 3 | Odr | 102 | 5,4 | 15 | 11 | 3 | 76 | 0,036 |
| 4 | Odr | 103 | 5,45 | 50 | 3 | 4 | 83 | 0,036 |
| 5 | Odr | 104 | 1,02 | 30 | 8 | 5 | 96 | 0,036 |
| 6 | Odr | 105 | 7,07 | 70 | 2 | 8 | 106 | 0,036 |
| 7 | Odr | 106 | 1,5 | 60 | 17 | 6 | 129 | 0,036 |
| 8 | Odr | 107 | 15,06 | 30 | 18 | 5 | 152 | 0,036 |
| 9 | Odr | 108 | 18,6 | 20 | 2 | 5 | 159 | 0,036 |
| 10 | Odr | 109 | 1,2 | 30 | 4 | 4 | 167 | 0,036 |
| 11 | Odr | 110 | 2,1 | 55 | 2 | 3 | 172 | 0,036 |
| 12 | Odr | 111 | 1,3 | 45 | 4 | 2 | 178 | 0,036 |
| 13 | Odr | 112 | 2,4 | 50 | 3 | 5 | 186 | 0,036 |
| 14 | Odr | 113 | 1,7 | 40 | 12 | 9 | 207 | 0,036 |
| 15 | Odr | 114 | 10,08 | 50 | 99 | 10 | 317 | 0 |
| 0 | Izv | | 65,0 | 0 | 0 | 10 | 317 | 0 |
| | Gar | | 0,04 | 10 | 0 | | 317 | |
| Poj. max vrijedn. | | | 18,6 | 70,0 | 99,0 | 10,0 | | |
| Poj. min vrijedn. | | | 0,4 | 10,0 | 2,0 | 2,0 | | |
| Poj. sred. vrijedn. | | | 17,1 | 38,13 | 7,07 | 5,7 | | |
| Ukupne vrijedn. | | | 130,0 | | 99 | 128 | | 0,54 |

Tijekom prvog obrta prevoze se paketi opisanih proizvoda, u svakom paketu je po 12 komada proizvoda. Složeni su na 1 paleti u zatvorenom klimatiziranom teretnom prostoru vozila Renault Kangoo. Ukupno se u jednom danu preveze 45 paketa navedene robe. To je ukupno 540 kilograma ili 0,54 tone tereta. Udaljenost prijevoza iznosi 65 km u jednom smjeru.

### *6.1.2. Distribucijski procesni lanac B*

U distribucijskom procesnom lancu B obrađuje se itinerar kretanja prijevoznog sredstva naveden u tablici 8, odnosno trgovine koje otkupljuju mliječne proizvode od tvrtke Mini mljekara Veronika d.o.o. Opisan je proces obrta od skladišta tvrtke iz Desinića – Sveti Križ Začretje – Krapina – Radoboj – Lobor – Zlatar – Donja Stubica. Te ponovni povratak istim putem natrag u Desinić u skladište. Roba se na ovom dostavnom području dostavlja dva puta tjedno.

Redoslijed odabira takvog transportnog puta prvenstveno je zbog što većeg transportnog obuhvata sa što većim prijevoznim učinkom te radi iskorištenosti transportnog prostora. Smanjuju se troškovi, a povećava produktivnost.

Tablica 11. Pregled prostorno-vremenskih parametara procesnog lanca B

| Redni broj | Oznaka | Šifra | Udalj. među čvorištima B | Sr. brzina kret. voz. B | Vr. vožnje B | Vr. ukr/iskr. B | Ukup. vrijeme (kumulativ) B | Teret B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $L_{ijB}$ | $v_p$ | $t_{vij}$ | $t_{UI\,B}$ | $\sum t_B$ | Q |
| | gar | | [km] | [km/h] | [min] | [min] | [min] | (t) |
| 0 | izv | 100 | 0,04 | 10 | 0 | 41 | 41 | 0,648 |
| 1 | odr | 105 | 28,9 | 30 | 41 | 5 | 87 | 0,108 |
| 2 | odr | 115 | 9,9 | 40 | 14 | 9 | 110 | 0,108 |
| 3 | odr | 116 | 4,9 | 50 | 9 | 10 | 129 | 0,108 |
| 4 | odr | 117 | 18,6 | 65 | 28 | 11 | 168 | 0,108 |
| 5 | odr | 118 | 11,9 | 65 | 19 | 9 | 196 | 0,108 |
| 6 | odr | 117 | 27 | 50 | 82 | 11 | 289 | 0,108 |
| 0 | izv | | 0,00 | 0 | 0 | 10 | 299 | 0 |
| | gar | | 0,04 | 10 | 0 | | 299 | |
| Poj. max vrijedn. | | | 45,6 | 65,0 | 82,0 | 11 | | |
| Poj. min vrijedn. | | | 0,9 | 10,0 | 9,0 | 5,0 | | |
| Poj. sred. vrijedn. | | | 17,1 | 38,57 | 124,67 | 13,25 | | |
| Ukupne vrijedn. | | | 202,4 | | 193 | 106 | | |
| Sveuk. vrijedn. | | | 101,2 | | 386 | 106 | | **0,648** |

Tijekom drugog obrta B. Prevozi se paketi opisanih proizvoda, u svakom paketu je po 12 komada proizvoda. Složeni su na 2 palete u zatvorenom hlađenom teretnom prostoru vozila Fiat Ducato. Ukupno se u jednom danu preveze 54 paketa navedene robe. To je ukupno 648 kilograma ili 0,648 tone tereta. Udaljenost prijevoza iznosi 101,2 km u jednom smjeru.

### *6.1.3. Distribucijski procesni lanac C*

U distribucijskom procesnom lancu C obrađuje se itinerar kretanja prijevoznog sredstva, hladnjačom tvrtke, naveden u tablici 9, odnosno trgovine koje otkupljuju mliječne proizvode od tvrtke Mini mljekara Veronika d.o.o. Opisan je proces obrta od skladišta tvrtke iz Desinića – Zabok – Zlatar – Belec – Konjščina – Bedenica – Sveti Ivan Zelina. Te

ponovni povratak istim putem natrag u Desinić u skladište. Roba se na ovom dostavnom području dostavlja jednom tjedno.

Određivanje redoslijeda dostave robe prvenstveno se birao kako bismo smanjili put vožnje odnosno kako bi jednim prijevoznim sredstvom jednim pravcem mogli dostaviti odnosno pokupiti robu vračajući se natrag u skladište.

Tablica 12. Pregled prostorno-vremenskih parametara procesnog lanca C

| Redni broj | Oznaka | Šifra | Udalj. među čvorištima C | Sr. brzina kret. voz. C | Vr. vožnje C | Vr. ukr/iskr. C | Ukup. vrijeme (kumulativ) C | Teret C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $L_{ijC}$ | $v_p$ | $t_{vij}$ | $t_{UI\ C}$ | $\sum t_C$ | Q |
| | gar | | [km] | [km/h] | [min] | [min] | [min] | (t) |
| 0 | izv | | 0,04 | 12 | 0 | 25 | 25 | 2,16 |
| 1 | odr | 119 | 27,9 | 12 | 40 | 4 | 69 | 0,216 |
| 2 | odr | 121 | 19,3 | 60 | 35 | 6 | 110 | 0,216 |
| 3 | odr | 122 | 2 | 55 | 4 | 6 | 120 | 0,216 |
| 4 | odr | 123 | 8 | 55 | 12 | 4 | 136 | 0,216 |
| 5 | odr | 124 | 12,7 | 25 | 20 | 3 | 159 | 0,216 |
| 6 | odr | 125 | 6,3 | 55 | 12 | 3 | 174 | 0,216 |
| 7 | odr | 126 | 3,5 | 55 | 8 | 4 | 186 | 0,216 |
| 8 | odr | 127 | 8,9 | 60 | 15 | 4 | 205 | 0,216 |
| 9 | odr | 128 | 1,2 | 60 | 4 | 3 | 212 | 0,216 |
| 10 | odr | 129 | 1,2 | 50 | 4 | 3 | 219 | 0,216 |
| 0 | izv | | 0,00 | 0 | 0 | 10 | 219 | 0 |
| | gar | | 0,04 | 12 | 0 | | | |
| Poj. max vrijedn. | | | 27,9 | 60,0 | 40,0 | 25,00 | | |
| Poj. min vrijedn. | | | 1,2 | 12,0 | 4,0 | 3,0 | | |
| Poj. sred. vrijedn. | | | 9,96 | 48,7 | 15,4 | 6,25 | | |
| Ukupne vrijedn. | | | 89,8 | | 154 | 75 | | |
| Sveuk. vrijedn. | | | 89,8 | | 154 | | | **2,160** |

Tijekom trećeg obrta C prevoze se paketi opisanih proizvoda, u svakom paketu je po 12 komada proizvoda. Složeni su na 3 palete u zatvorenom hlađenom teretnom prostoru hladnjače. Ukupno se u jednom danu preveze 180 paketa navedene robe. To je ukupno 2160 kilograma ili 2,16 tone tereta. Udaljenost prijevoza iznosi 89,8 km u jednom smjeru.

## 6.2. FAZE PROCESA DJELOVANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

Učinak prijevoznih sredstava predstavljaju segmenti proizvodnog procesa:

- U – ukrcaj,
- P – prijevoz,
- I – iskrcaj.

Što su te faze kraće učinak će biti veći i obrnuto, s tim da se proces prijevoza realizira i da se pri tome ne pojavljuju povećani troškovi trošenja i održavanja prijevoznog sredstva. Učinak prijevoznog sredstva predstavlja produkt prevezenog supstrata i prijeđeni kilometri. Realna vrijednost prijevoznog učinka prikazana je količinom prevezenog supstrata (Q). Učinak uključuje i udaljenost na kojoj se supstrat prevozio, tako da prijevozni učinak ovisi i o infrastrukturi. [1]

### *6.2.1. Faza ukrcaja*

Ukrcaj u prijevozno sredstvo ovisi o primjenjenoj tehnologiji ukrcavanja. Kod klasičnih tehnologija prijevoza ukrcaj traje dulje dok kod suvremenih tehnologija ukrcaj traje kraće.

Ako se ukrcaj u prijevozno sredstvo obavlja mehanizirano tada je prema [1] ukupno vrijeme za ukrcaj u prijevozno sredstvo:

$$t_u = Z * t_c + t_d \qquad (8)$$

$t_u$ - vrijeme ukrcaja prijevoznog sredstva kod uporabe viličara

Z – broj ciklusa ukrcaja

$t_c$ – vrijeme trajanja ciklusa ukrcaja.

### *6.2.2. Faza prijevoza*

Faza prijevoza najviše ovisi o tehničkim značajkama prijevoznog sredstva. U fazi prijevoza se ostvaruje cilj prijevoza supstrata do odredišta. Jednom kad se teret ukrca prevozi se brzinom koja je uvjetovana čimbenicima okruženja prijevoznog procesa. Kod

tehnologije prijevoza ima odlučujuće značenje za izbor prijevoznog sredstva i njegove tehničke i eksploatacijske karakteristike. Razvijanjem novih tehnologija prijevoza povećava se brzina prijevoza i smanjuje vremenski interval prijevozne faze. Faza prijevoza, u skladu s [1], prikazuje se:

$$t_w=L/V_p+t_{d2} \qquad (9)$$

$t_w$ – vrijeme prijevoza od mjesta ukrcaja do mjesta iskrcaja

L – udaljenost od mjesta ukrcaja do mjesta iskrcaja

$t_{d2}$ – gubitak vremena u vožnji zbog zadržavanja

$V_p$ – prometna brzina.

### *6.2.3. Faza iskrcaja*

Faza iskrcaja u prijevoznom procesu može se usporediti s fazom ukrcaja. U transportnom procesu fazu iskrcaja prate aktivnosti koje se odnose na sigurnost supstrata i briga o smještaju ili predaji supstrata primatelju. Ako se faza iskrcaja promatra vremenki onda se u skladu s [1] prikazuje kao:

$$t_i=t_m+t'_i+t_{d3} \qquad (10)$$

$t_i$ – ukupno vrijeme iskrcaja prijevoznog sredstva

$t_m$ – vrijeme potrebno za manevar prijevoznog sredstva radi iskrcaja

$t_{d3}$ – gubitak vremena pri iskrcaju

$t'_i$ – vrijeme efektivnog iskrcaja,

ako je iskrcaj strojni onda je:

$$t_i=t_m+\Sigma^n_{i=1}t'_i+t_{d3} \qquad (11)$$

n – broj faza u ciklusu djelovanja manipulacijskog sredstva kod iskrcaja.

## 6.3. VREMENSKA ANALIZA DJELOVANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

U promatranoj jedinici vremena, svako prijevozno sredstvo se nalazi na radu, u garaži ili u pričuvi. Promatrana vremenska jedinica je jedan dan pa iz toga prema [1] proizlazi:

$$PS_k=PS_r+PS_p+PS_n \qquad (12)$$

$PS_r$ – prijevozna sredstva koja se u promatranom danu nalaze na radu

$PS_p$ – prijevozna sredstva koja se u promatranom danu nalaze u pričuvi

$PS_n$ – prijevozna sredstva koja su neispravna i nisu sposobna za obavljanje radnih zadataka u promatranom danu.

### *6.3.1. Vremenska analiza prijevoznog procesa*

Prijevozni proces definiran je fazama ukrcaja, prijevoza i iskrcaja. Vremenski se taj prijevozni proces sastoji od vremena zadržavanja na ukrcaju, vremena provedenog u vožnji i vremena zadržavanja na iskrcaju što možemo u skadu s [1] prikazati ovako:

$$H_r=H_u+H_v+H_i \qquad (13)$$

$H_r$ – ukupni sati rada prijevoznog sredstva

$H_u$ – sati prijevoznog sredstva provedeni na ukrcaju

$H_v$ – sati prijevoznog sredstva provedeni u vožnji

$H_i$ – sati prijevoznog sredstva provedeni na iskrcaju.

Faza vožnje se prikazuje kao:

$$H_v=H_{vpo}+H_{vbt} \qquad (14)$$

$H_{vpo}$ – vrijeme vožnje prijevoznog sredstva sa teretom

$H_{vbt}$ – vrijeme vožnje prijevoznog sredstva bez tereta.

### *6.3.2. Angažiranost prijevoznog sredstva tokom dana*

Prijevozna sredstva se tijekom dana nalaze na radu ili izvan radnog procesa. Koeficijent angažiranosti prijevoznog sredstva tijekom dana u skladu s [1] prikazuje se:

$$\alpha_{ad}=H_r/24. \qquad (15)$$

Pomoću koeficijenta iskorištenja vremena na radu prati se uspješnost angažiranosti prijevoznih sredstava. Analizira se vožnja od izvorišta do odredišta ili obrtaj prijevoznog sredstva što znači vožnja od izvorišta do odredišta i natrag u izvorište. Koeficijent kretanja prijevoznog sredstva možemo prema [1] prikazati ovako:

$$\alpha_v=H_v/H_r \qquad (16)$$

što znači da je koeficijent jednak količniku vremena prijevoznog sredstva provedenog u vožnji ($H_v$) i ukupnih sati rada prijevoznog sredstva ($H_r$).

Koeficijent iskorištenja vremena prijevoznog sredstva na radu za vožnju s povratkom (obrtaj) možemo u skladu s [1] prikazati ovako:

$$\alpha_{vo}=t_{vo}/t_{ro} \qquad (17)$$

$t_{vo}$ – vrijeme trajanja vožnje prijevoznog sredstva tijekom obrtaja

$t_{ro}$ – ukupno vrijeme trajanja obrtaja.

Vrijednost koeficijenta iskorištenja vremena prijevoznog sredstva na radu ovisi o udaljenostima prijevoza, primijenjenoj tehnologiji ukrcaja i iskrcaja tereta, količini tereta kod svake vožnje, nazivnoj nosivosti prijevoznog sredstva, prometnoj brzini i prometnim uvjetima.

## 6.4. ANALIZA KRETANJA PRIJEVOZNOG SREDSTVA SA STAJALIŠTA PRIJEĐENOG PUTA

U ovom podpoglavlju opisani su koeficijenti iskorištenosti prijeđenog puta i srednja udaljenost vožnje s teretom.

### *6.4.1. Iskorištenost prijeđenog puta (β)*

Tijekom svoje angažiranosti, prijevozno sredstvo ostvaruje određeni prijevozni učinak, ovisno o tehničkim značajkama vozila i stanjem infrastrukture. Ako prijevozno sredstvo nije opterećeno tada ostvaruje samo djelomične učinke. Kod procesa kretanja u prijevoznom procesu, prijevozno sredstvo ostvaruje:

- Prijevozni put od smještajnog do operativnog prostora,
- Prijevozni put na relaciji prijevoza i
- Prijevozni put od operativnog prostora do smještajnog prostora.

Što možemo u skladu s [1] prikazati sljedećim formulama:

$$L=L_{01}+L_p+L_t+L_{02}\ (km) \qquad (18)$$

$$L_0=L_{01}+L_{02}\ (km) \qquad (19)$$

$$L=L_0+L_t+L_p\ (km) \qquad (20)$$

L – ukupno prijeđeni put prijevoznog sredstva

$L_{01}$ – udaljenost od smještajnog prostora do mjesta ukrcaja

$L_t$ – put koji je prijevozno sredstvo prešlo pod opterećenjem

$L_p$ – put koji je prijevozno sredstvo prešlo na relaciji prijevoza bez tereta

$L_{02}$ – put koji prijevozno sredstvo prijeđe od završetka procesa prijevoza do povratka u mjesto smještaja

$L_0$ – nulti prijeđeni put, put koji prijevozno sredstvo prijeđe od smještajnog prostora do prvog mjesta ukrcaja i od zadnjeg mjesta iskrcaja natrag do smještajnog prostora.

Prema tome koeficijent iskorištenja prijeđenog puta je udio prijeđenog puta pod opterećenjem u odnosu na ukupni prijeđeni put prema [1] je:

$$\beta=L_t/L_t+L_p+L_0 \qquad (21)$$

Tablica 13. Vrijednosti koeficijenata β

| | |
|---|---|
| $\beta=\Sigma L_t/\Sigma L$ | 0,4997 |
| $\beta_A=Lt/L$ | 0,4996 |
| $\beta_B=Lt/L$ | 0,4998 |
| $\beta_C=Lt/L$ | 0,4997 |

### *6.3.2. Srednja udaljenost vožnje s teretom ($L_{st\lambda}$)*

Pri radu jednoga prijevoznog sredstva, srednjom udaljenošću vožnje s teretom naziva se aritmetička srednja vrijednost svih udaljenosti vožnja s teretom. To možemo prema [1] prikazati kao:

$$L_{st\lambda}=L_t/n_\lambda \qquad (22)$$

$L_t$ – dužine vožnji s teretom

$n_\lambda$ – broj vožnja s teretom.

Tablica 14. Vrijednosti srednje udaljenosti vožnje s teretom ($L_{st\lambda}$)

| Proces | $L_{st\lambda}$ |
|---|---|
| A | 5,00 [km] |
| B | 20,24 [km] |
| C | 9,98 [km] |

Iz tablice 14 je vidljivo kako proces A ima najmanju vrijednost srednje udaljenosti vožnje s teretom, dok proces B ima najveću vrijednost te time vozilo B uzrokuje najveće gubitke. Prema tome, vozilo u procesu A je najuspješnije.

## 6.4. BRZINE KRETANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

Brzina kretanja prijevoznih sredstava je veličina koja utječe na prijevozni učinak. Postoje četiri osnovne brzine:

- Prometna vrzina,
- Prijevozna brzina,
- Brzina obrta,
- Eksploatacijska brzina.

Prometna brzina je brzina koju ostvari prijevozno sredstvo dok radi na nekom zadatku. Uzima se u obzir samo vrijeme vožnje a isključuje se vrijeme stajanja. Prema [1] je:

$$V_p=L/H_v \ (km/h_v) \qquad (23)$$

Prijevozna brzina uključuje vrijeme vožnje, vrijeme mogućeg zadržavanja od polaska do dolaska, a ne uključuje vrijeme ukrcaja i iskrcaja. Prijevozna brzina je manja ili jednaka od prometne brzine. Prema [1] je:

$$V_{pr}=L/H_{pr} \ (km/h) \qquad (24)$$

L – udaljenost između polaznih i završnih točaka gdje je obavljan prijevoz

$H_{pr}$ – sati trajanja prijevoza.

Vrijednosti prijevozne brzine promatranih vozila na određenim rutama prikazane su u tablici.

Tablica 15. Vrijednosti prijevozne brzine

| Itinerar | Prijevozna brzina |
|---|---|
| Proces A | $V_{pr}$=46,76 km/h |
| Proces B | $V_{pr}$=32,33 km/h |
| Proces C | $V_{pr}$=38,38 km/h |

Brzina obrta je brzina koju ostvari prijevozno sredstvo u linijskom prijevozu robe radeći obrte između dva terminala linije. Uključuje ukrcaj, iskrcaj, vožnju i moguća zadržavanja tijekom vožnje te stajanje na terminalu. Brzina obrta dobiva se iz količnika dvostruke dužine linije i vremena trajanja obrta. Ukupna udaljenost u obrtu prema [1] je:

$$L_0=2*L_L \text{ (km)} \qquad (25)$$

$L_0$ – ukupna udaljenost u obrtu (km)

$L_L$ – dužina linije (km)

Tablica 16 . Vrijednosti udaljenosti u obrtu

| Obrt | $L_L$ (km) | $L_o$ (km) |
|---|---|---|
| Obrt A | 65 | 130 |
| Obrt B | 101,2 | 202,4 |
| Obrt C | 89,8 | 179,6 |

Vrijeme obrta $T_0$ prema [1] je:

$$T_0=t_{v0}+t_{ui0}+t_{z0} \text{ (h)} \qquad (26)$$

$t_{v0}$ – vrijeme vožnje u obrtu

$t_{ui0}$ – vrijeme trajanja ukrcaja – iskrcaja u obrtu

$t_{z0}$ – vrijeme zadržavanja u terminalima linije.

Iz toga proizlazi da je brzina obrta u skladu s [1]:

$$V_0=L_0/T_0 = 2*L_L*V_p / 2*L_L+V_p*(t_{ui}+t_{z0}). \qquad (27)$$

Tablica 17. Vrijednosti obrtne brzine

| Proces | Obrtna brzina $V_o$ |
|---|---|
| A | 18,47 km/h |
| B | 20,65 km/h |
| C | 25,02 km/h |

Tablica 18. Usporedba obrtne i prijevozne brzine

| Proces | Obrtna brzina $V_o$ | Prijevozna brzina $V_p$ | Odnos $V_p \div V_o$ |
|---|---|---|---|
| A | 18,47 km/h | 46,76 km/h | 2,53 |
| B | 20,65 km/h | 32,33 km/h | 1,57 |
| C | 25,02 km/h | 38,38 km/h | 1,53 |

Iz usporedbe obrtne i prijevozne brzine (tablica 18.) vidljivo je da je obrtna brzina manja od prijevozne brzine. Veliki utjecaj na takav rezultat ima vrijeme iskrcaja u odredištu, i više dostavnih odredišta. Što je više dostavnih odredišta, vrijeme iskrcaja traje dulje i obrtna brzina se naspram prijevozne brzine smanjuje. Iz odnosa obrtne i prijevozne brzine (tablica 18.) kod obrta A se uočio značajan utjecaj na vremensku učinkovitost procesa upravo zbog velikog udjela vremena dostava odnosno iskrcaja robe tijekom obavljanja obrta A. Dok su obrt B i obrt C približno jednakih vrijednosti.

Eksploatacijska brzina je prosječna brzina prijevoznog sredstva koju ostvari obavljajući radni zadatak tijekom ukupnog radnog vremena, prema [1] iznosi:

$$V_e = L/H_r \ (km/h_r). \qquad (28)$$

## 6.5. ANALIZA NAZIVNE NOSIVOSTI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA (q)

U ovom potpoglavlju predstavljeni su koeficijenti statičkog i dinamičkog opterećenja prijevoznih sredstava.

### *6.5.1. Koeficijent statičnog opterećenja $\gamma_s$*

Koeficijent statičnog opterećenja prijevoznih sredstava ($\gamma_s$) je količnik koji se dobije dijeljenjem stvarnog i mogućeg (nazivnog) opterećenja $\lambda$ predstavlja broj vožnji s teretom po obrtu (u ovom slučaju $\lambda = 1$). Slijedom toga, koeficijent statičnog opterećenja za jednu vožnju u skladu s [1] bio bi:

$$\gamma_{s\lambda} = q_\lambda / q_n \qquad (29)$$

$\gamma_s$ - koeficijent statičnog opterećenja u smislu mase
$q_\lambda$ - stvarno opterećenje prijevoznog sredstva (masa) [t]
$q_n$ - nazivno (max) opterećenje prijevoznog sredstva (masa) [t]

Vrijednosti statičkog opterećenja prikazane su u tablici 19.

Tablica 19. Vrijednosti statičkog opterećenja $\gamma_s$

| Proces | $\gamma_s$ |
|---|---|
| A | 0,254 |
| B | 0,259 |
| C | 0,432 |

U praksi su veoma rijetki ili uopće ne postoje potpuno homogeni ustroji u kojih bi sva prijevozna sredstva bila iste nosivosti, bar ne u uvjetima djelovanja srednjih i velikih prijevozničkih tvrtki. Takvo stanje uvjetuje da bi se i tu trebalo ponderirati koeficijent statičkog opterećenja za homogeni ustroj i dobiti njegovu prosječnu vrijednost.

### *6.5.3. Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti $\gamma_d$*

Koeficijent dinamičnog iskorištenja korisne nosivosti prijevoznih sredstava ($\gamma_d$) je količnik koji se dobije dijeljenjem ostvarenog i mogućega prometnog učinka. To znači da za razliku od koeficijenta statičnog iskorištenja nazivne nosivosti koji se dobiva s pomoću stvarne količine prevezene robe, koeficijent dinamičnog iskorištenja nazivne nosivosti uključuje ne samo stvarno prevezenu robu, već i udaljenosti na kojima se roba prevozi. Dakle, nedostatno iskorištenje nazivne nosivosti prijevoznog sredstva utječe na gubitak prometnog učinka, i to sve više što je udaljenost prijevoza veća.

Koeficijent dinamičnog iskorištenja korisne nosivosti za jedno prijevozno sredstvo tijekom jedne vožnje s teretom prema [1] bit će:

$$\gamma_d = q_\lambda / q_n = q_\lambda * L_{t\lambda} / q_n * L_{t\lambda} \qquad (30)$$

Vrijednosti dinamičnog opterećenja prikazane su u tablici 20.

Tablica 20. Vrijednosti dinamičnog opterećenja $\gamma_d$

| Proces | $\gamma_d$ |
|---|---|
| A | 0,0723 |
| B | 0,1167 |
| C | 0,2536 |

## 6.6. PRIJEVOZNI UČINAK

Prijevozna sposobnost prijevoznog sredstva je optimalna veličina učinka koji je moguće ostvariti u jedinici vremena. Stvarni prijevozni učinak u skladu s [1] je:

$$U_1 = q_{n1} * L_t * \gamma_d \text{ (tkm)} \qquad (31)$$

$U_1$ – ostvareni učinak u analiziranoj jedinici vremena (tkm)

$q_{n1}$ – nazivna nosivost prijevoznog sredstva (t)

$L_t$ – prijeđeni kilometri prijevoznog sredstva u analiziranoj jedinici vremena – satu (km)

$\gamma_d$ – koeficijent dinamične iskorištenosti nazivne nosivosti

U tablici 21 prikazane su vrijednosti prijevoznog učinka za procese A, B i C.

Tablica 21. Vrijednosti prijevoznog učinka za procese A, B i C

| Proces | Prijevozni učinak U |
|---|---|
| A | 15,18 |
| B | 29,18 |
| C | 88,16 |

Iz tablice 21 je vidljivo kako je u procesu C najveći prijevozni učinak u analiziranoj jedinici vremena. U procesu A je najmanji prijevozni učinak u analiziranoj jedinici vremena. Ukupan prijevozni učinak za sva tri procesa u jednom satu je 132,25 tkm.

# 7. UTJECAJ ZNAČAJKI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA NA USPJEŠNOST ODVIJANJA PREDMETNIH PROCESA

U ovom poglavlju prikazane su usporedne analize tri različita distribucijska procesa A, B i C sa tri različita prijevozna sredstva. Prema toj analizi dobiveni su zaključci i pokazatelji utjecaja prijevoznih sredstava na procese učinkovitosti prijevozne logistike. Analiza učinkovitosti prijevoznih procesa s primjenom različitih vrsta prijevoznih sredstava obuhvaća usporedne analize vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti prijevoznih procesa. Svaka ta usporedba određena je s drugim podacima za izračun konačnih rezultata, kojima se dobiju ukupni rezultati za pojedini proces prijevoza.

## 7.1. ANALIZA PROSTORNE UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA

Prostorna učinkovitost prijevoznih procesa izražena je u metrima za ukrcaj i iskrcaj robe, a za prijevoz robe izražena je u kilometrima. Taj proces se sastoji od ukrcaja, iskrcaja i prijevoza robe u obrtu A, B i C. Prostorni podaci za svaki obrt prikazani su u tablici 22.

Tablica 22. Prostorna učinkovitost prijevoznih procesa

| Proces | A | B | C | Prosjek |
|---|---|---|---|---|
| Ukrcaj (m) | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Iskrcaj (m) | 45 | 24 | 60 | 43 |
| Prijevoz (km) | 130 | 202,4 | 179,6 | 170,67 |
| Ukupno (km) | 130.050 | 202.429 | 179.665 | |

Iz rezultata za ukrcaj robe može se vidjeti da je roba u prosjeku od prijevoznog sredstva udaljena 5 metara. To je zato jer je roba od ukrcajne rampe udaljena 5 metara, a roba se za svaki proces ukrcava na istom mjestu. Iskrcaj robe u pravilu je vremenski i prostorno nešto kraći od ukrcaja robe. Vidi se iz tablice da iskrcaj prostorno najmanji kod obrta B, to je zato jer obrt B ima najmanje istovarnih odredišta. Najveću prostornu vrijednost ima obrt B, jer je itinerar kretanja prijevoznog sredstva najdulji sa najmanje odredišta, stoga je prema prostornoj učinkovitosti obrt B s najlošijim rezultatima.

## 7.2. ANALIZA VREMENSKE UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA

Vremenska analiza učinkovitosti prijevoznih procesa izražena je u minutama za pojedini proces prijevoza jednim prijevoznim sredstvaom. Proces se sastoji od ukrcaja, iskrcaja i prijevoza robe, obrta A, B i C. Podaci vremenske analize učinkovitosti prikazani su u tablici 23.

Tablica 23. Vremenska učinkovitost prijevoznih procesa

| Proces | A | B | C | Prosjek |
|---|---|---|---|---|
| Ukrcaj (min) | 41 | 41 | 25 | 35,67 |
| Iskrcaj (min) | 87 | 65 | 50 | 67,33 |
| Prijevoz (min) | 99 | 386 | 154 | 213 |
| Ukupno (min) | 227 | 492 | 229 | |

Iz rezultata se vidi da je po vremenskoj učinkovitosti najbolji proces obrt A, zato jer ima najmanje ukupno vrijeme prijevoza robe. Obrt C se ne razlikuje mnogo od obrta A. Dok obrt B ima čak duplo vrijeme prijevoza robe. Iz toga se zaključuje da je po vremenskoj analizi prijevoza najlošiji obrt B  zato jer ima najdulje vrijeme prijevoza.

## 7.3. ANALIZA KAPACITIVNE UČINKOVITOSTI PRIJEVOZNIH PROCESA

Kapacitivna učinkovitost prijevoznih procesa Izračnava se pomoću mase i volumena dobivenih za pojedine obrte. Masa je izražena u tonama prevezenog tereta za pojedine obrte. Ukupan prosjek za masu dobije se tako da se zbroji sav teret prevezen u svakom obrtu kroz ukupan broj obrta. Volumen za kapacitivnu učinkovitost prijevoznih procesa izražen je u $m^3$. Dobije se tako da se pomnoži ukupna dužina, širina i visina tovarnog prostora (d * š * v). Dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 24.

Tablica 24. Kapacitivna učinkovitost prijevoznih procesa

| Proces | A | B | C | Prosjek |
|---|---|---|---|---|
| Masa tereta [t] | 0,54 | 0,648 | 2,16 | 1,116 |
| Nosivost vozila [t] | 2,1 | 2,5 | 5,0 | 3,20 |
| Volumen teretnog prostora [$m^3$] | 2,3 | 8,3 | 22,0 | 10,87 |

Dobiveni rezultati iz tablice 24. ukazuju da ukupna masa u prosjeku za sve obrte iznosi 1,116 tona po obrtu prevezene robe. Prosjek je toliki velik jer je u trećem obrtu C prevezeno najviše robe, dok obrt A i B kada se zbroje nemaju toliko veliku količinu prevezene robe zajedno.

Iz rezultata za volumen vidljiv je prosjek ukupnog volumena iznosi 10,87 $m^3$. Po volumenu prevezene robe vidi se da je najbolji obrt B, koji je po masi bio najlošiji. Dok obrt C po volumenu je najlošiji obrt u ovome slučaju.

## 7.4. UKUPNA UČINKOVITOST PRIJEVOZNIH PROCESA A, B I C

Ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A, B i C prikazane su tablicom 25., iz koje se mogu vidjeti vrijednosti po pojedinim obrtima za vremensku, prostornu i kapacitivnu učinkovitost, te ukupne vrijednosti dobivene za pojedini obrt zbrojem vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti prijevoznih procesa. U tablici 19. je prikazano koji je obrt najbolji, a koji najlošiji.

Tablica 25. Ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A, B i C

| Proces | A | B | C | Prosjek |
|---|---|---|---|---|
| Vremenska | 227 | 492 | 229 | 316 |
| Prostorna | 130050 | 202429 | 179665 | 170714,67 |
| Kapacitivna | 0,54 | 0,648 | 2,16 | 1,116 |
| Ukupna ocjena | **4,77** | **3,2** | **2,85** | |

Iz ukupne ocjene koja je dobivena zbrojem vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti i prosjeka obrta vidljivo je da obrt A manji od samog prosjeka te je on najbolji po sve tri kategorije (vremenska, prostorna i kapacitivna učinkovitost). Obrt B nalazi se između obrta A koji je najbolji i obrta C koji je ipak najlošiji.

Transport robe prijevoznim procesima, A, B i C moguće je obaviti u jednom obrtu, odnosno tijekom jednog radnog dana. Točke istovara odnosno utovara raspoređene su tako kako bi smanjile vrijeme, put i nepotrebno trošenje za distribucijsku tvrtku.

Isto tako točke istovara raspoređene su prije točaka utovara, kako bismo osigurali prostor za prikupljanje povrata robe, za oštećenu robu i slično.

Kao kritičnu točku mogli bismo navesti obrt B prilikom kojeg je malo odredišta a velik put od izvorišta do odredišta. Ovakvim distribucijskim tokom gubimo na vremenu zbog udaljenosti od skladišta odnosno sama mjesta isporuke nisu blizu. S time dobivamo velike cjenovne gubitke za tvrtku.

Kod obrta A se koristi manje prijevozno sredstvo, na najmanjoj relaciji ali zato sa najviše odredišta. Takvo vozilo ostvaruje najveći ukupni prijevozni učinak u jednom danu, dok u jednom satu, naspram obrta B i C, ostvaruje najmanji prijevozni učinak.

## 7.5. PREGLED VRIJEDNOSTI UTJECAJA ZNAČAJKI PRIJEVOZNIH SREDSTAVA NA PROCESE A, B I C

U tablicama 26A i 26B. prikazane su vrijednosti za svaki pojedini proces i korišteno prijevozno sredstvo. Navedene su duljina relacije, vrijeme vožnje, vrijeme obrta, broj odredišta, srednja udaljenost vožnje s teretom, broj dostava tjedno, količina prevezene robe, prijevozna brzina, brzina obrta, nosivost prijevoznog sredstva i volumen teretnog prostora prijevoznog sredstva.

Tablica 26A. Pregled vrijednosti utjecaja značajki prijevoznih sredstava na procese A, B, C

| Prijevozno sredstvo / Proces | Duljina relacije (km) | Vrijeme vožnje (min) | Broj odredišta | Vrijeme obrta (min) | Srednja udaljenost vožnje s teretom (km) | Broj dostava tjedno | Količina robe (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Renault Kangoo / Proces A | 65 | 99 | 13 | 326 | 5 | 5 | 540 |
| Fiat Ducato / Proces B | 101,2 | 386 | 5 | 878 | 20,24 | 2 | 648 |
| Hladnjača Renault / Proces C | 89,8 | 154 | 9 | 383 | 9,98 | 1 | 2160 |

Tablica 26 B. Pregled vrijednosti utjecaja značajki prijevoznih sredstava na procese A, B i C

| Prijevozno sredstvo / Proces | Nosivost prijevoznog sredstva (kg) | Volumen teretnog prostora ($m^3$) | $V_p$ (km/h | $V_o$ (km/h) | Prijevozni učinak |
|---|---|---|---|---|---|
| Renault Kangoo / Proces A | 2100 | 2,3 | 46,76 | 18,47 | 15,18 |
| Fiat Ducato / Proces B | 2500 | 8,7 | 32,33 | 50,65 | 29,18 |
| Hladnjača Renault / Proces C | 5000 | 22 | 38,38 | 25,02 | 88,16 |

Prema odnosu ostvarenog učinka s količinom prevezene proizlazi da malo teretno vozilo ostvaruje najmanji prijevozni učinak na najkraćoj relaciji prijevoza tereta, jer ima najveći broj odredišta. Dok hladnjača na srednjoj udaljenosti ima najveći prijevozni učinak jer je količina prevezene robe najveća.

Iz vrijednosti srednje udaljenosti prijevoza proizlazi kolika je ukupna udaljenost prijevoza tereta i kolika je udaljenost između odredišta. Rezultati ukazuju na to da vozilo B ima najduže vrijeme do odredišta, a da pritom obuhvaća najdulju relaciju sa najmanjim brojem odredišta.

Iz usporedbe prijevozne brzine i brzine obrta proizlazi da je u procesu A prijevozna brzina najveća, dok je obrtna brzina najmanja jer ima najviše odredišta na kojima se vrijeme troši na iskrcaj robe. Odnosom količine prevezene robe i broja odredišta dostave robe, određeno je prosječno vrijeme trajanja potprocesa iskrcaja.

# 8. ZAKLJUČAK

Tema rada je utjecaj značajki prijevoznih sredstava na uspješnost procesa prijevozne logistike. U radu je dan osvrt na tehničke značajke prijevoznih sredstava općenito, a detaljno su opisana tri prijevozna sredstva tvrtke kojima je obavljen prijevoz robe od izvorišta do odredišta. Svako prijevozno sredstvo ima različite tehničke značajke. Marka i tip vozila nemaju neposredan utjecaj na odvijanje procesa, ali tehničke značajke prijevoznog sredstva svakako utječu na odvijanje procesa i pritom ostvarene učinkovitosti.

Tijekom predmetnih obrta u procesu prijevoza robe korištena su navedena vozila, i to: Renault Kangoo, nazivne nosivosti 2,1 [t]. Vozilo obavlja prijevoz na najkraćoj relaciji i ima najviše odredišta, na kojima svakodnevno dostavlja robu i udovoljava potrebama korisnika. U procesu B korišteno je malo teretno vozilo Fiat Ducato, nazivne nosivosti 2,5 [t]. To vozilo obavlja dostavu dva puta tjedno, ima najdulji put od skladišta do odredišta i najmanji broj odredišta. Vozilo po svojim tehničkim značajkama također udovoljava zahtjevima korisnika. U procesu C korišteno je vozilo hladnjača Renault, nazivne nosivosti 5 [t] i najvećom zapremninom teretnog prostora, koji omogućuje brz i efikasan utovar i istovar tereta, zahvaljujući prekrcajnoj rampi. Vozilo obavlja dostavu jednom tjedno, i to na odredišta trgovina mješovitom robom, a koja nisu u vlasništvu predmetne tvrtke.

Iz ukupne analize učinkovitosti prijevoznih procesa, koja je određena pomoću konačnih ocjena vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti (usporedbom predmetnih obrta) vidljivo je da je obrt A manji od samog prosjeka te je on najbolji po sve tri kategorije ocjenjivanja (vremenska, prostorna i kapacitivna učinkovitost). Učinkovitost obrta B odgovara srednjoj ocjeni ostvarene učinkovitosti, dok obrt C ima najmanju ocjenu, i to po svim kriterijima: vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti. Pritom je vozilo C istovremeno postiglo najveći prijevozni učinak, zahvaljujući činjenici da prevezlo najveću količinu tereta. Vozilo B je ostvarilo najmanji prijevozni učinak jer: prevozi najmanju količinu tereta na najdužoj relaciji s najmanjim brojem odredišta.

# LITERATURA

[1.] Županović, I., Tehnologija cestovnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2002.
[2.] Zavada, J.: Prijevozna sredstva, FPZ Zagreb, 2000.
[3.] Golac, B.: Organizacija i tehnika prijevoza tereta, Škola za cestovni promet Zagreb, 1997.
[4.] Prikril, B., Perše, S.: Prijevozna sredstva, FPZ, Zagreb, 1991.
[5.] Mlinarić, T. J.: Robno transportni centri, izmjenjeno i dopunjeno izdanje, FPZ, Zagreb, 2015.
[6.] NN 117/210 Uredba o javnim intervencijama i potpori u privatnom skladištenju u sektoru mlijeka i mliječnih proizvoda
[7.] NN 51/2010 Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama
[8.] www.veronika.hr/slike/galerija/farma/01.jpg (20. studeni 2016.)
[9.] www.veronika.hr/slike/galerija/proizvodi/mliječni.jpg (20. studeni 2016.)
[10.] www.prometna-zona.com/skladišna_tehnika-001palete.php (05. siječanj 2017.
[11.] http://www.jatrgovac.com/tag/sirela/page/2/ (14. veljače 2017.)
[12.] www.condion.net (20. studeni 2016.)
[13.] www.hr-kamioni-com, Iveco Eurocargo kamion (21. studeni 2016.)
[14.] www.cargobull.com/hr (21. studeni 2016.)
[15.] www.humbaur.hr (21.studeni 2016.)
[16.] http://poljoprivredni-forum.com/showthread.php (07. siječanj 2017.)
[17.] www.verden.hr/projektiranje.html (22. studeni 2016.)
[18.] http://mlakar-vilicari.hr/kategorija-proizvoda/jungheinrich-vilicari/ (08. siječanj 2017.)
[19.] www.lamarin.hr (15. siječanj 2017.)
[20.] http://www.vecernji.hr/kompanije-i-trzista/maslac-veronika-pomeo-konkurenciju-i-osvojio-zlatnu-medalju-957918/multimedia/p1 (07. siječanj 2017.)
[21.] www.verden.hr/hladnjaca.html (15. siječanj 2017.)
[22.] http://www.zagorje.com/clanak/vijesti/nove-cisterne-za-kvalitetno-zagorsko-mlijeko-1 (07. siječanj 2017.)
[23.] http://www.motoring.co.uk/car-pictures/renault-kangoo-2010-ml20-dci-70-picture_1715827 (20. siječanj 2017.)
[24.] http://imenik.tportal.hr/show?action=karta# (21. siječanj 2017.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Vozni park i skladište Mini mljekare Veronika
Slika 2. Autocisterna za prijevoz mlijeka tvrtke Mini mljekara Veronika
Slika 3. Mliječni proizvodi Veronika
Slika 4. Svježe mlijeko
Slika 6. Mlaćenica
Slika 5. Sirutka
Slika 7.  Drvena euro paleta
Slika 8. Model slaganja ambalaže na paletu 800 × 1200 mm
Slika 9. Model slaganja paketiziranog supstrata na paleti standardnih dimenzija
Slika 10. Prijevoz specijalnih tereta
Slika 11. Prijevoz specijalnih tereta
Slika 12. Informacijska oprema teretnog vozila
Slika 13. Troosovinska prikolica
Slika14. Dvoosovinska prikolica
Slika 15. Poluprikolica
Slika 16. Dimenzije teretnog vozila
Slika 17. Skladište tvrtke Mini mljekara Veronika
Slika 18. Viličar Jungheinrich
Slika 19. Fiat Ducato
Slika 20. Hladnjača
Slika 21. Unutrašnjost autohladnjače
Slika 22. Dostavno vozilo Renault Kangoo
Slika 23. Autocisterne
Slika 24. Prikaz itinerara kretanja prijevoznog sredstva u prvom obrtu A
Slika 25. Prikaz itinerara kretanja prijevoznog sredstva u drugom obrtu B
Slika 26. Prikaz itinerara kretanja prijevoznog sredstva u trećem obrtu C

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Podaci o korisnicima distribucije
Tablica 2. Pregled teretnih prijevoznih sredstava
Tablica 3A. Prostorne značajke mikrolokacija izvorišta
Tablica 3B. Prostorne značajke miktolokacija odredišta
Tablica 4. Tehničke značajke manipulacijskog sredstva
Tablica 5. Tehničke karakteristike vozila marke Fiat Ducato
Tablica 6. Tehničke karakteristike vozila marke Renault Kangoo
Tablica 7. Prikaz odredišta procesnog lanca A
Tablica 8. Prikaz odredišta u procesnom lancu B
Tablica 9. Prikaz odredišta u procesnom lancu C
Tablica 10. Pregled prostorno-vremenskih parametara procesnog lanca A
Tablica 11. Pregled prostorno-vremenskih parametara procesnog lanca B
Tablica 12. Pregled prostorno-vremenskih parametara procesnog lanca C
Tablica 13. Vrijednosti koeficijenata β
Tablica 14. Vrijednosti srednje udaljenosti vožnje s teretom ($L_{st\lambda}$)
Tablica 15. Vrijednosti prijevozne brzine
Tablica 16 . Vrijednosti udaljenosti u obrtu
Tablica 17. Vrijednosti obrtne brzine
Tablica 18. Usporedba obrtne i prijevozne brzine
Tablica 19. Vrijednosti statičkog opterećenja $\gamma_s$
Tablica 20. Vrijednosti dinamičnog opterećenja $\gamma_d$
Tablica 21. Vrijednosti prijevoznog učinka za procese A, B i C
Tablica 22. Prostorna učinkovitost prijevoznih procesa
Tablica 23. Vremenska učinkovitost prijevoznih procesa
Tablica 24. Kapacitivna učinkovitost prijevoznih procesa
Tablica 25. Ukupne učinkovitosti prijevoznih procesa A, B i C
Tablica 26. Pregled vrijednosti utjecaja značajki prijevoznih sredstava na procese A, B i C
Tablica 26 B. Pregled vrijednosti utjecaja značajki prijevoznih sredstava na procese A, B i C

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Model međuovisnosti palete i okruženja s aspekta tehnologije

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 **Utjecaj značajki prijevoznih sredstava na uspješnost procesa prijevozne logistike**

**Impact of Vehicles' Features on the Succesess of Transport Logistics Processes**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 13.2.2017

*(potpis)*