

DOKTORSKA DISERTACIJA

Željko V. IVANOVIĆ

**MODEL  
LOGISTIKE  
TURISTIČKOG  
REGIONA**



UNIVERZITET U BEOGRADU  
SAOBRAĆAJNI FAKULTET  
2015.

**UNIVERZITET U BEOGRADU**

**SAOBRAĆAJNI FAKULTET**

Željko V. Ivanović

**MODEL LOGISTIKE  
TURISTIČKOG REGIONA**

doktorska disertacija

Beograd, 2015

**UNIVERSITY OF BELGRADE**  
**FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC ENGINEERING**

Željko V. Ivanović

**MODEL OF LOGISTICS  
OF TOURIST AREA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

**MENTOR:**

Prof. dr **Milorad Vidović**, dipl. inž.  
redovni profesor Saobraćajnog fakulteta u Beogradu

**ČLANOVI KOMISIJE:**

Prof. dr **Milorad Vidović**, dipl. inž.  
redovni profesor Saobraćajnog fakulteta u Beogradu

Prof. dr **Slobodan Zečević**, dipl. inž.  
redovni profesor Saobraćajnog fakulteta u Beogradu

Prof. dr **Đurdica Stojanović**, dipl. inž.  
vanredni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu

Datum odbrane:

---

Datum promocije:

---

*„Ako nekoga ruše, tuku i gaze, a on nastavlja da  
slijedi svoju ideju, tada nema mnogo izgleda da će  
napustiti teren poražen,,*

*Lobanovski*

***Svojoj porodici.***

**Naslov doktorske disertacije:****MODEL LOGISTIKE TURISTIČKOG REGIONA****Apstrakt:**

Predmet istraživanja u okviru ove doktorske disertacije jeste model logistike primorskih turističkih područja, koja predstavljaju poseban i jedinstven turistički prostor sa većim brojem gradova i više manjih turističkih mjesta. Karakteristika ovih područja, jeste da su ona u svom razvoju dominantno inkorporirala historijsku komponentu, sa svim karakteristikama u pogledu: (i) bliske povezanosti sa vodom površinom, (ii) zbijenih gradskih jezgara sa koncentracijom generatora logističkih aktivnosti u okviru istih, (iii) uskih jednosmernih ulica sa otežanom realizacijom teretnog transporta, (iv) zagušenja na prilaznim putevima u određenim vremenskim intervalima, (v) dominantne zastupljenosti drumskog vida saobraćaja u dopremi robe, (vi) želje da se nađe adekvatan model snabdijevanja gradskog jezgara i turističkih naselja, a da to ne naruši kvalitet turističke ponude i ambijenta.

Istraživanje relacije: *geografski prostor* → *profil logistike* → *klasterizacija (zoning)* → *mrežna struktura logističkih centara* → *lokacijsko-alokacijski problem* → *optimizacija procesa snabdijevanja* predstavlja osnovu modeliranja u disertaciji. Shodno tome, razvijen je novi originalni integrisani model logistike turističko regiona - MoLoTuRe, za koga je primjenom kombinatorne optimizacije definisana optimizaciona procedura ***Dynamic multiechelon, multiitem locating problem with heterogenous fleet – DYMEMULP***. Model predstavlja multidimenzionalni konceptualni model razvoja turističkog regiona u cilju postizanja većih ekonomskih, prostornih, tehničko – tehnoloških i ekoloških efekata. Isti povezuje sistemsku, transportnu, organizacionu i informatičku koncepciju. Kod razvoja modela imao se u vidu zadatak koji isti treba da ostvari, a to je, optimalno i savremeno povezivanje više funkcija: *tranzit, skladištenje i snabdijevanje regiona*, u jedan funkcionalni model, koji treba da inkorporira strategije i koncepcije logistike (JIT, outsourcing, 3PL, 4PL,...). Osnovna karakteristika ovakvog modela logistike jeste, primjena logističkih principa u povezivanju privrednih, tranzitnih i snabdevačkih funkcija turističkih regiona i orijentacija na očuvanje životne sredine, na

reduciranje teretnog transporta, na preraspodjelu robnog transporta između drumskog i vodnog vida transporta i stvaranje sistema koji će integrisati, koordinisati i kontrolisati robne tokove i sisteme, u cilju razvoja više sfere usluge turističkih područja.

U uslovima prisutne ekspanzije logističkih aktivnosti u turističkim područjima, i sve većeg prostornog ograničenja u okviru istog, kreiranje kooperativnog modela distribucije predstavlja jedno od mogućih održivih rešenja. U težnji da se eliminiše sve što je nepotrebno u procesu realizacije logističkih tokova, nametnula se ideja unapređenja postojećih distributivnih sistemskih rešenja, kako bi krajnji rezultat bio razvoj *win - win* situacija svih učesnika u logističkom lancu.

Nova distributivna rešenja zasnovana na kooperaciji drumskog i vodnog sistema transporta, mogu uticati na stvaranje niza pozitivnih efekata: (i) smanjenje ukupnih troškova logistike turističkih subjekata, (ii) povećanje fleksibilnosti, pouzdanosti i kvaliteta u snabdijevanju objekata, (iii) smanjenje zagušenosti saobraćaja, (iv) smanjenje ekološkog zagađenja, (v) kreiranje više sfere turističke usluge, (vi) povećanje stepena bezbjednosti, itd.

**KLJUČNE RIJEČI:** *Regionalna logistika, turistički region, model logistike, optimizacija, kooperativni model distribucije, generatori logističkih zahtjeva.*

**NAUČNA OBLAST:** *Logistika*

**UŽE NAUČNE OBLASTI:** *Intermodalni transport, Logistički centri, City logistika*

**UDK:**

**Title of PhD thesis:****MODEL OF LOGISTICS OF TOURIST AREA****Abstract:**

The subject of research within this PhD thesis, is the logistic model on seaside tourist areas, which presents special and unique tourist space with a large number of cities and several smaller tourist localities. Characteristic of these areas is that they, within their development, predominantly incorporated historical component in all its characteristics, more precisely: (i) close connection with water area, (ii) thick city nucleus with high concentration of logistic activity generators within the same, (iii) narrow one-way streets with difficult realization of cargo transport, (iv) congestions on approach roads in specific time intervals, (v) predominant road transportation in delivery of goods, (vi) desire to find appropriate model of supply to city nucleus and tourist settlements, in a way not to disturb the quality of tourist offer and ambient.

Research of relations: *geographical space* → *profile of logistics* → *clustering (zoning)* → *network structure of logistic centers* → *location-allocation problem* → *optimization of delivery process* represents the basis of modeling in the thesis. In accordance with that, a new original integrated model of logistics for tourist regions - MoLoTuRe has been developed, for which, through application of combinatorial optimization, a optimization procedure ***Dynamic multiechelon, multiitem locating problem with heterogenous fleet – DYMEMPLP*** has been defined. The model itself presents a multidimensional conceptual model of development of tourist region aiming at reaching bigger economic, spatial, technical – technological and environmental effects. It is connecting systematic, transport, organizational and informatics concepts. At model development, the objective that needs to be reached has been borne in mind, i.e. optimal and modern connection of several functions, such as: *transit*, *storage*, and *supply of regions*, within one functional model which also needs to incorporate logistic strategies and concepts (JIT, outsourcing, 3PL, 4PL, ...). Basic characteristic of this logistic model is implementation of logistic principles in connecting economic, transit and supply functions of tourist regions and orientation towards environmental protection, reduction



of transport of goods, redistribution of transport of goods between road and water means of transport and creation of the system that will integrate, coordinate and control goods flows and systems, aiming at development of a higher sphere of services in tourist regions.

In circumstances of existing expansion of logistic activities in tourist regions, as well as constantly increasing spatial limits within the same, creation of a cooperative model of distribution represents one of possible sustainable solutions. With the aim to eliminate everything that is unnecessary in the process of realization of logistic flows, the idea of improving existing distribution system solutions has been imposed, having as final result development of win – win situations for all participants in logistic chain.

New distribution solutions based on cooperation between road and water systems of transport, may have an influence on making the series of positive effects: (i) reduction of overall costs of logistics for tourist subjects, (ii) increase of flexibility, reliability, and quality in supplying objects, (iii) reduction of traffic congestions, (iv) reduction of environmental pollution, (v) creation of a higher sphere of tourist service, (vi) increase of safety level, etc.

**KEY WORDS:** *Regional logistics, tourist region, model of logistics, optimization, cooperative model of distribution, generators of logistics demand.*

**SCIENTIFIC FIELD:** *Logistics.*

**SPECIAL SCIENTIFIC FIELD:** *Intermodal transport, Logistics centers, City logistics.*

**UDK:**

**SADRŽAJ****Strana:**

<b>1. UVODNA RAZMATRANJA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. CILJEVI, PREDMET I PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Aktuelnost istraživanja i motivi za izradu teme .....	4
2.2. Osnovni ciljevi istraživanja .....	7
2.3. Predmet i područje istraživanja .....	9
2.4. Značaj istraživanja .....	14
2.5. Polazna hipoteza istraživanja .....	16
2.6. Metodologija istraživanja .....	17
<b>3. PREGLED ISTRAŽIVANJA LOGISTIKE TURISTIČKIH REGIONA ....</b>	<b>19</b>
3.1. Identifikacija logističkih istraživačkih perioda .....	20
3.2. Do sada razvijeni modeli logistike .....	24
3.3. Važniji evropski istraživački projekti .....	26
3.4. Razvoj logistike u nekim evropskim državama .....	28
3.5. Pregled do sada razvijenih matematičkih modela logistike .....	31
3.5.1. Lokacijsko/alokacijski problemi u regionalnoj logistici .....	34
3.5.2. Lokacijski ruting problem u regionalnoj logistici .....	38
3.5.3. Capacitated Arc Routing Problem u regionalnoj logistici .....	45
3.5.4. Metode za rešavanje lokacijskih i lokacijsko ruting problema .....	51
3.5.5. Modeli logistike zasnovani na objektno orjentisanoj simulaciji .....	53
<b>4. LOGISTIČKI ZAHTJEVI TURISTIČKIH REGIONA .....</b>	<b>60</b>
4.1. Faktori koji utiču na generisanje logističkih zahtjeva .....	63
4.2. Bitne komponente logističkih zahtjeva .....	64
4.2.1. Prostor kao obilježje logističkih zahtjeva .....	66

---

4.2.2.	Vrijeme kao obilježje logističkih zahtjeva .....	71
4.2.3.	Roba kao obilježje logističkih zahtjeva .....	73
4.2.4.	Strukturna komponenta kao obilježje logističkih zahtjeva .....	76
<b>5.</b>	<b>TIPKE LOGISTIČKE MREŽE U TURISTIČKIM REGIONIMA .....</b>	<b>79</b>
<b>6.</b>	<b>INOVATIVNA REŠENJA LOGISTIKE TURISTIČKIH REGIONA .....</b>	<b>91</b>
6.1.	Inovativna tehnološka rešenja procesa fizičke distribucije robe .....	92
6.1.1.	Vodno zavisne inovativne tehnologije distribucije robe .....	94
6.1.2.	Dostavna vozila na elektri;ni pogon .....	94
6.1.3.	Hybrid plug-in tehnologija dostavnih vozila .....	97
6.1.4.	Dostavna vozila na prirodni gas .....	98
6.1.5.	Podzemni (underground) sistemi transporta robe .....	98
6.2.	Informaciono komunikacione tehnologije u regionalnoj logistici .....	99
<b>7.</b>	<b>RAZVOJ MODELA LOGISTIKE ZA TURISTIČKI REGION .....</b>	<b>102</b>
7.1.	Faza utvrđivanja potreba i zahtjeva korisnika .....	106
7.2.	Faza planiranja sistema i procesa .....	110
7.3.	Faza implementacije MoLoTuRe modela .....	123
7.4.	Faza testa MoLoTuRe modela .....	128
7.5.	Testni primjer i rezultati .....	136
<b>8.</b>	<b>PRIMJENA MODELA U PRIMORSKIM TURISTIČKIM REGIONIMA</b>	<b>140</b>
8.1.	Postupak razvoja MoLoTuRe modela za primjer primorskog turističkog regiona Crne Gore .....	140
8.2.	Rezultati <i>DYMEMULP</i> optimizacije za konkretan primjer .....	158
<b>9.</b>	<b>ZAKLJUČNA RAZMATRANJA .....</b>	<b>163</b>
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>168</b>
	<b>PRILOG .....</b>	<b>184</b>

---



---

## PREGLED SLIKA

---



---

		<u>Strana:</u>
Slika 2.1.	<i>Regionalna logistika – paradigmalni pristup u rešavanju problema</i>	4
Slika 2.2.	<i>Grafička interpretacija regionalne logistike</i>	7
Slika 2.3.	<i>Struktura ciljeva istraživanja</i>	8
Slika 2.4.	<i>Logistički suncobran regiona</i>	12
Slika 2.5.	<i>Logistička pečurka PTR</i>	13
Slika 2.6.	<i>Grafički prikaz pravaca istraživanja</i>	14
Slika 2.7.	<i>Grafički prikaz evaluacije turističkih regiona</i>	15
Slika 2.8.	<i>Definisanje osnovne metodologije istraživanja</i>	18
Slika 3.1.	<i>Ključni problemi u regionalnoj logistici</i>	19
Slika 3.2.	<i>Faze razvoja modela totalno integrisane logistike</i>	23
Slika 3.3.	<i>RTC kao mjesto koncentracije logističkih aktivnosti</i>	24
Slika 3.4.	<i>Grafička interpolacija projekta CCP21</i>	30
Slika 3.5.	<i>Planiranje na osnovu identifikovanih logističkih problema</i>	31
Slika 3.6.	<i>Opšti model CVRP u 2E sistemu distribucije</i>	40
Slika 3.7.	<i>Prikaz varijanti CVRP modela</i>	43
Slika 3.8.	<i>Grafički prikaz razvijenih varijanti algoritama za CARP metodu</i>	47
Slika 3.9.	<i>Blok dijagram Quantitative Decision Support Systema</i>	54
Slika 3.10.	<i>Blok diagram sveobuhvatnog modela logistike</i>	55
Slika 3.11.	<i>Koncept GoodTrip modela</i>	56
Slika 3.12.	<i>Koncept O - D modela logistike</i>	57
Slika 3.13.	<i>Struktura DCM modela</i>	59
Slika 4.1.	<i>Opšta struktura logističkih zahtjeva jednog PTR</i>	60
Slika 4.2.	<i>Logistički zahtjevi i proces odlučivanja</i>	61
Slika 4.3.	<i>Bitne komponente logističkih zahtjeva</i>	65
Slika 4.4.	<i>Bitne određenosti makro i mikro robnih tokova</i>	66
Slika 4.5.	<i>Zoning regiona u funkciji identifikacije logističkih zahtjeva</i>	67

<i>Slika 4.6.</i>	<i>Kategorije logističkih tokova sa aspekta izvorišta i odredišta .....</i>	70
<i>Slika 4.7.</i>	<i>Vremenska komponenta logističkog zahtjeva .....</i>	72
<i>Slika 4.8.</i>	<i>Postupak sabiranja logističkih zahtjeva .....</i>	74
<i>Slika 4.9.</i>	<i>Mjesto nastanka zahtjeva kao mjesto kooperacije .....</i>	75
<i>Slika 4.10.</i>	<i>Strukturna komponenta kao obilježje LZ .....</i>	76
<i>Slika 5.1.</i>	<i>Hijerarhijska organizaciona struktura logističkih mreža .....</i>	80
<i>Slika 5.2.</i>	<i>Hijerarhijska struktura logističko - distributivnih sistema .....</i>	81
<i>Slika 5.3.</i>	<i>Osnovni tipovi logistike mreže .....</i>	82
<i>Slika 5.4.</i>	<i>Tipovi logističke mreže na mikro nivou .....</i>	83
<i>Slika 5.5.</i>	<i>Organizaciona struktura logističkih mreža .....</i>	83
<i>Slika 5.6.</i>	<i>Tok razvoja mrežne strukture .....</i>	84
<i>Slika 5.7.</i>	<i>Logistička mreža kao sistem integrum .....</i>	85
<i>Slika 5.8.</i>	<i>Tipovi kanala fizičke distribucije u PTR .....</i>	86
<i>Slika 5.9.</i>	<i>Mogući varijeteti direktne distribucije .....</i>	87
<i>Slika 5.10.</i>	<i>Indirektna distribucija preko LC .....</i>	87
<i>Slika 5.11.</i>	<i>Grafička interpolacija Cross docking distributivne strategije .....</i>	88
<i>Slika 5.12.</i>	<i>2E sistem distribucije .....</i>	89
<i>Slika 6.1.</i>	<i>Grafička interpolacija nivoa primjene pojedinih inovativnih rešenja u RL .</i>	92
<i>Slika 7.1.</i>	<i>Evaluacija modela regionalne logistike .....</i>	102
<i>Slika 7.2.</i>	<i>Postupak razvoja MoLoTuRe modela za turistički region .....</i>	104
<i>Slika 7.3.</i>	<i>Algoritam razvoja MoLoTuRe modela .....</i>	105
<i>Slika 7.4.</i>	<i>Proces formiranja mrežnog modela baze podataka .....</i>	106
<i>Slika 7.5.</i>	<i>Grafička interpolacija postupka klasterizacije .....</i>	107
<i>Slika 7.6.</i>	<i>Struktura bitnih komponenti u procesu inženjeringa MoLoTuRe modela ..</i>	112
<i>Slika 7.7.</i>	<i>Multiešalonska struktura sistema MoLoTuRe modela .....</i>	113
<i>Slika 7.8.</i>	<i>Proces definisanja zone preferencije CDC .....</i>	115
<i>Slika 7.9.</i>	<i>Obuhvatnost predloženog MoLoTuRe modela .....</i>	116
<i>Slika 7.10.</i>	<i>Pristup definisanja novog transportnog koncepta za PTR .....</i>	118
<i>Slika 7.11.</i>	<i>Organizacioni koncept regionalne logistike .....</i>	124
<i>Slika 7.12.</i>	<i>Koncept «Hub and Portal» informatičke regionalne integracije .....</i>	126
<i>Slika 7.13.</i>	<i>Metodologija objedinjavanja informacionih tokova .....</i>	127
<i>Slika 7.14.</i>	<i>Multiešalonska struktura sistema kao osnova razvoja MoLoTuRe modela ....</i>	130
<i>Slika 8.1.</i>	<i>Primjena algoritma procesa inicijalizacije .....</i>	141

---

<i>Slika 8.2.</i>	<i>Interakcijska veza između TET zahtjeva pojedinih grupa GLZ .....</i>	142
<i>Slika 8.3.</i>	<i>Algoritam procesa kvalifikacija i kvantifikacija .....</i>	143
<i>Slika 8.4.</i>	<i>Atributi logističkih zahtjeva GLZ .....</i>	145
<i>Slika 8.5.</i>	<i>Raspodjela broja izdvojenih GLZ i kooperana po zonama snabdijevanja .....</i>	148
<i>Slika 8.6.</i>	<i>Proces definisanja transportnog rada .....</i>	149
<i>Slika 8.7.</i>	<i>Postupak definisanja vektora dransportnog rada .....</i>	150
<i>Slika 8.8.</i>	<i>Potencijalna struktura multiešalonskog sistema distribucije .....</i>	154
<i>Slika 8.9.</i>	<i>Tok simulacione analize kod definisanja ruta transportnih sredstava .....</i>	156
<i>Slika 8.10.</i>	<i>Organizaciono-upravljački koncept regiona crnogorsko primorje .....</i>	157
<i>Slika 8.11.</i>	<i>Uspostavljena stuktura multiešalonskog sistema distribucije .....</i>	158

---



---

## PREGLED TABELA

---



---

Strana:

<i>Tabela 2.1.</i>	<i>Struktura zahtjeva četiri ključna faktora CL i RL .....</i>	10
<i>Tabela 3.1.</i>	<i>Grupe do sada rađenih projekata iz oblasti unapređenje RL rešenja ...</i>	26
<i>Tabela 3.2.</i>	<i>Rezultati primjene modela CL u Njemačkoj i Švajcarskoj .....</i>	27
<i>Tabela 3.3.</i>	<i>Efekti primene kooperativnog modela city logistike u Kaselu .....</i>	29
<i>Tabela 3.4.</i>	<i>Pregled najznačajnijih radova iz oblasti razvoja modela logistike .....</i>	33
<i>Tabela 6.1.</i>	<i>Pregled pogosnih goriva transportnih sredstava u fizičkoj distribuciji</i>	93
<i>Tabela 7.1.</i>	<i>O - D matrica robne potražnje za baznu godinu .....</i>	108
<i>Tabela 7.2.</i>	<i>O - D matrica za buduću potražnju robe .....</i>	108
<i>Tabela 7.3.</i>	<i>Potrebna razvijena podsistema CDC i CDT .....</i>	114
<i>Tabela 7.4.</i>	<i>Ulazni podaci za testne primjere tipa <math>\Omega</math> i tipa <math>\Lambda</math> .....</i>	137
<i>Tabela 7.5.</i>	<i>Ulazni podaci i rezultati testa za testne primjere tipa <math>\Omega</math> i tipa <math>\Lambda</math> .....</i>	138
<i>Tabela 8.1.</i>	<i>Popis GLZ za region CG primorje .....</i>	144
<i>Tabela 8.2.</i>	<i>Popis definisanih zona regiona crnogorsko primorje .....</i>	147
<i>Tabela 8.3.</i>	<i>Proračun jediničnih troškova transportnih sredstava iz skupa K .....</i>	150
<i>Tabela 8.4.</i>	<i>Distance na relaciji P- CDC .....</i>	151
<i>Tabela 8.5.</i>	<i>Distance na relaciji CDC – Zona .....</i>	151
<i>Tabela 8.6.</i>	<i>Distance na relaciji P – CDT .....</i>	152
<i>Tabela 8.7.</i>	<i>Distance na relaciji CDC – CDT .....</i>	152
<i>Tabela 8.8.</i>	<i>Distance na relaciji CDT-Z .....</i>	153
<i>Tabela 8.9.</i>	<i>Prosječna dužina rute po zonama regiona .....</i>	155
<i>Tabela 8.10.</i>	<i>Efekti razvijenog MoLoTuRe modela .....</i>	161

## POGLAVLJE 1

---

---

**UVODNA RAZMATRANJA**

---

---

**T**urizam doživljava ekspanziju, koja se oslikava kako u ostvarenom turističkom prometu, tako i u funkcijama turizma kroz njegove osnovne i dopunske sadržaje. Težnja turističkog gosta, da ima udoban boravak i smještaj, zahtijeva izmještanje teretnog transporta iz turističkih zona. Sa druge strane, generatori logističkih zahtjeva (GLZ) vezani za turističku privredu u cilju zadovoljavanja potreba traže od logističkih sistema (LS), koji se pojavljuju kao nosioci logističkih usluga kratke i stroge rokove isporuke, kompletnost, brzinu, tačnost, pouzdanost, bezbjednost, fleksibilnost, itd. Zbog sve većeg stepena inkorporiranja logistike u turističku ponudu primorskih turističkih regiona (PTR), ona se mora prilagođavati trendovima i potrebama. Blizina vode, stvara dobru osnovu za razvoj kooperativnih distributivnih odnosa u kombinaciji *drumski* i *vodni* vid transporta, s ciljem obezbjeđenja kompletne logističke usluge (eng. *Full Service packet*) po JIT (eng. *Just In Time*) strategiji na ekonomsko i ekološko prihvatljiv način.

Ograničeni prostorni resursi i veći broj zahtjeva za racionalnim poslovanjem subjekata u okviru PTR, traže kvalitetnu logističku uslugu, što podrazumijeva prije svega, brže i pouzdano kretanje robnih, transportnih, finansijskih i informacionih tokova, preko i u okviru ovih područja. Nastale promjene u strukturi logističkih lanaca, koje se ogledaju u specijalizaciji, profesionalizaciji i integraciji određenih LS i procesa, te sve veći obim robne razmjene, utiče na sprovođenja procesa reinženjeringa postojećih logističkih rešenja, prije svega u domenu sistemskih, organizacionih i tehnoloških unapređenja sa akcentom na optimizaciju procesa, kako bi se razvila viša sfera logističke usluge. Težnja je usmjerena u pravcu, da viša sfera logističke usluge bude u funkciji krajnjeg turističkog proizvoda. Zato se i autor ove disertacije izučavajući savremene logističke



zahtjeve (LZ) susreo sa idejom pronalaženja novih modela logistike (MoL), koji treba da realizuje zadatak optimalnog i savremenog povezivanja više funkcija, u prvom redu: **stanovanja, turizma, tranzita, skladištenja i city logistike**, u jedan jedinstveni funkcionalni model, inkorporirajući pri tom nove strategije, koncepte i paradigme logistike u okviru istog. Težnja je prije svega usmjerena na totalnu optimizaciju logističkih lanaca, i razvoj prilagodivih rešenja, koja mogu da stvore sinergetski efekat.

Unapređenje funkcije logistike PTR u cilju postizanja većih ekonomskih, prostornih, tehničko – tehnoloških, ekoloških i bezbjedonosnih efekata u osnovi je usmjeren ka realizaciji procesa *koncentracije, kooperacije, koordinacije, i konsolidacije* (4K). Za razvoj ovih procesa i novog MoL, potrebna je primjena sistemskog pristupa koji podrazumijeva: (i) sprovođenje sveobuhvatne multidisciplinarnе sistemске analize, (ii) razvoj prilagodivih multidimenzionalni MoL, i (iii) razvoj matematičkog modela uz korišćenje metoda operacionih istraživanja i kombinatorne optimizacije u cilju testiranja razvijenog rešenja. Osnova istraživanja treba da se usmjeri na relaciju: **geografski prostor** → **profil logistike** → **klasterizacija (zoning)** → **rešavanje lokacijsko-alokacijskog problema u cilju dobijanja sistemskog rešenja** → **optimizacija procesa snabdijevanja**. Ova relacija predstavlja osnovu modeliranja u ovoj disertaciji. Karakteristika ovakvog MoL jeste: (i) strategijsko planiranje mrežne strukture i logističkih procesa, (ii) upravljanje po **Core SCM** (eng. *Supply Chain Management*) modelu, (iii) primjena logističkih principa u povezivanju privrednih, tranzitnih i snabdevačkih funkcija PTR, (iii) orijentacija na očuvanje životne sredine, na osnovu kooperacije između drumskog i vodnog vida transporta, redukcijom teretnog transporta, eliminacijom suvišnih procesa, i primjenom ekoloških vozila, (iv) razvoj sistema koji će integrisati, koordinisati i kontrolisati robne tokove i sisteme u skladu sa potrebama. Sam razvoj prilagodljivog MoL nekog PTR će se razmatrati kroz prizmu: (i) koncentracije, koordinacije i racionalizacije robnih tokova, kroz njihovo spajanje, prelamanje i transformaciju u okviru LC, razvijenih kao podsistemi morske luke, (ii) razvoj varijabilnih cross docking terminala (CDT) u funkciji brzog transfera robnih tokova sa morske strane, (iii) kooperaciji više vidova transporta u realizaciji procesa fizičke distribucije robe, (iv) objedinjavanja informacionih tokova kroz informatičku i logističku integraciju u cilju obezbjeđenja većeg kvaliteta usluga, i (v) zaštite životne sredine, u cilju nenarušavanja prirodnog sklada, i uslova za odmor, kao i očuvanje prirodnog, kulturnog, i istorijskog nasleđa i bogatstva.

MoL zasnovani na kooperaciji vidova transporta, utiču na stvaranje niza pozitivnih efekata u PTR kroz: (i) smanjenje ukupnih troškova logistike GLZ, (ii) definisanja optimalnog balansa teretnih kapaciteta, (iii) pravilnu selekciju logističkih usluga (idealna frekvencija i idealna snabdjevenost GLZ), (iv) povećanje fleksibilnosti, pouzdanosti i kvaliteta u snabdjevanju GLZ, (v) smanjenje zagušenosti saobraćaja, i povećanje parking prostora, (vi) turistička usluga po želji gosta (viša sfera turističke usluge), (vii) smanjenje ekološkog zagađenja, (viii) povećanje stepena bezbjednosti, itd.

Iz svega prethodnog, a zbog nedostatka opšte definicije, moguće je navesti nekoliko značenja MoL za koja se vezuje istraživanje u ovom radu.

**1. Model RL** predstavlja proces konfiguracije LS, koji u sebi sadrži sve neophodne elemente, tako da može doprinijeti kreiranju strukturnih parametara i može omogućiti kreiranje njihovog opšteg strukturnog prikaza, stvarajući tako fundamentalne osnove za razvoj novog unapređenog sistema logistike.

**2. Model RL** po Molleru [192] predstavlja kreativan proces i usmjeren je na kombinaciju aspekata dizajna zadataka, sa LS i performansama u jedan jednostavni kvalitativni i vizuelni model koji će olakšati uključivanje i povezivanje svih subjekata u logistici. Isti je smjeren na uspostavljanje kauzalnih odnosa između analitičkog i holističkog nivoa.

**3. Model RL** predstavlja [206] formu zasnovanu na setu principa, prvenstveno logističkih za optimalno povezivanje *primarnih logističkih elemenata* (struktura sistema, organizacija, logistički lanci, logistički tokovi i telematske tehnologije) i *sekundarnih logističkih elemenata* (javne, privatne i javno – privatne logističke mjere) u cilju razvoja novog održivog sistemskog rešenja RL.

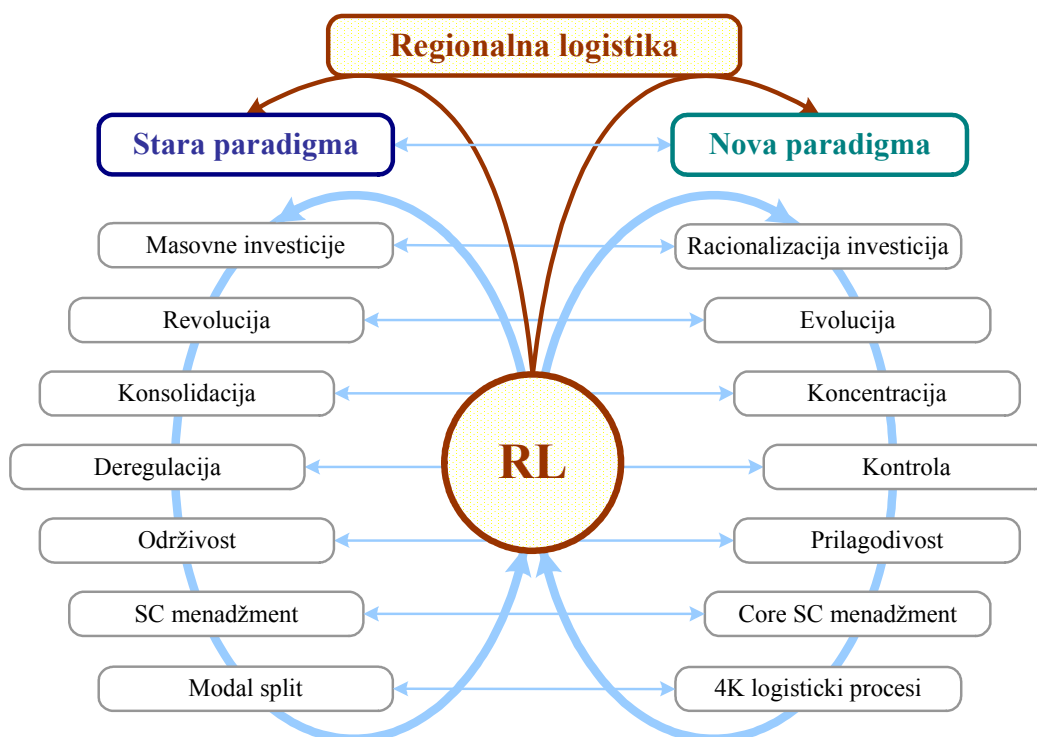
Rezultati istraživanja prezentovani u okviru ove disertacije prikazani su kroz devet međusobno usklađenih i povezanih poglavlja, i to: (1) *Uvodna razmatranja*; (2) *Ciljevi, predmet i metodologija istraživanja*; (3) *Pregled istraživanja logistike turističkih regiona*; (4) *Logistički zahtjevi turističkih regiona*; (5) *Tipske logističke mreže u turističkim regionima*; (6) *Inovativna rešenja logistike turističkih regiona*; (7) *Razvoj modela logistike turističkog regiona*; (8) *Primjena modela u primorskim turističkim regionima*; i (9) *Zaključna razmatranja*.

## POGLAVLJE 2

## CILJEVI, PREDMET I PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

## 2.1. Aktuelnost istraživanja i motivi za izradu teme

Ekonomske prosperitete pojedinih regiona se ubrzano realizuju, pa je stepen robnog i transportnog intenziviranja sve veći. Nivoi zaliha u LC, prodavnicama i privredi su porasli nekoliko puta u poslednjoj dekadi [214], takođe je znatno povećan broj i struktura proizvoda koji se prodaju [233, 234]. Potražnja za ekspresnim transportom i kurirskom službom raste iz dana u dan. Prostor u kome se ovo realizuje ima ograničene svoje resurse, i zahtijeva nova rešenja i primjenu nove logističke paradigme (Slika 2.1.).

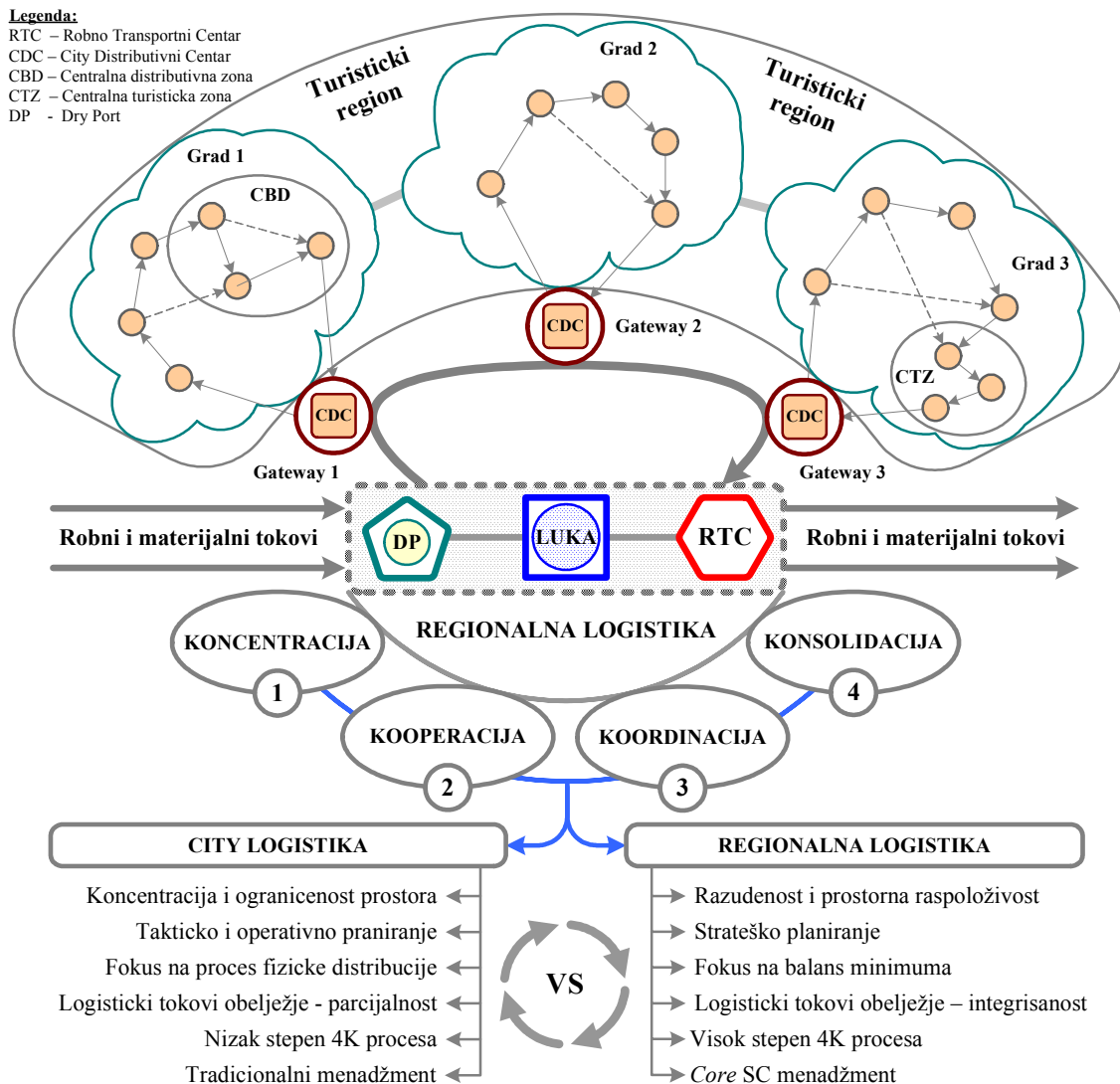


Slika 2.1: Regionalna logistika – paradigmatni pristup u rešavanju problema

Nova logistička paradigma je odgovor na probleme operabilnosti regionalne logistike (RL), koja se sve više suočava sa [130, 131, 140, 164, 185, 206, 208, 209, ...]: (i) zahtjevima za racionalizacijom prostora i investicija, (ii) promjenom strukture privrede, profila kompanija i korisnika, (iii) uvođenjem integruma u lancu snabdijevanja (eng. *Supply Chain* - SC) i razvojem transshipment, *hub and spoke* i *cross-dockinga* koncepta, (iv) prisustvom globalnih SC i logističkih provajdera, (v) koncentracijom, specijalizacijom i tehnološkim inovacijama u LS, (vi) procesom vertikalne i horizontalne integracije u cilju koordinacije, (vii) prisustvom više koridora različitog nivoa u okviru regiona, (viii) upotrebom različitih logističkih mreža, i neplanskim razvojem LC, koje usložnjavaju fizičku distribuciju robe, (ix) ekspanzijom EDI poslovanja i e - trgovine (B2B, B2C), (x) zastupljenošću različitih kanala distribucije, (xi) primjenom principa skraćivanja vremena u cjelokupnom SC, (xii) razvojem reverzne i *lean* logistike, logističkih strategija i koncepcija (MOB, JIT, *outsourcinga*, 3PL, 4PL,...), (xiii) razvojem informacionih tehnologija (IT) u svim karikama SC, (xiv) strateškim planiranjem transporta i razvojem novih međunarodnih transportnih koridora, (xv) razvojem ekoloških transportnih rešenja i sistema, (xvi) generisanjem regionalnih inicijativa za privrednim razvojem, (xvii) prisustvom više regionalnih subjekata sa različitim, konfliktnim i interesnim ciljevima, (xviii) slabom iskorišćenošću morskih luka u funkciji RL, (xx) regionalnim metabolizmom po pitanju broja gostiju, turističkih kapaciteta i robnih tokova, (xxi) koncentracijom više regionalnih funkcija na uskom priobalnom prostoru, koji ima ograničene razvojne resurse, (xxii) preopterećenošću saobraćajne mreže, kretanjem većih kamiona, što utiče na: protočnost i bezbjednost saobraćaja, parkiranje, zagađenje životne sredine zbog: buke, vibracija i emisije gasova, (xxiii) problemima u procesu povezivanja makro i mikro robnih tokova, (xxiv) slabo izraženim potrebama u pojedinim transportnim podsistemima za tehničko - tehnološko i organizaciono povezivanje i preraspodjelu robnog rada, (xxv) velikim brojem pokretanja vozila u toku dana sa malim stepenom iskorišćenja tovarnog prostora i čestom isporukom robe u turističkim špicovima, (xxvi) prisustvom velikih zaliha, posjedovanje sopstvenih vozniha parkova i skladišnih sistema u okviru maloprodajnih objekata, (xxvii) disbalansom teretnih kapaciteta, izostankom jedinstvenog planiranja transportnih procesa, i slabom koordinacijom transportnih potreba, (xxviii) prisustvom različitih logističkih mjera u gradovima istog regiona, i (xxix) izostankom primjene novih metoda menadžmenta.

Regionalne ekonomije danas sve više zavise od LS i njihovog stepena operativnosti. Isto tako, povećani intenzitet i učestalost teretnog transporta u PTR, inicira primjenu novih tehnoloških oblika, organizacionih formi, oblika kooperacije i načina upravljanja u cilju smanjenja njihovog negativnog uticaja na prostor, sisteme i procese. S hodno tome, glavni ciljevi logistike danas su optimizacija procesa, sistema i racionalizacija prostora [46, 56, 128, 139, 153, 201,...]. Primjena jednostavnih rešenja za optimizaciju složenih procesa i uspostavljanje balansa između više city logističkih (CL) rešenja, jeste opšti zadatak u RL. Za razliku od CL koja je fokusirana na optimizaciju procesa fizičke distribucije, RL iniciranjem novih strateških pristupa, treba da omogući integraciju i racionalizaciju upotrebe različitih mikro, meta i makro mreža i LS u nekom PTR u cilju optimalnog snabdijevanja i fizičke distribucije. Procesi globalizacije, liberalizacije, deregulacije, racionalizacije i *e*-trgovine utiču, da se logistika vezuje za makro logistički prostor, sa fokusom na (*Slika 2.2.*): globalne SC, logističke mreže, logističke provajdere i inteligentne transportne sisteme (ITS). Zato razvoj MoL treba da ide u pravcu traženja minimuma balansa između potreba, želja i mogućnosti u nekom PTR, primjenom postulata, ekonomije, logistike, menadžmenta i ekologije. Zbog toga što SC imaju karakter mosta u povezivanju mikro, meta i makro LS [154, 201], nova logistička paradigma akcenat stavlja na optimizaciju svih njegovih karika. Polazeći od toga, da je proces optimizacije SC [154] nerazdvojiv od procesa optimizacije LS koji su nosioci njegove realizacije, možemo reći, da MoL predstavljaju pristup definisanja teretnog balansa, selekcije logističkih mreža i usluga, i dizajna unapređenog logističkog servisa. Radi se dakle, o procesu podrške, za donošenje novih strateških rešenja u funkciji realizacije bitnih operativnih procesa.

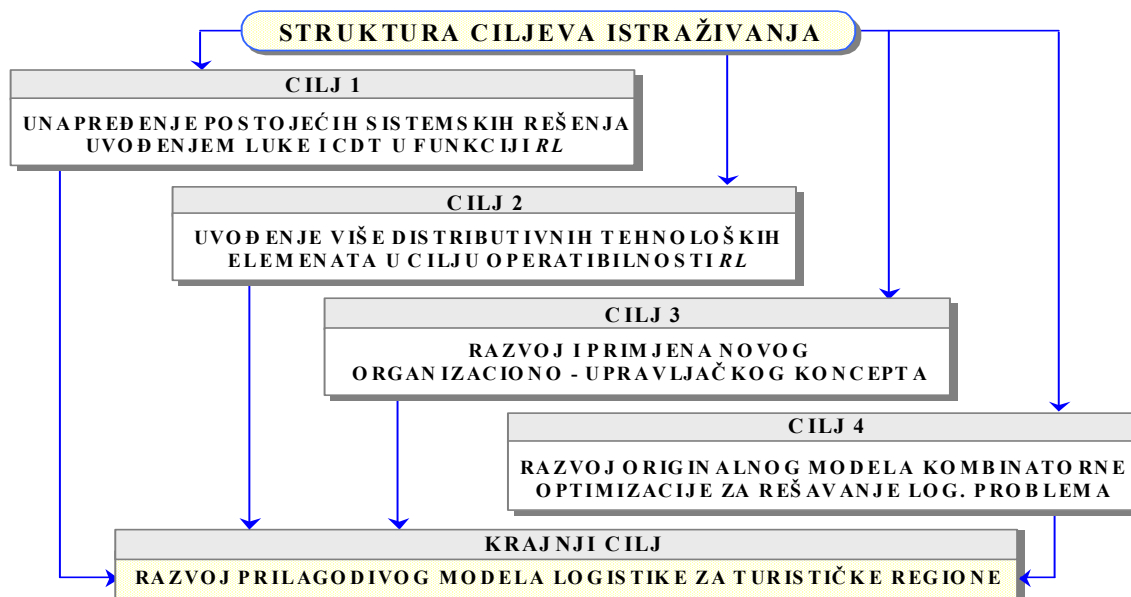
Proces rešavanja nekog logističkog optimizacionog problema veličine  $n$  u nekom SC, direktno je u zavisnosti od broja i složenosti logističkih procesa koji se posmatraju, kompleksnosti algoritma koji ih opisuje i njegove vremenske uslovljenosti. Probleme u RL nije moguće opisati polinomom određenog stepena, zato oni pripadaju klasi *NP* - teških problema, koji se rešavaju na više načina. Svi imaju zastupljenu višefaznost i neizvjesnost. Njihova složenost linearno raste sa povećanjem broja procesa koje treba opisati. Neizvjesnost dobijanja optimalnog rešenja, takođe linearno raste sa povećanjem složenosti algoritma. Tako npr. problemi rutiranja vozila i njihovo proširenje, koje podrazumijeva multiešalonski sistem distribucije, više skupova vozila, kombinovanje više vidova transporta, koje je zastupljeno u ovom radu, predstavljaju *NP* - teške probleme.



Slika 2.2: Grafička interpretacija regionalne logistike

## 2.2. Osnovni ciljevi istraživanja

Kako su PTR posebna privredno – geografska područja sa izraženim LZ u jednom vremenskom periodu tokom godine, koja pri tom, imaju izražene potrebe za prevazilaženje brojnih problemskih tačaka i ograničenja vezanih za realizaciju SC sa jedne strane, i do sada nedovoljno istražene mogućnosti unapređenja sistemskih rešenja za prevazilaženje istih sa druge strane, bili su dovoljno jak motiv (Slika 2.3.) za definisanje jedinstvenog cilja istraživanja u okviru ove disertacije a to je: **razvoj novog modela logistike turističkog regiona.**



Slika 2.3: Struktura ciljeva istraživanja

Operativnost logistike u PTR podrazumijeva, organizaciju i realizaciju skupa fizičkih operacija transporta, pretovara, skladištenja, snabdijevanja i fizičke distribucije, koje treba da omoguće realizaciju nekog globalnog SC sa jedne strane, i optimalnu snabdjevenost regiona, svim robnim i materijalnim potrebama sa druge strane. Shodno tome, cilj ovog istraživanja je, da na osnovu sistemske analize, razvije integrisani i prilagodivi model logistike PTR, koji će moći da zadovolji osnovne zadatke: smanjenje ukupnih troškova logistike, smanjenje vremena potrebnog za snabdijevanje regiona potrebnom robom u uslovima dinamičnosti i neizvjesnosti, postizanje većih prostornih i ekoloških efekata, eliminiše saobraćajne gužve korišćenjem mora kao puta i očuvanje prirodnog i istorijskog nasleđa. Ovi ciljevi se mogu ostvariti [185-187, 206]: (i) novim organizaciono – upravljačkim konceptom u cilju integrisanog upravljanja procesima, (ii) tehničko - tehnološkim unapređenjima sistemskih rešenja, (iii) savremenim tendencijama racionalizacije, a posebno procesa transporta (među vidovska i unutar vidovska adaptacija), (iv) primjenom novih metoda menadžmenta transporta, kao savremenog pristupa u rešavanju pitanja ulaska teretnih vozila u turističke i gradske zone, (v) primjenom savremenih IT rešenja u svim karikama nekog lanca snabdijevanja, (vi) komercijalnim inovacijama, koje trebaju da pobude ponašanja svih subjekata u RL. Primjenom sistemskog pristupa, nova tehničko-tehnološka i organizaciona rešenja treba da stvore uslov za bolju operativnost logistike i time omogući inkorporiranje logistike u turističku ponudu, kako se nebi narušili prirodni sklad i istorijska komponenta PTR.

### 2.3. Predmet i područje istraživanja

Predmet istraživanja u ovoj disertaciji, jeste PTR koji se posmatra kao meta ili makro LS i područje od posebnog privrednog značaja. Za isti je potrebno razviti novi MoL, koji treba integracijom četiri konceptualna rešenja da doprinese, većoj transportnoj, vremenskoj, prostornoj i ekonomskoj uštedi uz pri tom, postizanju boljih ekoloških efekata. Ovakav MoL treba da pruži odgovor na pitanje, kako hijerarhijski organizovati lanac snabdijevanja i koja tehnološka unapređenja je moguće primijeniti da bi se region mogao optimalno snabdijevati u uslovima neizvjesnosti i dinamičke promjene stanja sistema. U cilju testiranja ovakvog MoL, predložena je originalna optimizaciona procedura ***Dynamic multiechelon, multiitem locating problem with heterogenous fleet – DYMEMPULP***, kod koje *dynamic* nosi ideju o dva karakteristična vremenska perioda tokom godine u kojima se PTR nalazi, a proces snabdijevanja zona u regionu se vrši sa više skupova heterogenih vozila, koja omogućavaju proces kooperacije i koordinacije na relaciji *drum – more*. Za razliku od do sada korišćenih metoda (*Capacitated Arc Routing Problem – CARP*, simulacija, itd), za rešavanje realnih logističkih problema, odnosno snabdijevanja objekata duž ulice u zoni nekog klastera, koje su uzimale jedan skup unificiranih vozila sa ključnim uslovom kapacitet, koja trebaju da se kreću po optimalnoj ruti u datoj zoni, rute transportnih sredstava u *DYMEMPULP* optimizaciji su unaprijed poznate i kao takve predstavljaju trošak kretanja vozila. Ideja koja je prezentovana u okviru ovog rada, polazi dakle od toga da: (i) su optimalne rute ranije definisane, (ii) more kao transportni put nije valorizovano, a isto se može iskoristiti kao alternativa drumu, (iii) morske luke nisu dovoljno korišćene u RL i da se one mogu iskoristiti kao sistem integrum, (iv) CDT kao tehnološko rešenje može biti od pomoći kod rešavanja problema fizičke distribucije, koje omogućava kooperaciju vidova transporta na relaciji *drum – more*, (v) u procesu fizičke distribucije može biti korišćeno više skupova različitih transportnih sredstava, i (vi) je moguće obezbijediti jedinstveno upravljanje procesima u RL po *Core SCM* modelu, koji sadrži strategijske komponente *coordination*, *collaboration* i *integration* kao najvažnije elemente uspješnih upravljačkih procesa, u čijem su okruženju konkurentski prioriteti, struktura SC, infrastrukturni kapaciteti, e-biznis i lokacijska komponenta (GLZ, skladišta, LC i dr.).



Profesor *Taniguchi* [130] identifikuje četiri elementa u CL, a shodno tome i RL, a to su: *snabdjevači* → *teretni operateri* → *korisnici* → *administracija*. Svaki element RL ima različitu strukturu zahtjeva koja se odlikuje različitim pravcem, smjerom i intenzitetom djelovanja (*Tabela 2.1.*), formirajući tako jedan višeslojni korelacioni odnos u kome dominiraju principi tržišnog poslovanja, gdje svako teži da zadovolji svoj interes. Uočeno je, da napredni regioni nastoje da u najvećoj mogućoj mjeri integrišu sve funkcionalne oblasti logistike, u cilju potpunijeg zadovoljenja svih različitih zahtjeva i funkcija regiona, vodeći računa o opštim ciljevima, pa tek onda o pojedinačnim.

*Tabela 2.1: Struktura zahtjeva četiri ključna faktora CL i RL [130, 153, 198, 206]*

OPIS ZAHTJEVA	
<b>Opšti zahtjevi (administracija)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ smanjenje broja teretnih vozila u urbanim sredinama i turističkim destinacijama,</li> <li>⇒ smanjenje zagađenja vazduha i smanjenje nivoa buke u čitavom regionu,</li> <li>⇒ dobijanje više pješačkih staza i parking mjesta, posebno u turističkim zonama,</li> <li>⇒ stvaranje uslova za više prodajnih objekata u gradovima, i turističkim zonama,</li> <li>⇒ bolje snabdijevanje gradova i turističkih destinacija potrebnom robom i odvođenje sekundarnih sirovina iz gradskih jezgara (bolja logistička koordinacija).</li> </ul>
<b>Zahtjevi snabdjevača</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ doprema robe najkraćim putem,</li> <li>⇒ mogućnost realizacije dopreme robe minimalnim brojem vozila,</li> <li>⇒ transport što veće količine robe jednim vozilom, zbog veće iskorišćenosti istih,</li> <li>⇒ što kraće potrebno vrijeme istovara vozila.</li> </ul>
<b>Zahtjevi operatera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ minimiziranje troškova i veća ekonomska korist,</li> <li>⇒ dobra kooperacija i koordinacija sa ostalim učesnicima u fizičkoj distribuciji,</li> <li>⇒ težnja za transportnim procesom u okviru određenog vremenskog perioda,</li> <li>⇒ povećanje stepena iskorišćenja kapaciteta,</li> <li>⇒ smanjenje vremena čekanja pri istovaru robe.</li> </ul>
<b>Zahtjevi korisnika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ što niže cijene logističke usluge,</li> <li>⇒ što kraće vrijeme reagovanja snabdjevača na prispjeli zahtjev,</li> <li>⇒ rad na razvoju transportne mreže,</li> <li>⇒ odgovarajuća frekvencija transportnih sredstava,</li> <li>⇒ smanjenje broja gubitaka i oštećenja na robi i brza obrada prispjelih žalbi,</li> <li>⇒ optimalno raspoređivanje materijalnih otpadaka,</li> <li>⇒ uticaj operatera LC na realizaciju zahtjeva.</li> </ul>

Spektar zahtjeva koje GLZ šalju prema nekom LS danas ima stalnu tendenciju rasta. Oni traže LS, provajdere i terminal operatere, koji će ponuditi širi asortiman usluga

(VAL usluge - *Value Added Logistics*), kako bi ostvarili veću vrijednost i postali konkurentniji na tržištu. Sa druge strane, LS se trude da zadovolje zahtjeve klijenata, dodavanjem novih usluga i praćenjem inovacija. Veoma značajna VAL usluga LS jeste spajanje u distribuciji (eng. *Merge In Distribution* – MID). Ovo je koncept koji povećava satisfakciju GLZ i snižava ukupne troškove poslovanja, a baziran je na koordinaciji vremenski definisanih isporuka od različitih pošiljalaca ka krajnjim korisnicima.

Daganzo, Teylor, Lambert i ostali [118, 119, 124, 130,...] smatraju, da subjekti u okviru nekog SC moraju prevazići sopstvene interese i usvojiti principe partnerske organizacije logističkih funkcija, sa odnosima koji su dugoročni i imaju strategijsku koordinaciju. Osnovni preduslovi su, spremnost svih subjekata SC za zajednički nastup, međusobno povjerenje, potpuna posvećenost poslovima i zajedničkim ciljevima, međuzavisnost, organizaciona kompatibilnost, zajednička vizija, učešće u ključnim procesima, prihvatanje zajedničkog vođstva i podrške upravljanju. Oni su neophodni za integrisanje i uspješnu realizaciju sistemskog, strategijskog i procesnog pristupa. Njihovo ispunjavanje omogućava niz koristi, koje se mogu razvrstati u dva nivoa. Na prvom su razmjena informacija, podjela rizika i koristi, kooperacija, integracija ključnih procesa, dugoročnost i stabilnost poslovnih odnosa i kvalitetna međufunkcionalna koordinacija, koje treba da obezbijede realizaciju tri zahtjeva za unapređenje sistemskih rešenja [130]:

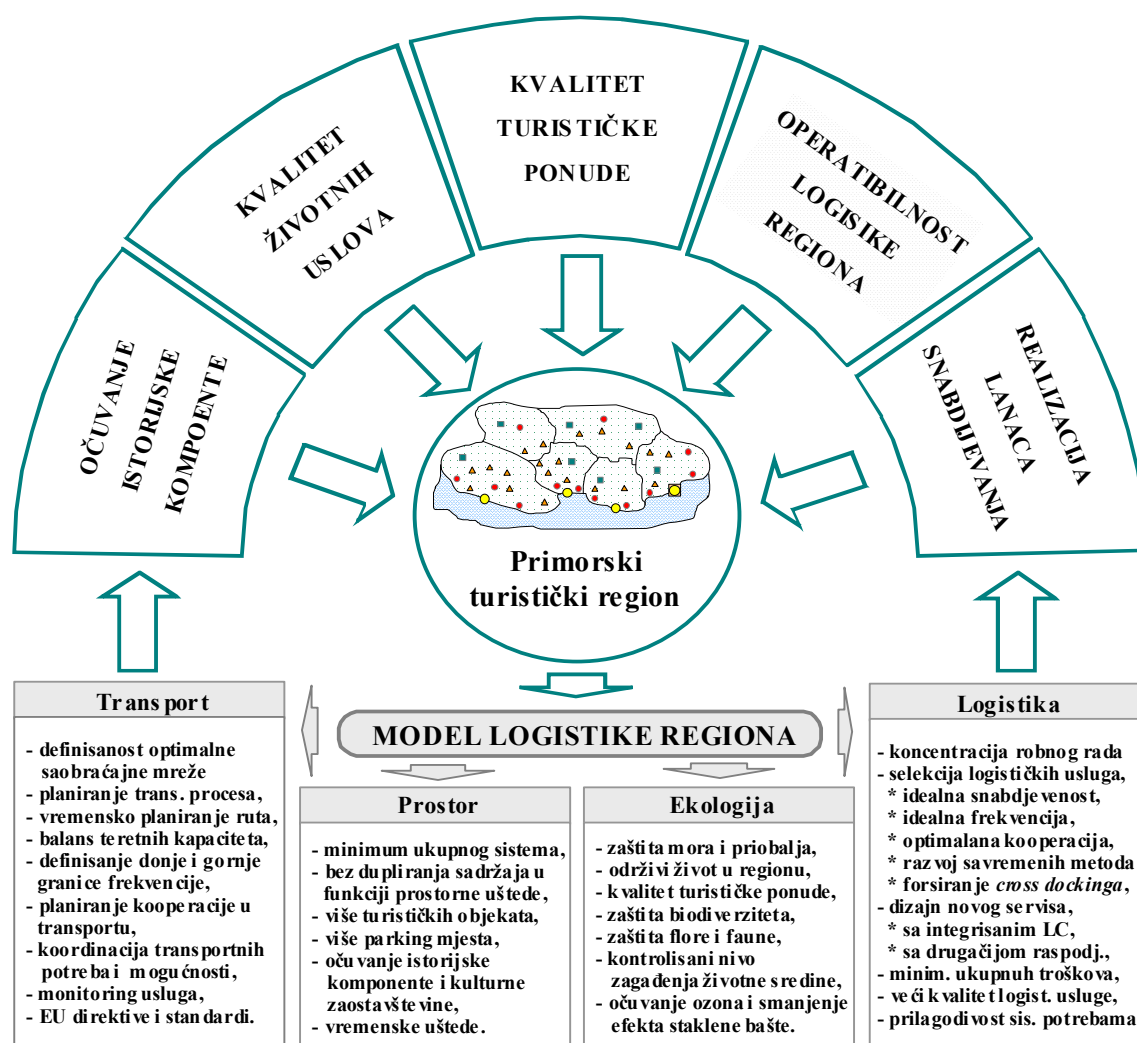
1. **Mobility**, kao zahtjev kod kojeg je pažnja usmjerena na mobilnost isporuke robe po JIT strategiji i uspostavljanje balansa između transportnih kapaciteta, drumske saobraćajne mreže, broja pokretanja vozila i ekonomskih efekata;
2. **Sustainability**, kao zahtjev koji je usmjeren na veće praćenje potreba okruženja i rad na razvoju i primjeni održivih<sup>7</sup> urbanih i regionalnih ekoloških rešenja;
3. **Liveability**, kao zahtjev koji je usmjeren na razvoj modela za povećanje kvaliteta života, bezbjednosti i atraktivnosti urbanih sredina i turističkih destinacija.

Na drugom nivou su ekonomska efikasnost: niže cijene usluge, veća potrošačka vrijednost, zadovoljstvo za korisnike i stvaranje održive konkurentske prednosti.

---

<sup>7</sup> U uslovima izražene promjene dinamike i intenziteta brojnih regionalnih faktora, danas kao prihvatljiv izraz egzistira **prilagodivost sistema** u odnosu na **održivost**. Samo prilagodivi sistemi mogu biti i održivi. Teži se razvoju fleksibilnog sistema bez velikih kapitalnih investicija koji može brzo odreagovati na česte tržišne konjunkturane promjene.

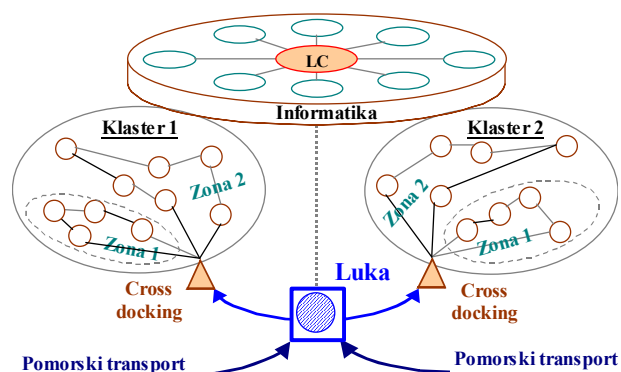
Intenzivan rast logističkih tokova, traži smanjenju broja posredničkih karika, osiguranje neophodnog nivoa zaliha i definisanje minimuma ukupnih logističkih kapaciteta, koji neće biti u funkciji obezbjeđivanja «superiornih» [201], već kreiranju optimalnih logističkih usluga, koje mogu da zadovolje sve potrebe subjekata, a da se pri tome ne naruši prirodni sklad, i uslovi za odmor. Može se reći, da ovakva težnja ide u pravcu ostvarivanja *win - win* situacija svih učesnika u SC i adekvatan odgovor sistema (logistički suncobran) promjenjivim okolnostima (Slika 2.4.). Teorijski posmatrano, logistička optimizacija i proces integracije subjekata na nekom geografskom prostoru se sastoji od sistematske i strategijske koordinacije svih ciljeva, planova i logističkih tokova, kao i pojedinačnih aktivnosti subjekata u cilju poboljšanja opšte, posebne i pojedinačne logističke efikasnosti. Njenom realizacijom, stvaraju se uslovi za postizanje većih *prostornih, ekoloških, tehničko - tehnoloških i ekonomskih*, efekata u nekom PTR.



Slika 2.4: Logistički suncobran regiona

Prisustvo različitih faktora, regionalnih funkcija, logističkih atributa, i separatnih rešenja na jednom prostoru, traži sprovođenje procesa optimizacije, horizontalne i vertikalne integracije u funkciji: očuvanja istorijske komponente, dostizanju kvalitetnijih uslova života, stvaranju uslova za kvalitetnu turističku ponudu, veću operativnost RL. Suština razvoja MoL sastoji se u tome, da se prvo iznađe način identifikacije, kvalifikacije, kvantifikacije i prevazilaženja ključnih ograničenja, a posebno onih kod fizičke distribucije robe, a zatim razviju nova systemska rešenja za povezivanje više logističkih funkcija kao što su: *tranzit*, *skladištenje* i *fizička distribucija robe*, u jedinstveni sistem primjenom strategija i koncepata logistike (outsourcing, 3PL i 4PL,...), kako bi logistika pored inkorporiranja u turističku ponudu regiona, bila i njen ključni stub razvoja. Systemski pristup, logistički principi, operaciona istraživanja, multidisciplinarnost istraživanja, i nova softverska rešenja treba dakle, da omoguće kompleksno, jednovremeno i sveobuhvatno posmatranje svih karika i logističkih aktivnosti kao jedne cjeline, uključujući i sve njihove interakcijske veze u cilju daljeg ujednačenog razvoja. Logistički zadaci traže prikupljanje što većeg broja informacija o nekom problemu, zatim, razvoj matematičkog programa, koji sadrži ulazne podatke od značaja za rešavanje problema. Danas se ovako definisani zadaci računarski rešavaju, primjenom raznovrsnih numeričkih metoda i softverskih alata. U zavisnosti od toga, da li se radi o inženjeringu sistema, o kome nema dovoljno podataka, ili se pak radi o reinženjeringu sistema, postoje situacije otežanog prikupljanja podataka o problemu, pa se odluke moraju donijeti bez prethodne analize, numeričkom optimizacijom problema «NP»-težine.

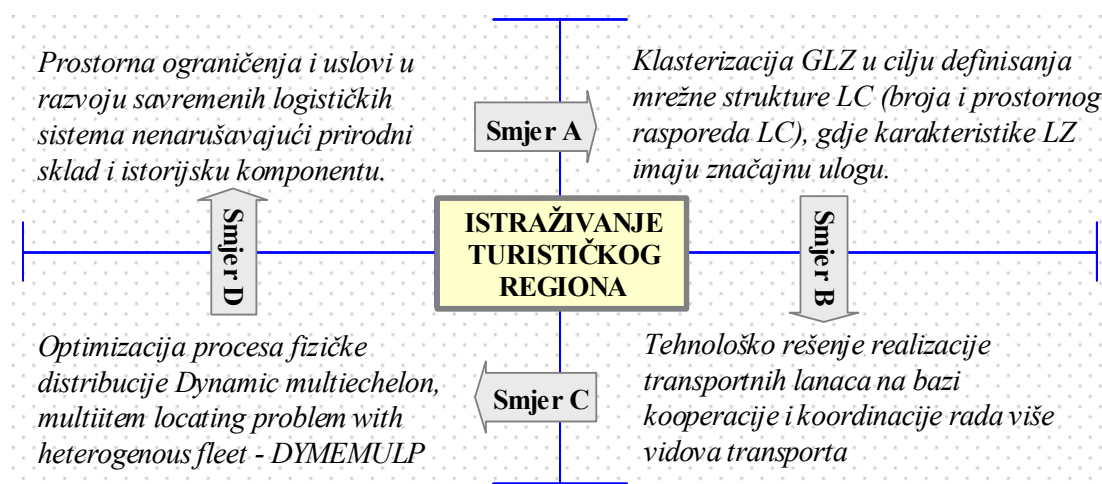
Osim koncentracije robnog rada u okviru LC, kod tehnološkog projektovanja u nekom metalogističkom sistemu, pažnja je usmjerena i na optimalnu vertikalnu i horizontalnu kooperaciju i koordinaciju logističkih procesa, i njihovih tehnoloških elemenata. Izgrađena međunarodna morska luka (Slika 2.5.) i više nacionalnih luka i pristaništa duž obale PTR, predstavlja dobru osnovu za unapređenje systemskog rešenja i uključivanje luka u RL i razvoj mreže



Slika 2.5: Logistička pečurka PTR

CDT u cilju transfera sa makro na mikro robne tokove u tim sistemima. CDT u

kombinaciji sa brzim čamcima na solarno-električni pogon, koji nose male *delivery* kontejnere sa morske strane, i eko dostavna vozila (*cargohopper* ili *cargobike*), koja distribuiraju robu ka GLZ u CBD i turističkim zonama sa kopnene strane, predstavljaju ključne tehnološke elemente ovog rešenja. Ovakav sistem RL je moguće matematički opisati kao multi-ešalonski sistem distribucije, koji ima: (i) jedan ili više habova, (ii) skup fiksnih satelita - CDC (City Distributivnih Centara) za čitav vremenski interval, (iii) skup varijabilnih satelita u formi CDT za vremenski period turističke sezone, i (iv) skup zona snabdijevanja. U razmatranje je moguće uzeti više transportnih lanaca sa različitim transportnim sredstvima (distributivni čamci, *cargohopper*, *cargobiciklo*, itd). Zato ovo istraživanje ide u pravcu sagledavanja mogućih formi i oblika sabiranja, ukрупnjavanja, skladištenja, distribucije, upravljanja zahtjevima itd, kao i prepoznavanja ključnih faktora i njihov uticaj na karakteristike transportnih zahtjeva u dinamičkim i stohastičnim uslovima funkcionisanja SC. Shodno tome, ovo istraživanje ima četiri ključna smjera (Slika 2.6.):

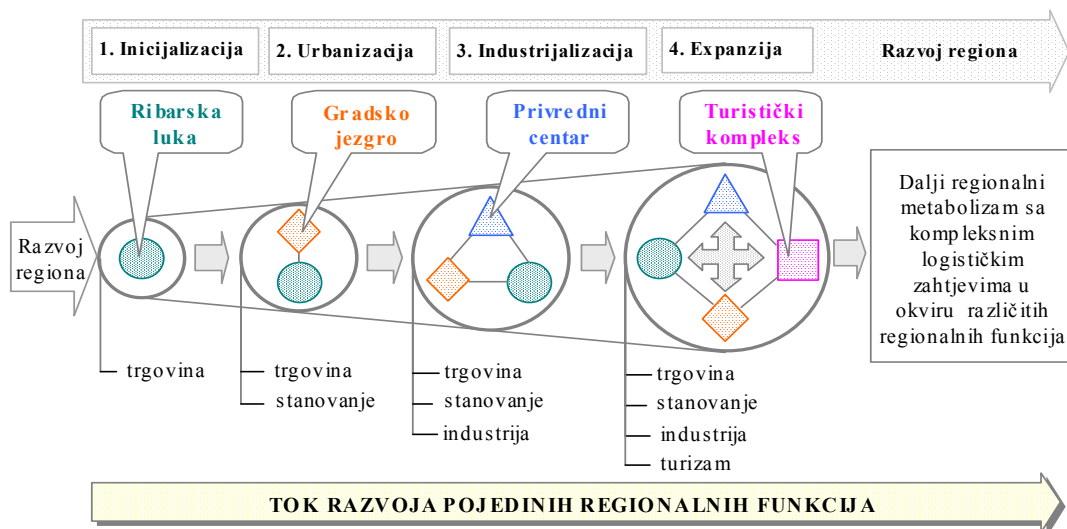


Slika 2.6: Grafički prikaz pravaca istraživanja

## 2.4. Značaj istraživanja

Evolucije PTR (Slika 2.7.) ima četiri razvojne faze: (i) **inicijalizacija** (razvoj ribarskih luka), (ii) **urbanizacija** (urbani razvoj i trgovina oko ribarske luke), (iii) **industrijalizacija** (razvoj pratećih industrijskih sadržaja) i (iv) **ekspanzija** (razvoj turizma). Svaka od faza u zavisnosti od stepena ekonomskog, tehnološkog, kulturnog i drugih aspekata razvoja društva imala je neko logističko rešenje. Karakteristika četvrte razvojne fazu, jeste izraženost procesa regionalnog metabolizma, koji ima svoj dalji razvojni trend. Njegov

važan uticaj je na koncentraciji više regionalnih funkcija na malom prostoru, koje se međusobno podudaraju stvarajući čitav niz efekata koji štete održivom razvoju regiona. Ekonomski prosperitet doživljavaju oni regioni koji imaju kvalitetnije logističko rešenje.



Slika 2.7: Grafički prikaz evaluacije turističkih regiona [112]

Danas su PTR suočeni pored fenomena turizma i sa trendom povećanjem obima transporta koji je rezultat: (i) eliminacije držanja zaliha kod GLZ, (ii) isporuke robe po JIT strategiji, (iii) prisustva više SC (trgovina, industrija, ...) na malom prostoru, (iv) povećanja B2C trgovine, i (v) samostalnog rešavanja problema transporta pojedinih GLZ ne vodeći računa o opštoj efikasnosti. Ograničeni prostorni resursi i infrastrukturni kapaciteti sa jedne strane, i povećana frekvencija vozila sa druge strane, stvaraju prepreke u realizaciji robnih tokova sa slabim kvalitetom logističke usluge. Nekadašnja mjesta prelamanja robnih tokova luke, pristaništa i gradski trgovi, danas su privredne zone, u kojima je došlo do promjene karaktera i karakteristika robnih tokova. Zajednička osobina za sve razvojne faze PTR jeste nabavka, distribucija robe i *lean* logistika.

Značaj istraživanja sprovedenog u ovom radu moguće je predstaviti u četiri pravca:

**Pravac A - Sistemski aspekt:** Do sadašnja istraživanja u RL išla su u smjeru optimizacije samo pojedinih karika SC, ne vodeći pri tom računa o radu ukupnog lanca. Takođe, do sada nije razmatrana kooperacija *drum-more* i razvoj CDT kao sistema za ispomoć u situacijama turističkih špiceva. Definisanjem nove systemske koncepcije koja treba da definiše strukturu sistema u kojoj spajanja, prelamanje i transformacije robnog toka treba da se realizuje u okviru LC kao podsistema morske luke, što daje novu dimenziju logistici.

**Pravac B – Organizacioni aspekt:** Novi MoL, stvaraju uslove za nesmetani protok ljudi, roba, informacija i kapitala preko regiona, što je u skladu sa politikom EU, koja je definisala ciljeve regionalnog razvoja [206]: (i) *ciljevi konkurentnosti, efikasnosti i rasta*, koji treba da pomognu efikasnijem, dinamičnijem i stabilnijem sveobuhvatnom ekonomskom i socijalnom razvoju uz poboljšanje konkurentnosti regionalnih ekonomija i infrastrukture, (ii) *ciljevi ujednačenog razvoja i povezanosti*, posmatrani kroz uravnoteženje struktura u ekonomiji i društvu, i jačanje ekonomskih, socijalnih i prostornih veza regiona, (iii) *ciljevi zaštite životne sredine, prirodnog i kulturnog nasleđa*, i (iv) *ciljevi integracije*, kao osnova stvaranju propustljivih graničnih područja preko kojih se mogu uspostavljati veze i kontakti. U ovakvim okolnosti predlog *organizacione koncepcije*, treba primjenom *Core SCM*, da stvori pozitivan odraz u čitavom sistemu RL.

**Pravac C – Operativnog aspekta:** Nekada je roba direktno dopremana sa vodne strane, kasnije se taj proces realizovao sa kopnene strane, a sada treba tražiti rešenje u okviru nove *transportne koncepcije* koje će iskoristiti prednosti oba načina dopreme. Isto treba, da eliminiše postojeće prepreke i ograničenja u realizaciji robnih tokova, na način što će biti izvršena među vidovska i unutar vidovska koordinacija u svrhu optimizacije u korist čistih tehnologija, kao i očuvanja ambijentalne sredine, prirodnog i kulturnog bogatstva,

**Pravac D – Aspekt kombinatorne optimizacije:** Pregledom dostupne literature, uočava se, da kod optimizacije fizičke distribucije nije korišćena heterogena struktura vozila u multiešalonskom sistemu distribucije sa dinamičkom komponentom u obliku vremenskih perioda snabdijevanja tokom nekog vremenskog intervala, pa istraživanje dobija na značaju.

## 2.6. Polazna hipoteza istraživanja

Shodno prethodno iznesenom, **polazna hipoteza** istraživanja jeste, da primjenom integrisanog MoL, koji povezuje morske luke, more kao transportni put, pristaništa duž obale kao lokacije za CDT i više vrsta vozila, bi trebalo da se ostvare višestruke prednosti u odnosu na tradicionalni MoL. Te prednosti se ogledaju u: (i) jedinstvenom planiranju, projektovanju i optimizaciji svih karika SC, (ii) davanju nove uloge morskim lukama u RL, (iii) valorizovanju mora kao besplatnog transportnog puta, (iv) povećanju logističke operabilnosti korišćenjem CDT, (v) boljoj kooperaciji i koordinaciji rada

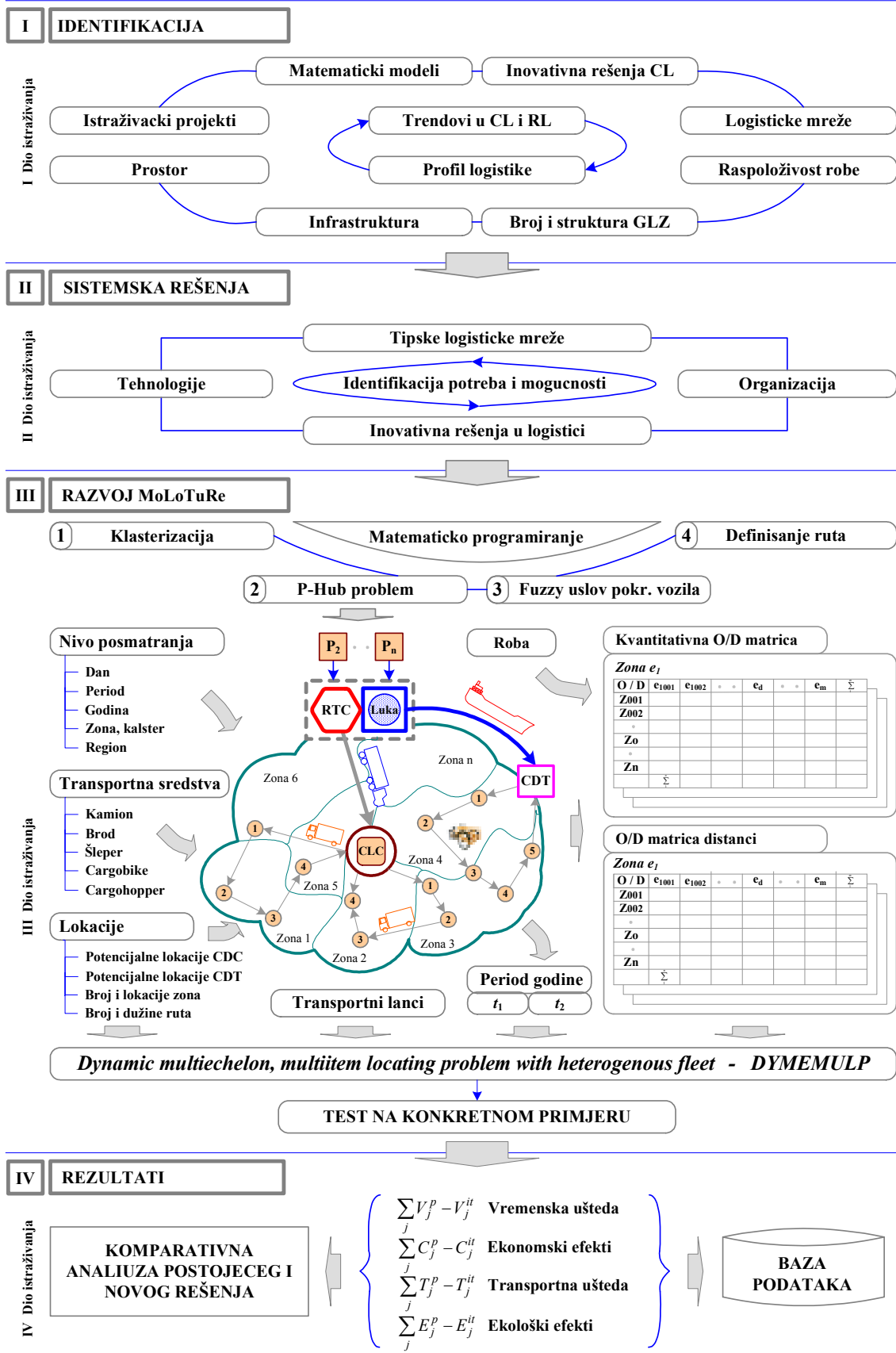
više vidova transporta, (vi) smanjenju troškova logistike, prenošenjem cjelokupne organizacije na LC, (vii) povećanju fleksibilnosti procesa, (viii) boljem prostornom planiranju, (ix) prilagodivosti primjene ekoloških rešenja u procesu fizičke distribucije, (x) primjeni kompatibilnih IT tehnologija duž čitavog SC, (xi) povećanju kvaliteta logističke usluge, (xii) eliminisanju skladišnih kapaciteta u okviru GLZ i ukidanju njihovog voznog parka, (xiii) smanjenju broja teretnih vozila na ulicama, (xiv) očuvanju gradskih istorijskih jezgara i njihovoj ekonomskoj valorizaciji, (xv) dobijanju više pješačkih staza i parking mjesta u regionu, (xvi) stvaranju uslova za otvaranje više prodajnih objekata u regionu, (xvii) planiranju procesa transporta i procesa kooperacije, (xviii) većoj redukciji zagađenja vazduha štetnim materijama, (xix) redukciji nivoa saobraćajne buke, vibracija i fizičkih barijera, (xx) poboljšanju bezbjednosti saobraćaja, (xxi) eliminisanju suvišne infrastrukture, i (xxii) očuvanju prirodnog sklada. Ova hipoteza je potvrđena na konkretnom primjeru, čiji su rezultati predstavljeni u tački 8.

## 2.6. Metodologija istraživanja

Zbog složenosti i prisustva više faktora na jednom prostoru, razvoj novog MoL zahtijeva više-etapni pristup rešavanja problema, koji bi trebao, da uključi sledeću korelaciju: *region kao sistem → sistemska analiza zasnovana na procesnom modelu → Porterova lanac vrijednosti i SERVQUAL model u funkciji definisanja varijeteta sistemskog rešenja → novi model integrisane logistike → test i optimizacija logističkih procesa.*

Proces razvoja MoL obavlja se u dva koraka: (i) izvođenje istraživačkih aktivnosti, u funkciji identifikacije, kvalifikacije i kvantifikacije prostornih, sistemskih, ekonomskih, i tehnoloških bitnih karakteristika, i (ii) razvoj koncepcija i matematičkog modela za optimizaciju logističkih tokova i procesa koji se odvijaju u PTR. Metodologija istraživanja, shodno postavljenim ciljevima i predmetu istraživanja, zasnovana je na kombinaciji poznatih i verifikovanih pristupa iz oblasti strateškog planiranja, projektovanja, racionalizacije i optimizacije kompleksnih LS. Ista zahtijeva korišćenje: (i) klasičnih metoda: analiza, sinteza, indukcija, dedukcija, i analogija, (ii) bihevorističke metode, i (iii) metode kombinatorne optimizacije. Tok ovog istraživanja čine četiri faze, prikazane u algoritmu na slici 2.8. koji obuhvata ključne faktore i pravce istraživanja.



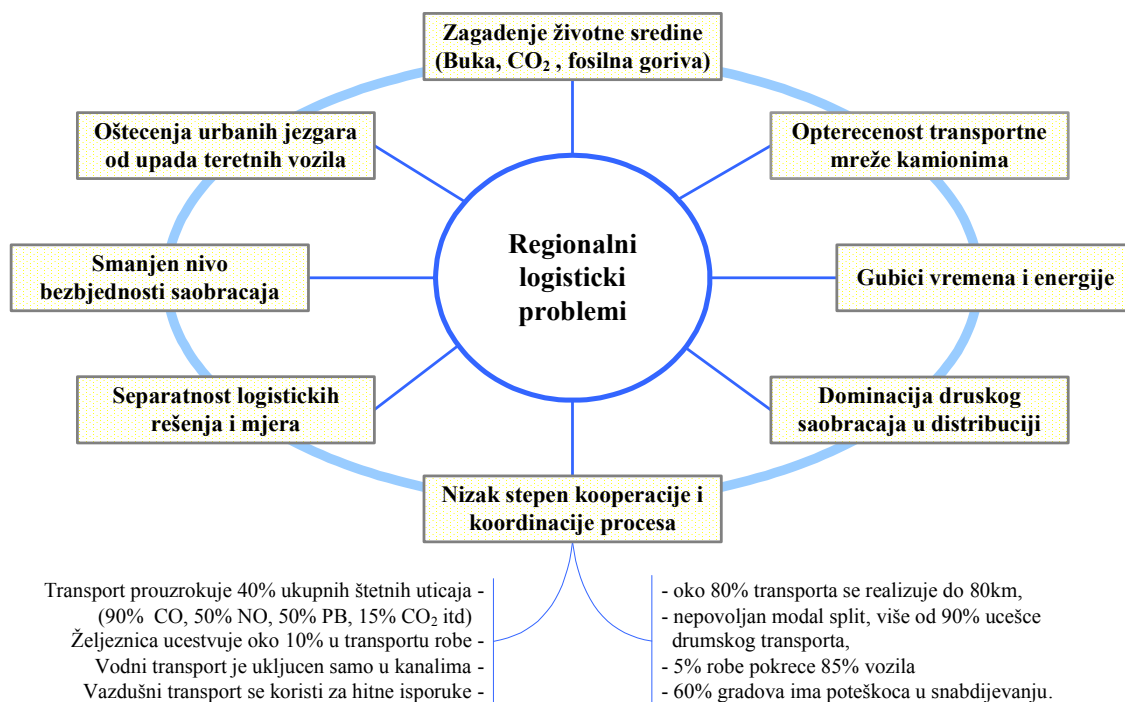


Slika 2.8: Definisane osnovne metodologije istraživanja

## POGLAVLJE 3

PREGLED ISTRAŽIVANJA LOGISTIKE  
TURISTIČKIH REGIONA

**P**ozitivan trend urbanizacije PTR, nazvan «regionalni metabolizam», rezultira većim obimom teretnog transporta u distributivnim zonama [164, 196, 214, 224], što dovodi do opterećenja saobraćajne mreže, vremenskih gubitaka i inicira probleme zakrčenja saobraćaja na gradskim ulicama uz povećano zagađenje životne sredine usled emisije štetnih gasova, buke i vibracija, koja prouzrokuju teretna vozila (Slika 3.1).



Slika 3.1: Ključni problemi u regionalnoj logistici

Pored prethodno navedenih, prisutna su i ograničenja po pitanju [206]: (i) zastupljenosti separatnih rešenja, koja usložnjavaju proces fizičke distribucije robe, (ii) prisustva decentralizacije logističkih aktivnosti, (iii) prisustva više podsistema marketing logistike u okviru jednog GLZ, (iv) povezivanja makro i mikro robnih tokova, (v) malog profila ulica u urbanim sredinama koje ograničavaju proces fizičke distribucije, (vi) neplanski i stihijski usmjeren razvoj LS, što rezultira da svaki grad u regionu ima svoje logističko rešenje, (vii) izostanka zakonske regulative koja bi tretirala problematiku fizičke distribucije robe, (viii) niskog nivoa integrisane logističke usluge, koji se karakteriše: nepračanjem logističkih tokova i LS, prisustvom zaliha, posjedovanjem voznih parkova u okviru maloprodajnih objekata i sl., (ix) velikog broja dnevnog pokretanja vozila sa malim stepenom iskorišćenja tovarnog prostora i čestom isporukom robe u periodu vršnog opterećenja, (x) slabo izražena potreba u pojedinim transportnim podsistemima za tehnološko povezivanje u cilju kooperacije i koordinacije, itd.

### 3.1. Identifikacija logističkih istraživačkih perioda

Sva istraživanja problema RL, moguće je diferencirati u četiri vremenska perioda:

1. *Period inicijalizacije* (od sredine 1960-tih do ranih 1970-ih godina). Aktivno istraživanje snabdijevanja gradova robom počelo je prvo da se vrši u gradovima Engleske, Francuske i Njemačke, a kasnije u ostalim evropskim državama;
2. *Period uspostavljanja polaznih metodoloških okvira* (1990 - 2000 godine) u kome su svi problemi posmatrani i rešavani separatno shodno njihovom uočavanju. Pažnja je bila fokusirana uglavnom na optimizaciju procesa rutiranja vozila u urbanim sredinama pojedinih gradova, dok su ostali elementi bili zanemareni;
3. *Period uključivanja više faktora RL u istraživačkom procesu* (2000 - 2010 godina). Uočeno je da je neophodno uključiti više faktora u RL: (i) iskorišćenje kapaciteta, (ii) ekonomska efikasnost, (iii) prostorna iskorišćenost, i (iv) ekološki efekti;
4. *Period integrisanog posmatranja procesa* (nakon 2010. godine), u cjelokupnom logističkom lancu u cilju razvoju kooperativnih odnosa i integrisanih MoL.

Rezultati istraživanja u Evropi (COST 321, SUGAR, BESTUFS, ... ), otkrivaju da se mnoge uprave gradova suočavaju sa sličnim problemima [164, 181, 206, 214, 218], a to

su: (i) kako racionalizovati gradski prostor, (ii) kako racionalizovati teretni transport u urbanim sredinama, (iii) kako očuvati kvalitet života u gradovima, i (iv) koje upravljačke mjere primjeniti u javnom i privatnom sektoru. Praćenjem promjena nastale kao posledica primjene pilot projekata, utvrđeno je da se [153, 206]: (i) dužina kretanja vozila kod primaoca denčanih roba može smanjiti za oko 50%, (ii) broj vožnji u CBD zonama može smanjiti za više od 70%, (iii) broj angažovanih kamiona može smanjiti do 80%, i (iv) može povećati stepen opterećenje vozila za 33%.

Sva do sada rađena istraživanja u SAD ukazuju [214], da su CDC, veličina i prostorna ograničenja manje bitni sa aspekta logistike nego u Evropi, i da su istraživanja fokusirana na regionalne cjeline, a manje na gradove. Svi razvijeni modeli se odnose na optimizaciju korelacionih odnosa *količina tereta - pokretanje vozila* posmatrajući to na različitim nivoima, ne dajući važnost za ostala pitanja i JIT koncept. Ključna odrednica je mrežno planiranje i njena optimizacija na nivou regiona ili neke države.

U Kanadi ključni elementi istraživanja usmjereni su na definisanje efekata kretanja robe u urbanim zonama. Rađene su studije za pojedine gradove, od kojih su karakteristične one za Toronto (1987) i Otavu (1991). Studija za Torono [214, 225], strukturirana je oko pet pitanja: (i) uticaj kretanja robe na privrednu aktivnost i procjenu troškova uslijed zagušenja saobraćaja, (ii) definisanje ograničenja i traženje načina kontrole pokretanja kamiona, (iii) utvrđivanje uticaja dvostrukih isporuka, (iv) tokovi kretanja opasnih materija, (v) model poboljšanja rutiranja vozila pri ekstremnom opterećenju saobraćajne mreže. Glavni ciljevi su: (i) prikupljanje podataka o tipu vozila, količini robe i broju pokretanja, (ii) vrednovanje broja pokretanja vozila na privredne aktivnosti, (iii) razumijevanje fenomena fizičke distribucije robe. Težnja je bila, da se napravi model, koji će omogućiti efikasno upravljanje teretnim transportom u gradovima u cilju smanjenja ekonomskih gubitaka.

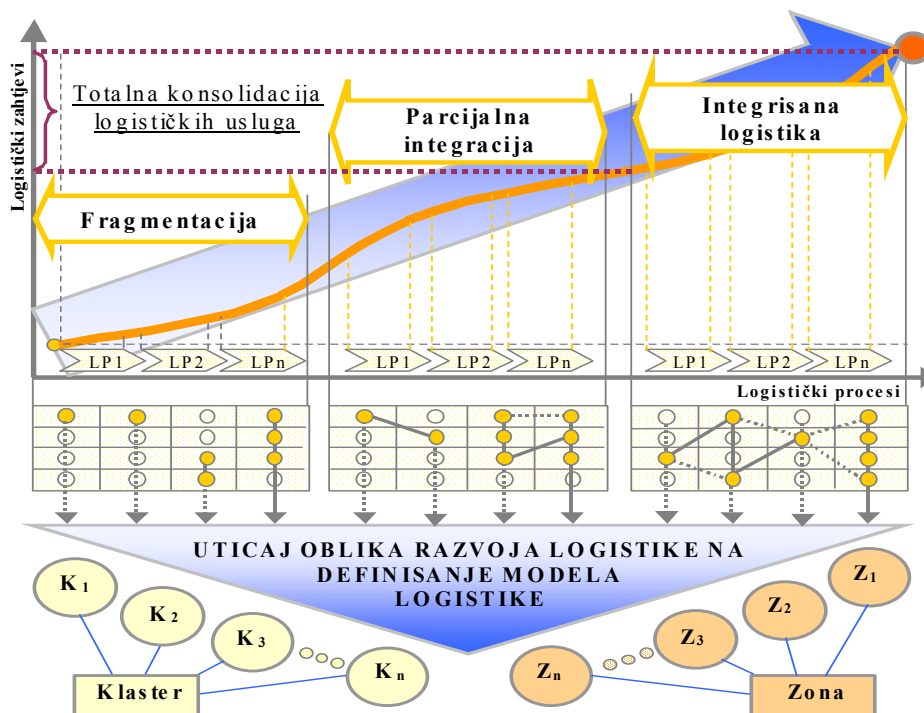
Kod istraživanja u Australiji, akcenat je stavljen na korelaciji između teretnog transporta, privrednog potencijala i uspješnog funkcionisanja gradskih sredina. Ogden (1992) je predložio, da se usvoji opšti cilj u vezi analiza u RL a to je [157]: *minimizacija ukupnih troškova u teretnom transportu*, uzimajući u obzir šest pod - ciljeva: (i) ekonomski razvoj, (ii) efikasnost, (iii) bezbjednost saobraćaja, (iv) životna sredina, (v) infrastruktura i (vi) urbana struktura. Ovakav pristup uglavnom je bio zastupljen u kasnijim studijama sprovedenih u Australiji.

U Japanu u većini studija [214], optimizacija i upravljanje rutama kamiona u urbanim sredinama su dominantni elementi istraživanja, a špediterske organizacije i krajnji korisnici su definisani kao egzogene varijabile. Behavioursitički pristup primjene različitih modela upravljanju saobraćajem nije našao svoju konkretnu primjenjivost. Tako su metode tradicionalnog rutiranja i raspoređivanja vozila podržane sa grafičkom podlogom urbanističkih rešenja [130, 214] dobile na značaju, kako bi na taj način bilo omogućeno i stohastičko programiranje, u cilju izrade optimalnih modela distribucije robe, i pod vremenskim i prostornim ograničenjima. Ovakav model, povezan sa dinamičkim modelom koji su predložili Taniguchi i Van Der Euden, 2000. godine [130, 214] stvorio je osnovu za simulaciono modeliranje i definisanje zahtjeva za tri procesa: (i) programiranje i implementacija naprednog sistema i procesa u njemu, (ii) organizacija distribucije sa definisanim prevoznicima, i (iii) kontrola iskorišćenosti tovarnog prostora. Simulacioni ekperiment obavljen je u gradu Kobe, gdje su ostvarene značajne uštede emisije gasova, efekata staklene bašte, i pored ekonomskog rasta. Nekoliko modela za optimalnu lokaciju terminala (Tanigushi et al, 1999, Kastro et al, 1999) su razvijeni u cilju da se ograniči negativni uticaj teretnog transporta na saobraćajne gužve i na životnu sredinu, a sa druge strane omogućavajući da se poboljšaju usluge i troškovi prevoza. Ovi modeli našli su svoju uspješnu primjenu na prostoru gradova Kjoto, Osaka i Tokio [214]. Istraživanje efikasnosti kretanja robe u urbanim sredinama primjenom novih IT tehnologija podrazumijevalo je istraživanja (Giannopoulos i McDonnald, 1997) u cilju dobijanja empirijskih podataka za razvoj novih informacionih sistema (IS), kao što su [214]: (i) *Advance Transporttation Information Service*, (ii) *Super Smart Vehicle System*, (iii) *Advance Transportation Managament system*, (iv) *Advance Vehicle Controll System*.

Sedamdesete godine prošlog vijeka, bile su važna dekada u razvoju MoL i procesa fizičke distribucije kada je došlo je do promjena u strukturi SC, koja se ogledala u specijalizaciji i profesionalizaciji određenih LS kroz [140, 153, 201, 225]: (i) formiranje centralizovanih skladišta, (ii) drastičnu redukciju zaliha, (iii) primjenu IT i unapređenje sistema informisanja, (iv) upravljanje i kontrolu aktivnosti u logističkom lancu, (vi) koncentraciju logističkih aktivnosti u okviru LC, (vii) razvoj meta i makro LS.

Ekonomska komponenta utiče da primjena novih tehnoloških dostignuća u svim karikama nekog SC, još uvijek nema obelježja ujednačenosti i integrisanosti [153, 154]. Promjene u

strukturi SC imale su uticaj i na području RL sa aspekta organizacije, tehnologije, tehnike, menadžmenta i IT sistema, koja se ogledala u [153, 206]: (i) težnji za organizovanjem, koncentracijom, kooperacijom i koordinacijom svih logističkih procesa u okviru LC, (ii) donošenju i implementaciji zakonskih normi i propisa vezanih za CL, (iii) razvoju IT sistema, kao i uvođenje telematskih sistema i opreme, (iv) razvoju specijalizovanih eko vozila za CL sa opremom za pretovar robe, (v) prostorno - tehnološko spajanje: morskih luka i LC, dry port-a i LC, kopnenih intermodalnih terminala i LC, sa ciljem međusobne tehničko - tehnološke ispomoći, (vi) stvaranje specijalizovanih društava za logistiku u cilju razmjene iskustava i znanja, i podsticaja razvoja MoL, nadgledanja njihove primjene i kontrole rada, (vii) stvaranje specijalizovanih službi (DHL, City expres, itd) za dostavu robe na kućnu adresu, itd. Ovi faktori, rezultirali su razvojem nekoliko logističkih rešenja. Sva ova rešenja teže ka potpunim usaglašavanjem ponude i tražnje logističke usluge (Slika 3.2.), što se sistemski posmatrano često naziva totalnom konsolidacijom logističkih usluga i aktivnosti u cilju stvaranja situacije koja će rezultirati sinergetskim efektom. Zadaci RL pored energetskog i regulacionog aspekta, obuhvataju jednu širu prostornu i materijalnu stranu procesa, čiji je osnovni cilj veća prostorna valorizacija, očuvanje autentične situacione komponente i primjena novih ekoloških tehnologija za dostavu robe korisniku po 7P konceptu.

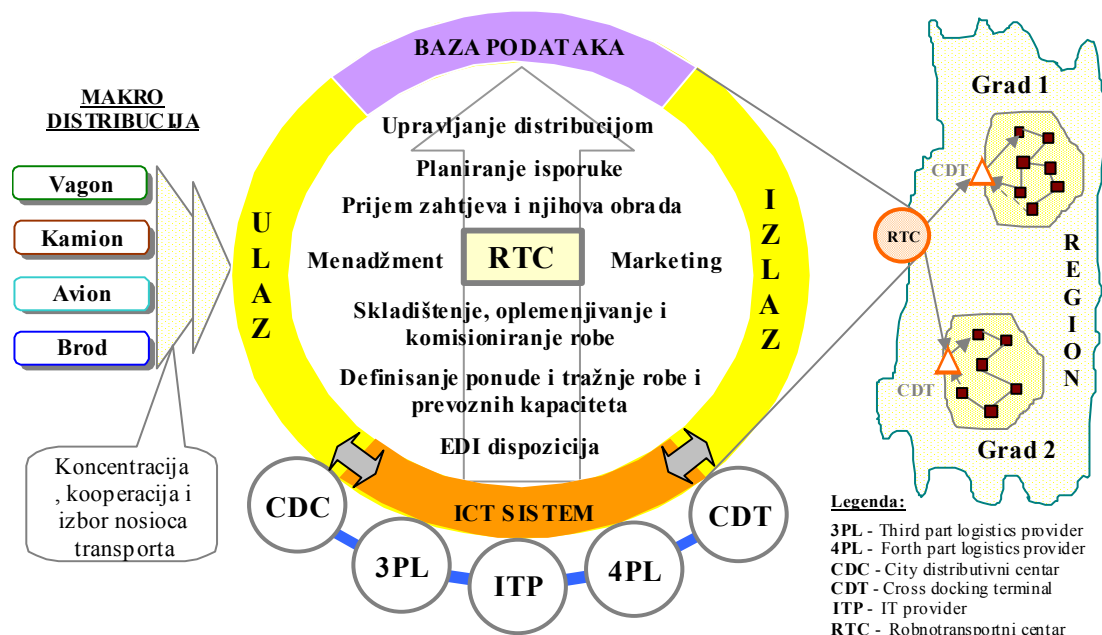


Slika 3.2: Faze razvoja modela totalno integrisane logistike

### 3.2. Do sada razvijeni modeli logistike

S' obzirom na njihovu specifičnost, može se govoriti o četiri opšta MoL.

- 1. Model zakonske regulative** u okviru segmenata fizičke distribucije robe [153], kao što je: dozvoljena nosivost vozila, dozvoljena emisija štetnih materija u izduvnim gasovima, dozvoljena upotreba tipa i veličine dostavnih vozila, dozvoljeni vremenski period za pristup nekoj zoni, planiranje ruta dostavnih vozila, definisanje utovarno - istovarnih zona, posebne dozvole, i kombinaciji sa pojedinim prethodnim regulativama. Najčešći tip regulativa u zemljama EU odnosi se na *nosivost dostavnih vozila*.
- 2. Model koordinacije i kooperacije** pojedinih logističkih procesa. Svi logistički procesi zasnovani su na dobrovoljnoj integraciji između špediterskih i transportnih preduzeća, 3PL i 4PL provajdera, uz angažovanje neutralnog preduzeća za davanje logističke usluge.
- 3. Model integrisanih logističkih funkcija** na jednom mjestu (Slika 3.3.) u okviru nekog od oblika LC (*teretna sela, logistički parkovi i RTC*).



Slika 3.3: RTC kao mjesto koncentracije logističkih aktivnosti

RTC predstavlja osnovnu građu - *hardvere* ovih rešenja, objedinjavajući više funkcija - tranzit, skladištenje i CL u okviru jednog sistema, lociranog na glavnim međunarodnim koridorima, ili u okviru morske luke bez dupliranja kapaciteta. Koncept razvoja RTC-a

nalazi se na vrhu prioriteta vlada vodećih evropskih država sa ciljem da: pomognu regionalni privredni razvoj, omoguće razvoj održivih transportnih rešenja zasnovanih na «čistim» tehnologijama, omoguće selekciju u svrhu boljeg odvijanja procesa fizičke distribucije (idealna snabdjevenost i frekvenciju, optimalna kooperacija i forsiranje cross dockinga), omoguće primjenu logističkih strategija, doprinesu razvijanju integriranih MoL.

**4. Model podzemnog sistema transporta** robe specijalnim vozilima [153], koja koriste posebno dizajniranu mrežu podzemnih tunela. Model čine dva rešenja: (i) teretne kapsule i (ii) transportni sistem baziran na ideji metroa za transport putnika.

Sva do sada razvijena rešenja MoL mogu se razvrstati u pet tipova [153]:

1. **Model «status – quo»** – primjenjuje se u gradovima kod kojih već postoji razvijena infrastruktura RTC-a i CDC, kao osnova za koordinaciju robnih tokova;
2. **Restriktivni model o kooperacijama** - omogućava regulaciju prilaza vozila do zona snabdjevanja, uz razvoj pogodnih oblika kooperacije u robnom transportu;
3. **Model orijentisan na ekologiju i uređenje prostora** – dostava robe u CBD vrši se ekološkim vozilima, čime se smanjuje negativni uticaji na životnu sredinu;
4. **Model «kapija»** – zasnovan je na zaustavljanju robnih tokova na kapijama grada, sa vremenskim i prostornim povezivanjem u okviru RTC, CDC ili CDT;
5. **Model logističkog udruženja** – zasnovan je na udruživanju gradskih službi koje pružaju usluge snabdjevanja, transporta i odvođenja u jedan ili više saveza.

K. W. Ogden [157] klasifikuje u pet osnovnih grupa do sada razvijena rešenja MoL:

1. **Model mrežne strategije**, bazira se na planiranju i projektovanju specifičnih ruta dostavnih vozila na mrežnom modelu;
2. **Model parkinga**, zasnovan je na olakšicama za parkiranje, utovarivanje i istovarivanje (eng. *curb-side use, off-street facilities*) kamiona za to određena mjesta;
3. **Model lociranja ili upotrebe zemlje**, zasniva se na licenciranju i regulaciji upotrebe određenog zemljišnog prostora za pretovar robe;
4. **Model baziran na cijenama**, zasniva se na davanju određenih olakšica vozilima koja zadovoljavaju određene propisane uslove za ulazak u gradsku zonu;
5. **Model terminala i modalne interchange olakšice**, zasniva se na izgradnji CDC i RTC-a izvan urbanih područja za pružanje kompletne logističke usluge.



### 3.3. Važniji evropski istraživački projekti

Sva do sada rađena istraživanja [208-228] moguće je podijeliti u 4 grupe (Tabela 3.1.).

Tabela 3.1: Grupe do sada rađenih projekata iz oblasti unapređenje RL rešenja

Ime projekta	Opis
<b>1. Efikasni modeli isporuke robe</b>	
<b>LEAN:</b>	Cilj je istraživanje, razvoj i demonstraciju novih modela za fizičku distribuciju robe u gradovima.
<b>BESTUFS I, II:</b>	Ima cilj, da održi i proširi evropsku mrežu između CL, stručnjaka, grupa korisnika/udruženja, tekućih projekata, relevantne direkcije EU komisije, predstavnika nacionalnih, regionalnih i lokalnih uprava i transportnih prevoznika u cilju identifikacije najbolje prakse, kriterijuma uspješnosti i uskih grla u pogledu CL rešenja.
<b>IDIOMA:</b>	Pokazuje potencijal za optimizaciju fizičke distribucije robe u 5 urbanih sredina u Evropi (Cirih, Amsterdam, Paris, Ninberg i Malmo).
<b>COST 321:</b>	Studija identifikacije inovativnih mjere za smanjenje uticaja na životnu sredinu kod teretnog transporta u urbanim sredinama.
<b>SURFF</b>	Razvoj telematske aplikacije u sedam gradova EU, sa ciljem poboljšanja dostupnosti IT u okviru regionalnih LC, kako bi podrška robnim tokovima u gradovima bila bolja. Predložena je operativna podrška za pojedine centre i cijelu mrežu kroz formiranje informacionih kioska.
<b>CIVITAS</b>	Program redefiniše transportne mjere i politike u cilju stvaranja uslova za bolja transportna rešenja u gradovima. U okviru ovog programa pokrenuti su projekti: City distribution by boat; Clean vehicle and fixed delivery times; Establishing an urban transshipment centre; Sustainable logistics for the food industry; Freight partnership, planning and routing; Freight consolidation scheme; itd.
<b>ELCIDIS</b>	Glavni cilj je da se procijeni efikasnost i uticaj na životnu sredinu korišćenjem električnih vozila za distribuciju robe u urbanim sredinama, sa praktičnom demonstracijom u 6 evropskih gradova .
<b>2. Optimalna eksploatacija putne mreže</b>	
<b>DIRECT:</b>	Analizira mogućih aspekata podjele podataka o transportu u cilju razvoja baze podataka za upravljanje saobraćajem u gradovima Evrope.
<b>3. Efikasna pretovarna područja</b>	
<b>FV-2000:</b>	Analiza i evaluacija nekoliko teretnih sela (eng. <i>freight villages</i> ) u Evropi.
<b>FREYA:</b>	Cilj je stvaranje osnova za olakšani pristup malim i srednjim preduzećima u intermodalnom transportu.
<b>INFREDAT:</b>	Bavi se istraživanjima čitavog intermodalnog transportnog lanca, a posebno sa zahtjevima u vezi podataka o intermodalnim tokovima.
<b>REFORM:</b>	Analizira i ocjenjuje efekte teretnih platformi u vezi sa gradskim saobraćajem. Daje smjernice i kriterijume za projektovanje, lociranje i organizovanje teretnih platformi u urbanim sredinama.
<b>4. Novi kontejneri za kontinuirani teretni transportni lanac</b>	
<b>COST 339:</b>	Definiše smjernice rada organizacije za standardizaciju i proizvodnju kontejnera, u cilju primjene malih kontejnera koji su upotrebljivi u transportnim lancima Evrope u fizičkoj distribuciji robe.
<b>GOVERA</b>	Program, s ciljem istraživanja konsolidacije zasnovane na dobrovoljnoj kooperaciji i upotrebi intermodalnog transporta. Jedan projekat se bavi konsolidacijom regionalnih transportnih tokova (Leidra), a drugi konsolidacijom tokova intermodalnog transporta (Dadira).

Rezultati gore navedenih istraživačkih projekata pokazuju, da je sve do sada evidentirane probleme u vezi CL i RL na prostoru EU moguće razvrstati u sedam grupa [157, 206]: (i) operativni problemi, (ii) problemi vezani za razvojne potrebe na logističkom tržištu, (iii) problemi vezani za upotrebu zemljišta i infrastrukture, (iv) problemi vezani za odgovarajuće politike i regulative, (v) problemi i razvojne potrebe koje se odnose na okruženje, (vi) problemi vezani za usvajanje novih tehnologija, i (vii) ostali problemi.

Pilot projekti na prostoru zemalja EU, a posebno na prostoru Švajcarske, Njemačke i Holandije vezani za distribuciju robe u gradovima, ukazali su, da [130, 140, 153] oko 60% gradova ima poteškoće koje se odnose na problem isporuke roba, a da samo 25% gradova ima razvijene službe koje se bave problematikom CL. Preko 80% drumskog transporta se realizuje na rastojanju do 50 km, a 95% količine robe se realizuje sa 15% pokretanja vozila, da se za 5% robe pokreće 85% vozila, što ukazuje da manipulativni troškovi u gradu čine 2/3 ukupnih troškova isporuke robe. Pored toga, gradski robni transport prouzrokuje oko 40% štetnih uticaja i zagađenja okoline. Od njega potiče 90% svih emisija CO, 50% emisija NO, 40% emisija CH, 50% emisija olova, 80% emisija benzena, 15% CO<sub>2</sub>, 10% SO<sub>2</sub> i dr.

Istraživanja rađena u Njemačkoj i Švajcarskoj ukazuju (*Tabela 3.2.*) na veoma značajne uštede usled implementacije novih rešenja MoL.

*Tabela 3.2: Rezultati primjene modela CL u Njemačkoj i Švajcarskoj [173]*

Br.	G	DATUM POČETKA	UČESTVUJE	REZULTATI
1.	Augsburg	Novembar 1994	6 transportnih kompanija	-83% pokretanja
2.	Basel	Septembar 1994	12 transportnih kompanija	-
3.	Berlin	Sredina 1993	9 transportnih kompanija	- 50% isporuka
4.	Berlin	Januar 1995	5 transportnih kompanija	Sa 5 na 2 kamiona
5.	Bremen	1992	9 kompanija	- 70%
6.	Duisburg	Februar 1995	7 transportnih kompanija	-
7.	Freiburg	Oktobar 1993	12 transportnih kompanija	- 33% putovanja, -51% kamiona, -48% vremena
8.	Hamburg	Septembar 1994	8 transportnih kompanija	Sa 8 na 4 kamiona, - 70% km/dan
9.	Kassel	Avgust 1994	10 transportnih kompanija	Sa 10 na 2 vozila, i sa 15 na 4 pokretanja/dan
10.	Koblenz	Aprila 1994	5 transportnih kompanija	- 30 000 km/godini
11.	Keulen	Jul 1994	4 transportne kompanije	- 150 kilometara/dan
12.	Munich	Jul 1993	4 transportne kompanije	Od 4 na 1 kamion
13.	Neuss	1993	3 transportne kompanije	Pozitivno
14.	Stuttgart	Januar 1994	2 transportne kompanije	Sa 23 na 14 kamiona

Evidentirani problemi u procesu distribucije robe, sve više iniciraju zahtjeve za primjenom CL mjera, koje treba da pospješuje operativnost RL. Dosadašnja aktivnost pojedinih lokalnih vlasti vezano za proces fizičke distribucije robe, bila je usmjerena na dva osnovna polja djelovanja i to: (i) definisanje dozvoljene tonaže dostavnih vozila, i (ii) koordinaciju isporuke robe pojedinim dostavnim vozilima. Ovim mjerama pokušava se izvojevati zadovoljenje niza postavljenih ciljeva i to: (i) efikasnost, (ii) ekonomičnost, (iii) bezbjednost saobraćaja, (iv) zaštita okruženja i kulturnog nasleđa, (v) optimizacija i unapređenje infrastrukturnih kapaciteta, (vi) povećanje kvaliteta logističke usluge, i (vii) razvoj cjelokupne urbane strukture na održivim osnovama. Pored ove dvije grupe mjera, na nivou EU inicirana je primjena i nekih drugih mjera samostalno ili njihovom međusobnom kombinacijom: (i) infrastrukturne mjere, (ii) mjere za upotrebu novih tehnologija vozila u cilju smanjenja štetnog uticaja na okruženje, (iii) menadžment mjere, (iv) informacione tehnologije, (v) fiskalne mjere, (vi) mjere po pitanju cijene, (vii) mjere koje se odnose na upotrebu robe, i (viii) mjere vezane za marketing logistiku.

### 3.4. Razvoj logistike u nekim evropskim državama

Konstantni porast obima teretnog transporta, uzrokovao je da CL više nego bilo koji drugi tip logistike bude subjekt definisanja raznih politika u različitim područjima kao što je: (i) ekonomsko i finansijsko planiranje, (ii) transportno planiranje, i (iii) planiranje zaštite okruženja i životne sredine. Ove politike razlikuju se u pojedinim zemljama, ali se može reći da im je zajednički sadržalac: *prostor, vrijeme, novac i ekologija*.

**1. Holandski model razvoja RL i CL.** Ovaj model logistike ima sledeće određenosti:

1. Uvođenje CDC u nacionalne transportne planove radi rešavanja problema teretnog transporta u gradovima Holandije između 1990. i 1995-te godine u okviru II nacionalnog transportnog plana (eng. *Second Dutch National Transport Plan*).
2. 1995. godine, pokrenut je Nacionalni program urbane distribucije (eng. *Platform Stedelijke Distributie*) koji podržava inicijative lokalnih vlasti ili privatnih preduzeća u cilju povećanja efikasnosti sistema CL, i stimulisanje novih projekata, kao što su: (i) kooperacija između maloprodaje radi konsolidacije, (ii) zbirna isporuka robe za jednu ulicu, (iii) urbana distribucija u Amsterdamu, itd.

3. Provincije u Zapadnim djelovima Holandije oktobra 2000-te su pokrenule program nazvan GOVERA kako bi unaprijedila sistem CL.
4. Vlada Holandije je uvela novi nacionalni transportni plan, koji se fokusirao na CL. Ova politika sadrži dalja istraživanja gore pomenutih inicijativa na polju CL.

**2. Njemački model razvoja RL i CL.** Model je zastupljen sa tri forme i to: (i) *terminal operateri* za transport sa limitiranim vozilima za CL, (ii) *multi CDC*, organizovani kroz saradnju terminal operatera i transportnih operatera za korist CL, (iii) *teretna sela* kao forma LC koji su locirani na obodu grada. Pozitivni primjeri razvoja MoL u Njemačkoj vezuju se za razvoj RTC-a gradova Kasel, Duizburg, Drezden i Bremen. Posebna stručna i naučna pažnja usmjerena je ka MoL za Kasel [181], koji je integrisao deset špediterskih preduzeća u cilju pružanja jedinstvene usluge. Isti je obuhvatio 30% transporta užeg centra grada. Sortiranjem pojedinačnih pošiljki raznih špedicija i primjenom kolektivne isporuke smanjuje se broj vozila potrebnih za isporuku u uži centar grada (Tabela 3.3.) i na taj način se redukuje saobraćaj.

Tabela 3.3. Efekti primjene kooperativnog modela CL u gradu Kasel [181]

Pokazatelj	bez CL	sa CL	promjene (%)
Kilometraža pri ulasku u unutrašnjost grada (km/god)	31.000	18.000	- 40
Kilometraža u unutrašnjosti grada (km/god)	6.500	2.600	- 60
Prosječna distanca između zaustavljanja (m)	670	260	- 60
Prosječna veličina insporuke (kg)	170	195	+ 15
Popunjenost vozila (%) – zapreminska, težinska	40, 25	80, 60	+ 100, 140
Prosječna frekvencija kamiona po primaocu (kam/god)	300	260	- 13
Broj pokretanja vozila po danu	15	4	-

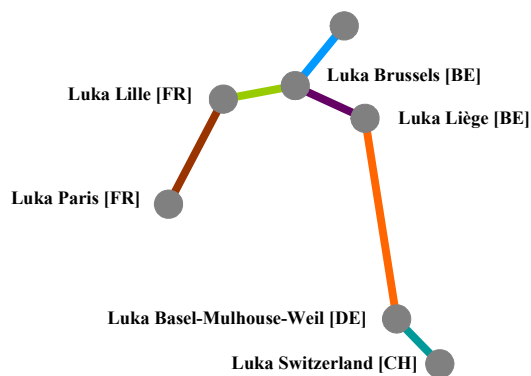
**3. Danski model razvoja RL.** Ovaj model nalazi svoju praktičnu primjenu od ranih 90-tih godina prošlog vijeka. On se fokusira na transportne kompanije (u 2002-oj godini Danska je imala 5 - 6 većih transportnih kompanija), koje se bave realizacijom distribucije pošiljki i dijela tereta unutar pojedinih regiona. Ove kompanije su povezane sa 5 - 10 lokalnih LC. Svaki lokalni LC povezan je sa 4 - 5 snabdjevača na malo, koji vrše direktnu distribuciju od centralnog skladišta do lanaca prodaje na malo.

**4. Francuski model razvoja RL.** Zbog raznolikosti regiona i logističkih zahtjeva, Francuski model razvoja CL vezuje se za dvije karakteristične forme: (i) *teretna sela*, koja

su otvorena ka operaterima, čija je karakteristika opsluživanje veoma malog broja urbanih klijenata, i (ii) *transshipment terminali*, koji su fokusirani na klijente kroz angažovanje jednog operatera. Osnovna karakteristika i jedne i druge forme jeste, njihova orijentacija na prikupljanje tereta za gradove na jednom mjestu, kao i smanjivanje broja kamiona u gradovima.

**5. Italijanski model razvoja RL.** Čine ga tri forme: (i) *ulica-ulica*, odnosno separatan način rešavanja logističkih problema za svaku ulicu ponaosob, (ii) *interporto*, koji predstavlja teretna sela, koja su uglavnom u državnom vlasništvu sagrađena nedaleko od urbanih oblasti, i (iii) CDC kao stara forma koja u ovom trenutku nije rasprostranjena u Italiji. Predviđeno je da ovom formom upravlja savjet sastavljen od distributera, transportnih i logističkih operatera i državne vlasti. Glavna karakteristika italijanskog MoL jeste proizvodnja novih vozila na komprimirani prirodni gas (eng. *Compressed Natural Gas-CNG*), gdje se italijanska industrija smatra za lidera u ovoj oblasti na svjetskom nivou.

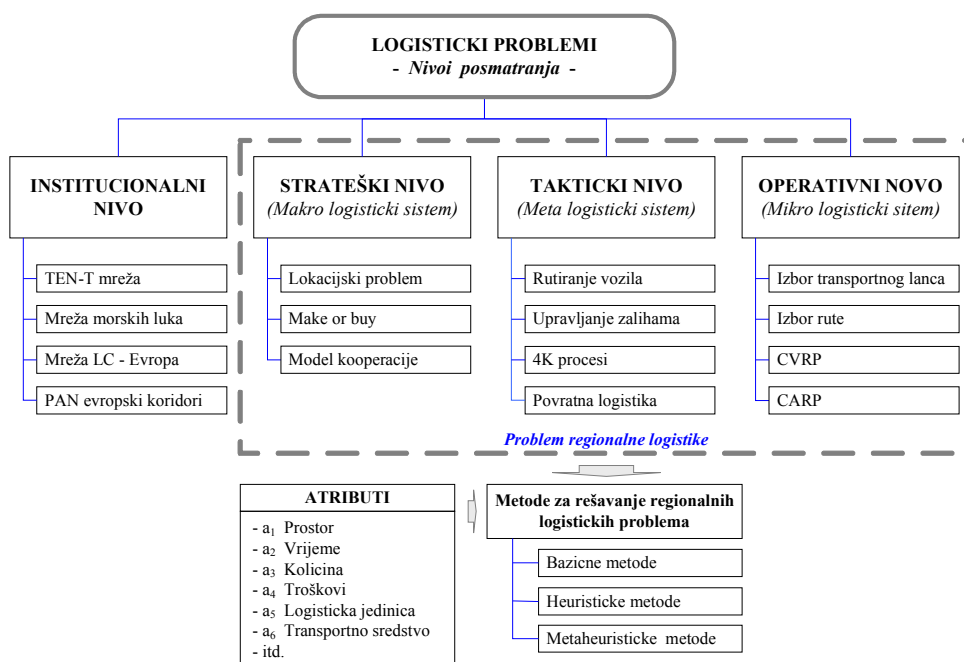
Jedan od pozitivnih primjera razvoja novih MoL treba navesti [215] projekat *Connecting Citizen Ports 21 – CCP21* koji je pokrenut 2010. godine od strane 7 evropskih unutrašnjih luka iz četiri države (Slika 3.4.) Francuske, Belgije, Njemačke i Švajcarske. Projekat ima za cilj, podsticanje povezivanja unutrašnjih luka i održivi prevoz tereta u funkciji optimizacije logističkih procesa i promovisanje održivog prostornog razvoja unutrašnjih luka i gradova kojima pripadaju. Vodni transport se smatra kao održiv, pouzdan i siguran način prevoza tereta, a partneri u okviru CCP21 žele da ovaj vid transporta podignu na još veći nivo održivosti optimizacijom logističkih procesa između povezanih luka. Luke su se razvijale izvan gradova, što je često ograničavalo ekonomske koristi za grad. Njihovo ponovno spajanje sa gradom, treba da poboljša razvoj CL. Ideja je, da se kombinuju lučke i CL aktivnosti u okviru jednog prostora, poboljšavajući prostornu i ekonomsku korist za grad.



Slika 3.4: Grafička interpolacija projekta CCP21[215]

### 3.5. Pregled do sada razvijenih matematičkih modela logistike

Protok robe u mikro, meta i makro LS, usmjereno je na usklađenoj korespondenciji LZ i tehnoloških elemenata, omogućio je istraživanje uticaja faktora (sabiranje, međufaznog skladištenja, upravljanje zalihama, fizičke distribucija) na realizaciju protoka robe u stohastičnim i nestacionarnim uslovima odvijanja logističkih procesa. Razvijeni softverski alati, mogu rešavati probleme na svim nivoima upravljanja (Slika 3.5.).



Slika 3.5: Planiranje na osnovu identifikovanih logističkih problema

Kvalitetno lokacijsko planiranje ima dugoročni uticaj na efikasnost RL. Lokacijski problem, definisan kao Weberov problem [158], opisuje srž problema RL. Postavku, da su  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$  koordinate  $n$  lokacija GLZ, i  $c_i$ ,  $i = 1, \dots, n$  cijena transporta do GLZ, moguće je definisati kao Weber-ov problem nalaženja optimalne lokacije LC i njegovih satelita  $(x^*, y^*)$ . Istu je moguće matematički definisati kao [158]:

$$\min_{(x,y)} C(x,y) = \sum_{i=1}^n c_i d_i(x,y) \quad (1)$$

pri čemu je  $d_i(x,y) = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}$  Euklidsko rastojanje tačaka  $(x, y)$  i  $(x_i, y_i)$ . Iz ove postavke, shodno definisanju realnih problema, razvijen je čitav set metoda i alata za rešavanje lokacijskih problema. Bez obzira koji je tip funkcije cilja (kapacitet sistema i sl.) sve metode imaju jednaku zastupljenost u rešavanju konkretnih problema. Ako

pođemo od toga, da je konačan cilj razvoja MoL jednovremena i sveobuhvatna optimizacija svih karika logističkog lanca sa pozitivnim odrazom za sve subjekte, onda treba identifikovati logističke zadatke, zatim integrisati ih u odgovarajuće zadatke logistike određenog područja i zajedno povezati u logistički lanac. Pri tome je neophodno pronaći odgovore na sledeća pitanja: (i) koju robu i informacije treba povezati (pitanje *šta?*), (ii) u kojoj mjeri, obimu, količini, (pitanje *zašto?*, *koliko?*), (iii) na kojoj lokaciji (pitanje *gdje?*), (iv) u kom trenutku (pitanje *kada?*), (v) s kojim kvalitetom (pitanje *kako?*), (vi) Kojim aktivnostima (pitanje *ko?*). Pored ovih, važna su i pitanja: (i) gdje će se preuzeti roba (koji satelit) za distribuciju, (ii) kako će biti transportovana (drum, more - drum, željeznica - drum) do odredišta, i (iii) kako, kome i gdje treba usmjeriti proizvode u povratnoj logistici (posebno mjesto, zbirno u LC, i sl). Ova identifikovana pitanja, moguće je opisati binarnim promjenljivima, pa možemo reći, da ovi procesi planiranja pripadaju grupi cjelobrojnih problema, odnosno mješovitih (0-1) cjelobrojnih problema. Zbog složenosti problema koji se rešavaju, odnosno prisutnosti resursa *prostor*, *vrijeme* i *novac*, pripadaju klasi NP-teških problema [16-19, 158]. Probleme iz klase NP - teških problema nije moguće opisati polinomom određenog stepena [16-19, 193-197, 200]. Najčešće je ta zavisnost eksponencijalna, oblika  $cn$ , gdje je  $c$  konstanta striktno veća od 1 a  $n$  je veličina problema kojeg treba riješiti. I pored uvažavanja vremenske dimenzije, problem planiranja regionalnih MoL pripada klasi NP-teških problema. Izražena neizvjesnost zbog razvojnih procesa i promjene ulaznih veličina (količina robe, broj LZ, itd), koje određuju veličinu budućih potraživanja ka LC, utiče da ovi problemi planiranja postanu složeniji. Matematički modeli za rešavanje ovako složenih problema su kategorisani na više načina [149, 158, 193, 196]. Oni se ne mogu predstaviti kao prosti zbir CL rešenja u nekom regionu. Pored toga što moraju da uključe karakteristike pošiljaoca i primaoca robe, logističke aktivnosti u LC, transportni proces do GLZ, karakteristike saobraćajnog toka na saobraćajnoj mreži, oni imaju zajedničke attribute, *prostor* i *vrijeme* kao najmanje zajedničke sadržaoce za više CL rešenja. Integrisanost tehnoloških, prostornih, i IT rešnja je cilj kome se teži. Shodno složenosti i značaju koji imaju za realizaciju optimizacionih procesa, oni imaju obelježja višestapnosti. Primjenom ovih modela kvantifikuju se efekti razvojne regionalne logističke inicijative, u pogledu transportne efikasnosti, ekonomske koristi, ekološke efikasnosti i kvaliteta usluge. Ključni radovi za ovu oblast predstavljeni su u *Tabeli 3.4*.

Tabela 3.4: Pregled najznačajnijih radova iz oblasti razvoja modela logistike

Bitne reference iz oblasti razvoja modela logistike		3	4	5	8	10	12	18	24	32	34	44	45	53	55	61	65	87	90	94	100	102	104	108	112	114	162	166	167	172	174	179	181	182	183	186	188	191	192	194	196	197	201	202	204	205	215													
Oblik publikacije	Monografija, doktorat																																																											
	Naučni radovi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
	Članci, referati																											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																						
	Studije, projekti																																																											
Oblast	Strateško planiranje								■										■	■						■																																		
	Lokacijski problem	■						■							■								■				■																																	
	Rutiranje vozila				■	■	■	■			■	■		■							■			■	■				■	■																														
	Simulaciono modeliranje		■																									■																																
Pristup rešenju	Bazične metode																																																											
	Heurističke metode	■	■					■			■	■		■			■					■	■			■	■																																	
	Metaheurističke metode				■	■	■	■			■	■		■	■	■				■	■			■	■																																			
Funkcija cilja	Ekonomska ušteda	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Kvalitet usluge	■							■																		■																																	
	Prostorna ušteda							■	■						■						■	■					■																																	
	Ekologija		■												■												■																																	
Predmet optimizacije	Transportni kapaciteti	■		■	■	■	■			■	■		■		■								■																																					
	Ekonomija		■												■		■																																											
	Kooperacija u transportu																													■	■																													
	Dimenzionisanje kapac.S							■	■																																																			
	Optimizacija		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Nivo razrade	Opšte teorijske postavke																																																											
	Razvoj metodologije																																																											
	Modeliranje		■	■																																																								
	Matematičko programiranje			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Simulacija													■		■		■									■		■																															



Jedna od globalnih karakteristika svih predloženih MoL je, da li razmatraju problem planiranja u jednom ili više vremenskih horizonata. Shodno tome, mogu biti svrstani u statičke modele, ili razmatraju problem planiranja u više etapa u budućnosti (dinamički modeli). I pored toga što su dinamički problemi znatno složeniji za rešavanje, prije svega zbog postojanja jakih interakcijskih veza između pojedinih etapa, oni izražavaju prihvatljiv nivo apstrakcije za razvoj i praktičnu implementaciju rešenja i samih odluka o tome, kada nešto treba unaprijediti u regionalnom logističkom sistemu (logističkoj mreži regiona) i zbog toga daju konzistentnije i ekonomičnije razvojne planove.

### 3.5.1. Lokacijsko/alokacijski problemi u regionalnoj logistici

Kod lokacijskih problema (LoP) u RL, pojavljuju se najmanje dva skupa objekata koji su interakcijski povezani (LC i sateliti su interakciji sa GLZ). Međusobna povezanost ovih objekata sačinjava logističku mrežu regiona, koju je moguće predstaviti grafom sa svim njegovim atributima (čvorovi, lukovi, međusobne interakcije). Određivanje optimalne lokacije LC i njegovih satelita u odnosu na broj i prostorni raspored GLZ je ključni problem u razvoju MoL. Funkcija cilja je uglavnom definisana kao izbor lokacije, koja će zadovoljiti transportne i prostorne uslove gdje će troškovi transporta biti svedeni na minimum uz zadovoljavajuću potrebu GLZ pri tom. Svi lokacijski modeli [149, 158,...] imaju zajedničke elemente, kao što su: prostor, broj objekata koje treba locirati, veličina objekata, ciljevi donosioca odluka, postojeći LZ, potencijalne lokacije, kapaciteti objekata i dr. Shodno tome, moguće je izvršiti klasifikaciju LoP na više načina [158]:

1. **Prema prostoru u kome se donosi odluka**, LoP se dijele na *kontinualne*, *diskretne* i *mrežne*. Zbog prisustva  $n$  promjenjivih, mrežni modeli imaju elemente i kontinualnih i diskretnih problema. Ako novi objekti mogu biti locirani u ravni  $Rn$  ili prostoru  $Pm$ , govori se o kontinualnim problemima: polje promjenljivih je kontinuum, odnosno dopustivi skup koji ima beskonačno mnogo tačaka. U diskretnim LoP postoji utvrđena lista mogućih lokacija, pa se zadatak svodi na izbor jedne ili više lokacija iz konačnog, tj. diskretnog skupa mogućih lokacija. Kod mrežnih LoP koristi se matematička struktura: težinski graf ili mreža, pa se zadatak izbora lokacije svodi na rešavanje diskretnog mrežnog problema;

2. **Prema obliku funkcije cilja**, LoP se dijele na *min-sum* i *min-max* modele. U prvoj grupi, funkcijom cilja se minimizuje težinski zbir svih rastojanja objekata, favorizujući «prosječne» korisnike, a zanemarujući one udaljene. Drugi tip funkcije cilja, ravnopravno tretira sve korisnike, tako što se nalaze nove lokacije koje minimizuju maksimalno rastojanje između postojećih i nepoznatih objekata;
3. **Prema broju objekata koje treba otvoriti**, LoP se dijele na *endogene* i *egzogene* probleme. Kod endogenih problema broj novih objekata je unaprijed zadat. Nasuprot njima su egzogeni problemi, gdje je broj novih objekata nepoznata veličina i njena vrijednost se dobija kao rezultat optimizacije. Primjeri egzogenih modela su: prost LoP (eng. *Simple-Plant Location Problem* ili *Uncapacitated Facility Location Problem*) i problem pokrivanja skupa;
4. **Prema razlici prirode**, LoP se dijele shodno: (i) matematičkoj prirodi kriterijuma relevantnih za problem na *deterministički* i *nedeterministički*, (ii) planskom horizontu na *statički* i *dinamički* probleme, (iii) proceduri za rešavanje LoP na, one sa *intuitivnim pristupom*, *egzaktne algoritmi*, *heuristički*, *sa složenom procedurom*, *simulaciono zasnovani*, *ekspertni sistemi*, (iv) broju kriterijuma optimalnosti na probleme *sa jednim* i *više* kriterijuma.

Karakteristike na osnovu kojih se takođe prave razlike među LoP su [158]: (i) kapaciteti objekata koji se lociraju mogu biti ograničeni ili neograničeni, (ii) broj kriterijuma optimalnosti za problem – jedan ili više, (iii) matematička priroda kriterijuma za problem – deterministička ili nedeterministička, (iv) planski horizont – statički problemi ili dinamički problemi, (v) procedure za rešavanje LoP – intuitivni pristup, egzaktne algoritmi, heuristička procedura, složene procedure, simulacija, ekspertni sistemi, itd.

Bitna podjela je ona prema vrsti objekata na mreži, pa se LoP dijele na: *probleme medijane*, *probleme centra* i *probleme objekata sa prethodno definisanim performansama sistema*. Dvije osnovne odluke pri planiranju LC su [117, 119, 126] prostorna lokacija i layout plan. Optimalna lokacija LC dobija se selekcijom potencijalnih lokacija na bazi troškova i drugih kriterijuma primjenom tehnika LoP. Ovo se postavlja kao važno strateško pitanje u RL, jer lokacija LC utiče na troškove logističkih aktivnosti (uključujući troškove zemljišta, lokalne takse i osiguranje, zakonske troškove, itd), broj pokretanja vozila dnevno, pređena kilometraža vozila i

ekološki efekti. Većina jednokriterijskih zadataka u teoriji lokacije, formulirana je na način [33, 38, 121, 158] da treba, da izvrši minimiziranje neke vrste troškova (npr. fizičke distribucije robe). Jedna klasa LoP uzima za kriterijum optimalnosti maksimiziranje broja korisnika koji su od potencijalnog LC udaljeni ne više od nekog unaprijed zadatog rastojanja. Međutim, u realnim uslovima funkcionisanja, često se pomoću jednog kriterijuma ne može kvalitetno i na najbolji način opisati sistem vrijednosti optimizacionog zadatka izbora lokacije, pa broj relevantnih kriterijuma optimalnosti postaje  $>1$ , a zadatak izbora lokacija prelazi u grupu višekriterijskih zadataka. Ovakvi zadaci zahtijevaju multidisciplinarni pristup definisanja kriterijuma optimalnosti, koji kao takvi reflektuju više bitnih atributa neke lokacije (tehničko – tehnološki, ekonomski, ekološke, raspoloživost i drugi). Jedan od najbitnijih kriterijuma optimalnosti u RL zasniva se na definisanju suma najkraćih rastojanja od mjesta opsluživanja do svih GLZ. LoP ovog tipa spadaju u grupu *mini-sum* problema, koji su često u praksi primjenjivi za rješavanje izbora lokacije LC, RTC, CDT, itd. Kada je potrebno riješiti optimalnu lokaciju za veći broj objekata u okviru neke mreže na osnovu *mini-sum* kriterijuma, onda govorimo o rješavanju *p-medijane* LoP. Problem medijane, podrazumijeva određivanje optimalne lokacije jednog ili više objekata na mreži, na način što će biti zadovoljena funkcija cilja a to je: minimizacija prosječnog rastojanja između LC i krajnjih korisnika, kako bi vrijeme distribucije i transportni troškovi bili minimalni. LoP centra, podrazumijeva izbor optimalne lokacije jednog ili više LC na mreži, tako da se minimizira rastojanje od najudaljenijeg objekta, tako da se zadovolje već unaprijed definisani ciljevi u pogledu minimalnih rastojanja, vremena putovanja i vremena čekanja na uslugu, maksimizacija dobiti, itd.

Problem RL moguće je matematički opisati kao LoP. Definirat ćemo prvi graf  $A = (B \times V)$  gdje  $B$  predstavlja skup svih čvorova, a  $P_h \subset B$  skup potencijalnih hub čvorova. Skup lukova se definiše kao  $V$  gdje svaki luk ima svoje vrijeme putovanja. Putanje u grafu su identifikovane kao niz sekvenci između čvorova, pri čemu je ovaj broj ograničen na najviše dva čvorišta za jedno putovanje na ruti za datu promjenjivu. Standardni *uncapacitated* lokacioni model se tada definiše na sljedeći način [171]:

$$\min_{x,z} F(x,z) := \sum_{i \in B} \sum_{j \in P_h} \sum_{k \in P_h} \sum_{l \in B} c_{ijkl} x_{ijkl} + \sum_{j \in B} f_j z_j \quad (2)$$

Sa ograničenjima:

$$\sum_{j \in P_h} \sum_{k \in P_h} x_{ijkl} = d_{i,l}, \forall (i,l) \in C_S, \quad (3)$$

$$\sum_{j \in I} x_{ijkl} = Q_{ilzk}, \forall k \in P_h, (i,l) \in W \quad (4)$$

$$\sum_{k \in I} x_{ijkl} = Q_{ilzk}, \forall k \in P_h, (i,l) \in C \quad (5)$$

$$x_{ijkl} \geq 0, \forall j \in P_h, \forall k \in P_h, (i,l) \in C \quad (6)$$

$$0 \leq z_j \leq 1, \forall j \in I, \quad (7)$$

$$z_j \in \{0,1\}, \forall j \in I, \quad (8)$$

gdje  $d \in \mathfrak{R}_+^{|W|}$  je vektor zahtjeva nad skupom  $C \subset B^2$  ishodišno – odredišnih parova.

Promjenjive protoka u grafu su date strane  $x \in \mathfrak{R}_+^{|B|^2 \times |P_h|^2}$ , a  $z \in \{0,1\}^{|P_h|}$  predstavlja vektor diskretnih promjenjivih odluka o tome, da li će se neki čvor otvoriti ili ne. Konstanta  $Q_{il}$  se definiše tako da  $Q_{il} \geq D_{il}$ ,  $(i, l) \in C$ , kada jednačina 4 i 5 osigurava da je hab otvoren za protok, kao i koja čvorišta imaju vrijednost veću od nule. Troškovi na putu  $(i, j, k, l)$  su dati  $c_{ijkl}$ , kada  $f_j$  predstavlja trošak povezan s pretvaranjem terminala  $j$  u hab čvor.

Strateški posmatrano, realizacija robnih tokova od ishodišta do odredišta može se razložiti u tri ključne faze [115-116, 127, 140, 207]: (i) *faza konsolidacija*, (ii) *faza snabdijevanja*, i (iii) *faza fizičke distribucije*. Istovremena optimizacija svih faza realizacije SC je cilj kome se teži [20, 46, 55-57, 205]. Stoga je moguće definisati opšti matematički model optimizacije, koji ima sledeće karakteristike [205]:  $A = (B \times V)$  predstavlja potpuno definisan graf, gdje je  $B = \{1, \dots, n\}$  skup čvorova, a  $V = B \times B$  skup lukova,  $Q_{ij}$  je količina robe koju treba transponovati od  $i$  - tog snabdjevača do  $j$  - tog korisnika, a  $D_{ij}$  je rastojanje između njih,  $p$  je broj habova koje treba locirati, parametri  $\chi$  i  $\delta$  predstavljaju troškove distribucije robe po jedinici količine, dok  $l$ - $\alpha$  predstavlja koeficijent uštede za transpot između habova. Promjenljive  $P_{hj}$ ,  $Z_{ik}$ ,  $Y_{kl}^i$ ,  $X_{ij}^i$  imaju vrednosti:

$P_{hj}$  uzima vrijednost 1 ako je hab lociran na  $j$  - tom čvoru, inače 0;

$Z_{ik}$  količina robe koja polazi od  $i$ -tog čvora a sakuplja se u habu  $k$ ;

$Y_{kl}^i$  količina robe koja polazi od  $i$ -tog čvora, sakuplja se u habu  $k$  i distribuira preko haba  $l$

$X_{ij}^i$  količina robe koja kreće od čvora  $i$ , ka čvoru  $j$ , a transportuje se preko haba  $l$ .

Koristeći prethodnu postavku, definisana je polazna matematička formulacija [205]:

$$\min \sum_i \left[ \chi \sum_k D_{ik} Z_{ik} + \alpha \sum_k \sum_l D_{kl} Y_{kl}^i + \delta \sum_i \sum_j D_{ij} X_{ij}^i \right] \quad (9)$$

sa ograničenjima:

$$\sum_j P_{hj} = p \quad (10)$$

$$\sum_k Z_{ik} = \sum_j W_{ij}, \quad \text{za } \forall i \quad (11)$$

$$\sum_l X_{ij}^i = W_{ij}, \quad \text{za } \forall i, j \quad (12)$$

$$\sum_l Y_{kl}^i + \sum_j X_{kj}^i - \sum_l Y_{lk}^i - Z_{ik} = 0, \quad \text{za } \forall i, k \quad (13)$$

$$Z_{ik} \leq \sum_j Q_{ij} P_{hk}, \quad \text{za } \forall i, k \quad (14)$$

$$\sum_i X_{ij}^i \leq \sum_i Q_{ij} P_{hl}, \quad \text{za } \forall i, j \quad (15)$$

$$X_{ij}^i, Y_{lk}^i, Z_{ik} \geq 0, P_{hk} \in \{0, 1\}, \quad \text{za } \forall i, j, k, l \quad (16)$$

Funkcija cilja (17) minimizuje sumu transportnih troškova u sve tri faze, pomnoženih sa koeficijentima  $\chi$ ,  $\alpha$ ,  $\delta$  respektivno. Ograničenje (18) fiksira broj uspostavljenih habova na  $p$ , a ograničenja (19)-(21) predstavljaju za svaki čvor  $i$  jednačine divergencije protoka u mreži. Ograničenja (22) i (23) ne dopuštaju direktnu komunikaciju između ne-hab čvorova, a (24) označava ne-negativnu i/ili binarnu reprezentaciju promjenljivih  $P_{hj}$ ,  $Z_{ik}$ ,  $Y_{kl}^i$  i  $X_{ij}^i$ .

### 3.5.2. Lokacijski ruting problem u regionalnoj logistici

Polazeći od konstatacije, da se jednim vozilom u procesu fizičke distribucije robe opslužuje više korisnika u okviru jedne rute, i da ukupna količina proizvoda koju treba transportovati u okviru te rute nije veća od kapaciteta vozila, ukazuje na činjenicu da je neophodno lokacijske i ruting problemi posmatrati jedinstveno. Ova međuzavisnost je sedamdesetih godina prošlog vijeka počela da predstavlja inspiraciju istraživačima iz oblasti operacionih istraživanja [121, 123, 143,...]. Suštinski, lokacijski-ruting problemi se danas definišu kao problemi rutiranja vozila - VRP (eng. *Vehicle Routing Problem*) u kojima je ključni atribut kapacitet vozila, a broj i prostorni raspored LC se određuju metodama iz domena LoP [195-196]. To je problem trgovačkog putnika (*NP* - težak

problem) kojem su dodati atributi kapacitet, vrijeme i prostor, što samim tim podiže nivo složenosti  $NP$  - težine. Zbog kapacitativne neusklađenosti transportnih i skladišnih kapaciteta, i samih potreba GLZ, postojanje uslova kapacitet u VRP problemima je neophodan, jer u suprotnom rešenje problema ne bi imalo smisla. Zato ovdje govorimo o problemu rutiranja vozila sa kapacitetom (*Capacitated Vehicle Routing Problem – CVRP*). Ovaj problem obrađivan je na više načina u radovima [35, 123, 189, 193, 196, 197].

Problem CVRP se može opisati na sledeći način: svaki od  $n$  korisnika (GLZ) na nekom prostoru zahtijeva određenu količinu robe  $q_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ). Distribucija robe tih korisnika mora biti izvršena iz jednog CDC. Da se ne bi pokretalo vozilo za svakog korisnika ponaosob, vrši se sabiranje LZ za više korisnika u okviru jednog vozila  $k$ ,  $k \in K$  do nivoa njegovog kapaciteta  $q_k$ . Sobzirom na ograničeni kapacitet, vozilo se mora periodično vraćati u CDC radi ponovnog utovara. Kako nema nepotpunih isporuka korisnicima jednim vozilom, problem CVRP se vezuje za rešavanje skupa ruta  $r$ ,  $r \in R$  pri čemu je svaki korisnik samo jednom posjećen, a ukupna potražnja rute mora biti  $r \leq q_k$  vozila. Model CVRP podrazumijeva postojanje  $m$  unificiranih vozila, koja imaju početnu tačku u CDC. CVRP definiše se grafom  $A = (B \times V)$ , gdje je skup korisnika i skladišta  $B = \{1, 2, \dots, n\}$  povezan putem veza  $V = \{(i, j) \mid i, j \in B\}$  koje predstavljaju puteve. Veze  $e_{ij} \in V$  su povezani sa dužinom putovanja i troškovima transporta. Svaki čvor  $i \in B$  generiše zahtjev ka CDC za robom, koji ima nenegativnu vrijednost. Pretpostavka je, da se u CDC nalazi  $n$  različitih kooperanata koji raspolažu različitom vrstom robe. Na osnovu ovoga matematički model CVRP može se opisati kao:

$$\min \sum_{e \in E_v} c_e x_e \quad (17)$$

sa ograničenjima:

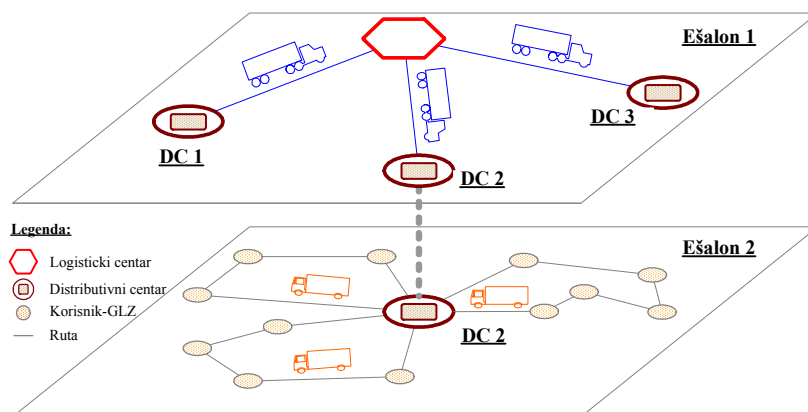
$$\sum_{e \in \delta(i)} x_e = 2 \quad \forall i \in B_v \quad (18)$$

$$\sum_{e \in E_v(S)} x_e \leq |S| - 1 \quad \forall S \subset B_v, |S| \leq \frac{1}{2} |B_v| \quad (19)$$

gdje  $\delta(i) = \{e \in A_v : \exists j \in B_v, e = (i, j) \text{ or } (j, i)\}$  predstavlja skup lukova koji počinju ili se završavaju u čvoru  $i$ , gdje  $V_v(S) = \{e_{ij} \in V_v : i, j \in S\}$  predstavlja skup troškovno zavisnih lukova, čiji čvorovi pripadaju podskupu tjemena  $S$   $n_n = |B_v|$  i  $c_e$ . U matematičkoj

formulaciji, ograničenje (18) obezbjeđuje uslov da svaki čvor  $i \in B_v$  mora biti posjećen samo jednom, odnosno da je posjeta svakom korisniku prikazana sa dva čvora povezana jednim lukom. Ograničenje (19) eliminiše postojanje podtura.

U optimizacionim procesima RL treba posmatrati dvoešalonski (2E) sistem distribucije (Slika 3.6.), kako bi transportni procesi snabdijevanje satelita, takođe bili optimizovani.



Slika 3.6: Opšti model CVRP u 2E sistemu distribucije

Koristeći sledeće oznake, moguće je definisati CVRP model za 2E sistem distribucije;

I - skup potencijalnih mjesta u regionu za uspostavljanje satelita;

J - skup krajnjih korisnika;

K - skup transportnih sredstava koji distribuiraju robu od satelita do krajnjih korisnika;

$L_1, \dots, L_{|I|}$  - skupovi transportnih sredstava koja prevoze robu od RTC-a do satelita na lokacijama  $1, \dots, |I|$ , respektivno;

$d_j$  - potražnja korisnika  $j \in J$ ;

$c_{ij}$  - cijena transporta od lokacije  $i$  do lokacije  $j$ , pri čemu  $i, j \in I \cup J$ ;

$b_i$  - cijena transporta robe od RTC-a do satelita na lokaciji  $i$ ,  $i \in I$ ;

$f_i$  - cijena pokretanja transportnog sredstva sa lokacije satelita  $i$ ,  $i \in I$ ;

$g$  - cijena pokretanja transportnog sredstva iz RTC-a;

$o_i$  - cijena uspostavljanja satelita na lokaciji  $i$ ,  $i \in I$ ;

$p_i$  - kapacitet satelita na lokaciji  $i \in I$ ;

$q_k$  - kapacitet transportnog sredstva  $k \in K$  koji transportuje robu od satelita do korisnika;

$r_{il}$  - kapacitet transportnog sredstva koje transportuje robu iz LC do satelita,  $i = 1, \dots, |I|$ ,  $l \in L_i$ .

Uvedimo sledeće promjenljive:

$x_{ijk}$  – ima vrijednost 1, ako transportno sredstvo  $k \in K$  ide direktno od lokacije  $i \in I \cup J$  do lokacije  $j \in I \cup J$ , u suprotno je 0;

$y_{ijk}$  - ima vrijednost 1, ako se roba transportuje od satelita  $i \in I$  do korisnika  $j \in J$ , inače je 0;

$z_{ijk}$  - ima vrijednost 1, ako je satelit na lokaciji  $i \in I$  uspostavljen, inače je 0;

$w_{ijk}$  - ima vrijednost 1, ako transportno sredstvo  $k$  vrši transport do korisnika  $j$ , inače je 0;

$t_{ij}$  - uzima vrijednost 1 ako je iskorišćeno vozilo  $j \in L_i$  za transport do satelita na lokaciji  $i$ .

Potrebno je izračunati:

$$\min \left( \sum_{i \in I} o_i z_i + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} f_i x_{ijk} + \sum_{i \in I \cup J} \sum_{j \in I \cup J} \sum_{k \in K} c_{ij} x_{ijk} + g \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{l \in L_i} r_{il} t_{il} + \sum_{i=1}^{|I|} \sum_{l \in L_i} b_i t_{il} \right) \quad (20)$$

uz sledeća ograničenja:

$$\sum_{j \in J} w_{jk} d_j \leq q_k \quad \forall k \in K, \quad (21)$$

$$\sum_{j \in J} y_{ij} d_j \leq p_i z_i \quad \forall i \in I, \quad (22)$$

$$\sum_{j \in J} y_{ij} d_j \leq \sum_{l \in L_i} r_{il} t_{il} \quad \forall i \in I, \quad (23)$$

$$\sum_{i \in I \cup J} \sum_{k \in K} x_{ijk} = 1 \quad \forall j \in J, \quad (24)$$

$$\sum_{i \in V} \sum_{j \in V} x_{ijk} \leq |V| - 1 \quad \forall V \subseteq J \quad \forall k \in K, \quad (25)$$

$$\sum_{i \in I \cup J} x_{ijk} = \sum_{i \in I \cup J} x_{jik} \quad \forall j \in I \cup J \quad \forall k \in K, \quad (26)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijk} \leq 1 \quad \forall k \in K, \quad (27)$$

$$\sum_{l \in I \cup J} x_{ilk} + \sum_{l \in I \cup J} x_{jkl} \leq 1 + y_{ij} \quad \forall i \in I \quad \forall j \in J \quad \forall k \in K, \quad (28)$$

$$\sum_{i \in I \cup J} x_{ijk} = w_{jk} \quad \forall i \in I \cup J \quad \forall k \in K, \quad (29)$$

$$\sum_{j \in I \cup J} x_{ijk} = w_{jk} \quad \forall j \in I \cup J \quad \forall k \in K, \quad (30)$$

$$t_{il} \leq z_i \quad \forall i \in I \quad l \in L_i, \quad (31)$$



$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \cup J \quad \forall j \in I \cup J \quad \forall k \in K, \quad (32)$$

$$y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad \forall j \in J, \quad (33)$$

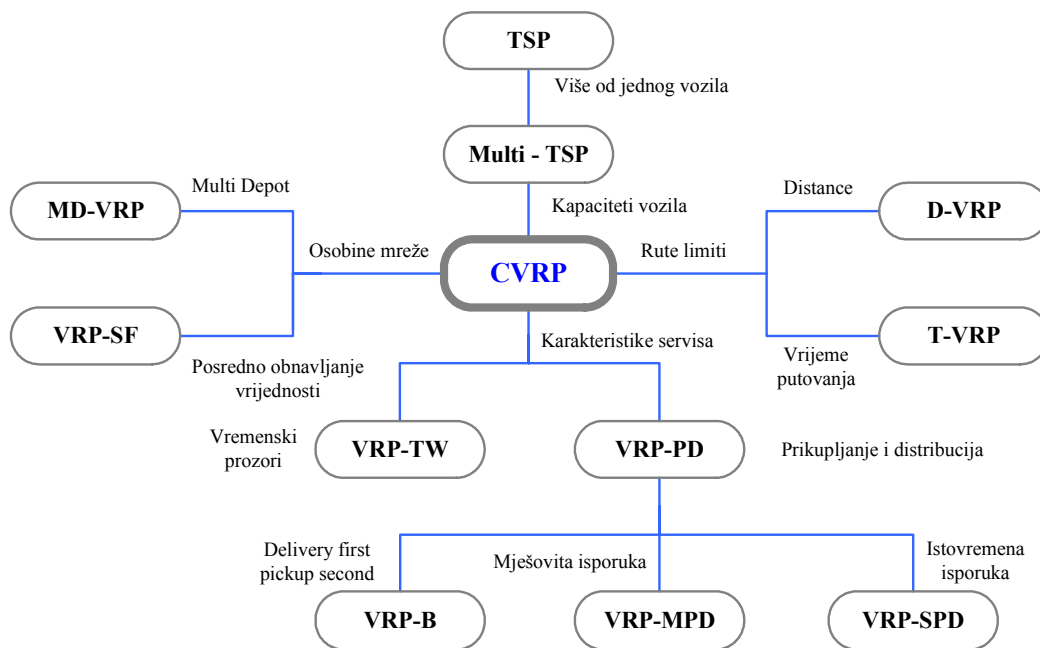
$$w_{jk} \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad \forall k \in K, \quad (34)$$

$$z_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, \quad (35)$$

$$t_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i = 1, \dots, |I| \quad \forall l \in L_i. \quad (36)$$

Funkcija cilja (20) minimizuje sumu troškova uspostavljanja satelita, pokretanja vozila i cijenu transporta. Ograničenje (21) ukazuje, da količina robe koja se transportuje od satelita datim transportnim sredstvom do korisnika ne smije prekoračiti zadati kapacitet tog sredstva. Ograničenjem (22) definiše se količina robe koja se transportuje od satelita do odgovarajućih korisnika, tako što ona ne smije prekoračiti kapacitet tog satelita. Ograničenje (23) definiše količinu robe koja se transportuje od RTC-a do satelita datim transportnim sredstvom, tako što ona ne smije prekoračiti kapacitet tog sredstva. Ograničenje (24) ukazuje da se svaki korisnik mora nalaziti u okviru jedne rute. Sa (25) se definiše da niti jedna ruta od  $|V|$  čvorova ne smije sadržati cikluse koji sadrže manje od  $V$  čvorova. Sa (26) se definiše da ukoliko je na neku lokaciju došlo vozilo  $k$ , ono mora i izaći iz te lokacije, a sa (27) da svako vozilo koje potencijalno kreće iz depoa može direktno iz njega opslužiti najmanje jednog korisnika  $j$ . Ograničenje (28) ukazuje, da će korisnik biti pridružen satelitu, samo ukoliko postoji ruta koja ih povezuje, dok (29) ukazuje na to, da ako je vozilo  $k$  dospjelo na neku lokaciju  $j$ , mora postojati lokacija  $i$  iz koje je ono stiglo. Sa ograničenjem (30) definiše se da ako je vozilo  $k$  pošlo iz lokacije  $i$ , mora postojati lokacija  $j$  u koju se zaputio, a sa (31) se definiše da se vozilo iz RTC-a do satelita pokreće samo u slučaju kada je taj satelit uspostavljen. Pozicijama (32) - (36) definiše se binarnost promjenljivih  $x_{ijk}$ ,  $y_{ij}$ ,  $w_{jk}$ ,  $z_i$ , i  $t_{ij}$ . Problem je  $NP$  – težak, čak i u slučaju kada je poznato koji sateliti su uspostavljeni.

Shodno svom atributu – kapacitet, CVRP ima razvijeno nekoliko varijanti (Slika 3.7.). Ostale varijante CVRP problema, nastaju kada se u obzir uzme heterogenost LZ. Najčešći problem sa heterogenošću se dobija [196], kada vozila imaju različite kapacitete i nosivost. U ovom slučaju, skup vozila  $k$  smatra se, da je svaki od njih sa različitim kapacitetom  $q_k$ ;  $k = 1 \dots m$ .



Slika 3.7. Prikaz varijanti CVRP modela [196]

Kada postoji maksimalna udaljenost i mogućnost da svako vozilo može pokriti i najudaljenije lokacije koje se uzimaju kao ograničenje, problem je poznat kao *Distance Constrained VRP* (DVRP), a kada se u obzir uzmu obje grupe ograničenja, problem je onda *Distance Constrained Capacitated VRP* (DCVRP). Ova udaljenost se može izraziti u smislu geografske udaljenosti ili vremena putovanja, gdje svako vozilo može imati različita maksimalna vremena putovanja  $T_l; l = 1, \dots, m$ . Druge varijante mogu se dobiti za mrežne karakteristike. Kao glavne mrežne karakteristike su one koje se odnose na LC, skladišta i posredničke objekte (npr CDT), dok se glavne karakteristike logističke usluge odnose na kvalitet usluge u smislu vremena isporuke kod kupaca (VRPTW), kao i mogućnost realizacije isporuke istim putem i istim vozilom bez prolaza kroz depo (VRPPD). Shodno tome, da je svakom GLZ uglavnom dodijeljen jedan satelit (CDC ili CDT) najkritičnije odluke koje se odnose na to, kojeg GLZ povezati sa kojim satelitom, pa u ovom slučaju više odgovarajuća metoda je *Multi-Depot Location Routing Problems* (MDLRP). U ovim problemima, koji se odnose na lokaciju LC i problem rutiranja vozila ne rešavaju se kao dva odvojena problema, već se posmatraju kao jedan složeni problem. U ovoj varijanti, poznatoj kao *VRP with Satellites Facilities* (VRPSF), u mreži su uključeni objekti koji se koriste za nadopunjavanje vozila tokom rute. Ovo omogućava, da se u nekom satelitu vrši dopuna vozila, koja onda omogućava vozačima

da nastavi isporuku bez neophodnog vraćanja u centralni LC. Vremensko ograničenja, koje je važno u realnim situacijama u PTR (izbjegavanje vršnog opterećenja), je moguće proučavati kao VRPTW problem. Vremenski prozor predstavlja vremenski interval unutar kojeg vozilo može doći do odredišta da zadovolji zahtjev GLZ. Moguća su dva tipa vremenskih prozora: (i) *hard vremenski prozori*, koji se definišu kao stroga ograničenja, u kojima ne postoji mogućnost da vozila dođu do odredišta, nakon isteka vremenskog ograničenja i (ii) *soft vremenske prozore*, koji su definisani u funkciju cilja, kada vozilo plaća penale ako stigne do odredišta izvan vremenskih prozora.

Još jedna važna grupa problema definisana je u slučajevima kada GLZ ne primaju samo robu, nego i vraćaju određenu količinu robe (povratna logistika). Ova grupa problema predstavlja realnost u mnogim slučajevima (prodavci tehničke robe vraćaju reklamiranu robu). Savelsberg i Sol [72] su formulisali model za *General Pickup and Delivery Problem* (GPDP). Polazi se od toga, da je vozni park dostupan za rad na rutama (isključeno ograničenje raspoloživosti vozila). Svako vozilo ima poznat kapacitet, ishodišno i odredišno mjesto. Za svaku prevoznu aktivnost, određuje se, količina tereta, koji se prevozi do lokacije, a količina povratnog tereta na lokaciji je slučajna veličina. Tri grupe problema se mogu identifikovati kao specijalni slučajevi GPDP, a to su :

- ✓ *Pickup and delivery problem* (PDP). Kod ovog problema, svaki zahtjev prevoza određuje se za jedno ishodište i jedno odredište, i sva vozila se vraćaju u CDC;
- ✓ *Dial-a-ride problem* (DARP) je poseban slučaj PDP koji se primjenjuje za zbirne opsluge u kome je vremenski faktor obično veoma važan, jer postoji dodatni zahtjev da vozilo stigne na odredište i u traženom momentu;
- ✓ *The Vehicle routing problem with Pickups and Deliveries* (VRPPD) je PDP problem u kojem se sva ishodišta za isporuku i *pickup* odredišta nalaze u CDC.

Moguće je uzeti u obzir, da VRP i *pickup* isporuke predstavljaju različite politike, koje mogu biti pod jednim upravljačkim procesom. Najčešće se koristi upravljačka strategija za zadovoljenje fizičke distribucije robe, pa se nakon toga, ukoliko za tim ima potrebe, pristupa upravljanju realizaciji *pickup* zahtjeva. Moguć je slučaj, u kome se fizička distribucija i *pickup*, posmatraju kao dva nezavisna procesa, i kao takvi se modeliraju kao dva nezavisna VRP problema. Takođe, moguće je modelirati situaciju u kojoj vozilo nakon završetka procesa fizičke distribucije ide direktno iz posljednje odredišne

destinacije na prvu destinaciju na kojoj *pickup* teret mora biti pokupljen. Nakon opsluge svih destinacija, vozilo se vraća u CDC. Ovakvi slučajevi su poznati kao VRP *with backhauls* (VRP-B). Sledeća strategija je, da se kombinuju fizička distribucija i *pickup*, na način što vozilo, nakon dostavljanja robe sagledava da li postoji mjesta za *pickup* teret na toj destinaciji, i ako postoji bez dupliranja vožnje preuzima isti i nastavlja dalji transportni proces. Ovaj slučaj je poznat kao VRP *Mixed Pickups and Deliveries* (VRP-MPD). Posljednji slučaj jeste, kada se na odredište distribuira odgovarajuća roba, a zatim, u istom vozilu se tovari drugi teretni koji je pokupljen iz istog odredišta. Ova strategija se često koristi u distribuciji novina, i kod svježih proizvoda, a poznata je kao *Simultaneous Pickups and Deliveries* (VRP-SPD). Sledeća strategija polazi od toga da je moguće realizovati razdijeljenu isporuku (*split system*), gdje su posjete svakog GLZ moguće odvojeno. Ovaj problem se zove VRP *with Split Delivery* (VRPSD). Različitošću LZ, multidimenzionalnost logističkih problema, različita struktura sistema, uticali su da se prethodno opisane varijante mogu kombinovati sa dvije ili više grupa ograničenja.

### 3.5.3. Capacitated Arc Routing Problem u regionalnoj logistici

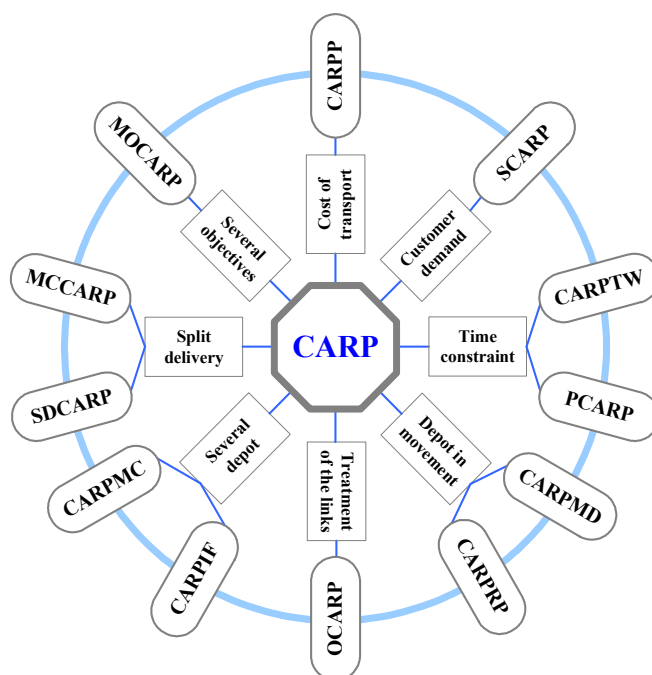
Za optimizaciju realnih logističkih procesa, kada dostavno vozilo opslužuje više GLZ duž neke ulice, prikladna je CARP metoda. Metodu su 1981. godine predstavili Golden i Wong [14] za rešavanje problema na neusmjerenom, usmjerenom ili mješovitom grafu. Cilj metode je, pronalazak optimalne rute dostavnog vozila [15, 28, 51, 81], koje opslužuje više GLZ duž neke ulice na definisanoj topografskoj mreži određene zone, koje će imati minimalne troškove pri zadovoljavanju cilja i ispunjavanju svih ostalih uslova. Kao osnov za njen razvoj uzeta je metoda *Chinese Capacitated Postman Problem* – CCPP. Kod CARP metode, dostavna vozila se početno nalaze u okviru nekog CDC. Kapacite vozila kao uslov ograničenja određuje količinu robe koja se može transportovati jednim vozilom, a samim tim i broj lukova koje može opslužiti u nekoj zoni. Zbog prisustva više promjenjivih (troškovi distribucije i vrijeme isporuke), CARP spada [21] u NP-teške probleme. Ovim problemom se bavilo više autora. Hirabayashi i dr. [91] kao i Kiuchi i dr. predstavili su [174] metodu *Branch and Bound*, dok su Belenguer i Benavent [49] razvili *cutting planes* algoritam. Algoritam transformacije CARP u CVRP opisali su Eglese i Letchford [177], dok su Longo i dr. [47], i Baldacci i Maniezzo [88] razvili *branch-and-cut* algoritam za rješavanje problema. Algoritam

*branch-and-cut-and-price* predložili su Gómez-Cabrero i dr. [163], kao i Letchford i Oukil [9]. Bounding procedure predstavili su Benavent i dr. [28], Amberg i Voss [161], Wöhlk [204], i Belenguer i Benavent [50, 62]. Mnoga istraživanja su posvećena razvoju konstruktivne heuristike, koja bi davala približno dobra rješenja za CARP problem u prihvatljivom vremenu. Tako su Zlatni i Wong [14] predložili konstruktivnu heuristiku nazvanu *augment-merge*. Golden i dr. predložili su [15] još jednu heuristiku nazvanu *path scanning*, koju je koristio Ulusoj [39] da razvije *Ulusoy heuristics* algoritam. Mourao i Amado [70] su predložili heurističku metodu za mješoviti CARP problem, koja se pokazala da je bolja od svih prethodnih heuristika. Amponsah i Salhi [96] su predložili efikasnu heurističku proceduru za poboljšanje postupaka pred analiza.

Pored heurističkih procedura, razvijeno je nekoliko meta-heuristika za rješavanje CARP problema. Tako su na *Tabu Search* algoritmu radili Hertz et al [10], Gierstorfer [82], Eglese i Brandao [51] i Mei i dr. [184]. Na algoritmu zasnovanom na *local search* (LS) radili su Beullens i dr. [81], dok su Lacomme [84] radili na *memetic* algoritmu (MA), koji predstavlja genetski algoritam pojačan sa *local search* procedurom. Kolonija mrava kao optimizaciona procedura bila je inspiracija istraživačima Lacomme [83] i Santosu [68], koji su ovu meta-heuristiku koristili za rješavanje problema prikupljanja komunalnog otpada. Martinez i dr. [23] su razvili algoritam za rješavanje CARP problema zasnovanog na *local search* proceduru, koji za osnovu ima poboljšani genetski algoritam (*Biased Random Key Genetic Algorithm* - BRKGA), koji su predložili Ericsson i dr. [71], i Almeida i Goncalves [58] u svojim radovima. Upotrebu GRASP (*Greedy Randomized Adaptive Search Procedure*) u rješavanju CARP problema predložili su Usberti i dr. [31]. Oni su predložili pristup za rješavanje CARP problema koji uključuje, konstruktivnu fazu, reaktivno prilagođavanje, lokalno pretraživanje, i statističko filtriranje. Na osnovu analize literature, može se reći, da algoritmi zasnovani na metaheuristici, daju bolja rješenja u odnosu na algoritme zasnovane na konstruktivnoj heuristici.

Prisustvo više realnih logističkih situacija i uslova uticalo je, da se kod CARP metode razvije [64] više varijanti (*Slika 3.8.*). Prvu vrstu proširenja CARP metode uveli su Archetti i dr. [21] na neusmjerenom grafu, koja je zasnovana na cijenu transporta i ostvarivanje profita *CARP with profit* (CARPP). Cilj rješavanja ovog problema je, da se pronađe skup ruta, koje zadovoljavaju ograničenja po pitanju kapaciteta, vremena

putovanja, i sposobnost vozila da maximizira ukupnu dobit procesom prikupljanja pojedinih isporuka. Za rešavanje ovog problema, autori su predstavili tri heuristike, zasnovane na lokalnom pretraživanju: prva heuristika je zasnovana na *variable neighborhood search* (VNS) pristupu, dok su druge dvije heuristike zasnovane na *Tabu Search* (TS) pristupu. Heuristike zasnovane na TS razlikuju su u pristupu po pitanju upravljanja kapacitetom i upravljanja ograničenjima. Benavent i dr. [41], su predstavili algoritam zasnovan na *Compact Flow* proceduri za nekoliko CARPP problema.



Slika 3.8: Grafički prikaz razvijenih varijanti algoritama za CARP metodu

Druga vrsta proširenja CARP, odnosi se na vremenski okvir za isporuku robe *CARP with Time Window* (CARPTW). Mullaseril [80], i Gueguen [191] predložila su heuristički pristup i linearni model za rešavanje problema usmjeravanja vozila s vremenskim prozorima. Wöhlk [204] je predstavio kombinaciju modela dinamičkog programiranja i simuliranog kaljenja u rešavanju ovog problema. Ramdane-Šerif [182] su pokazali da MA može dobiti dobro rješenje za rešavanje ovog problema. Labadi i dr. [78] su koristili GRASP u rešavanju CARPTW. Wöhlk i Johnson [167] su predložili model zasnovan na kombinaciji *Column Generation* i heuristike u rešavanju CARPTW. Afsar [45] je prvi koji je razvio CARP s fleksibilnim vremenskim prozorima i *Branch & Price* algoritam za njegovo rešavanje. Lacomme i dr. [175] su opisali nekoliko verzija algoritama za rešavanje periodičnih *Periodic CARP* (PCARP) problema. Predstavili su

genetski algoritam koji bi rešavao problem bez numeričkih rezultata. Lacomme i dr. [86] su predložili MA koji je u stanju da može promijeniti taktičke odluke (dani tretmana svakog luka) i operativne odluke (putovanja za svaki dan). Chu i dr. [32] su razvili i testirali *greedy* heuristiku kao i *Scatter Search* (SS) za dva PCARP slučaja.

Amberg i dr. [5], su izučavali problem isporuke robe s više centara *CARP with Multiple Centers* (CARPMC). Za rešenje problema uzet je neusmjereni graf, kod koga se vozila pokreću iz nekoliko depoa i/ili s različitim zahtjevima u pogledu kapaciteta. Del Pia i Filipi [6] su obrađivali problem koji se odnosi na mobilne depoe *CARP with Mobile Depots* (CARP-MD). Oni su uzeli, da veliko vozilo koje distribuira robu predstavlja mobilni depo, kojeg duž rute opslužuje više manjih vozila. Za rešavanje ovog problema, oni su predložili heuristiku zasnovanu na lokalnom pretraživanju dobijenu VNS postupkom. Za rešavanje malih instanci, Amaya i dr. [7] su predložili matematički model i *cutting plane* algoritam. Amberg i dr. u svom radu [12] predlažu *route-first-cluster-second* algoritam za rešavanje CARP problema sa više centara na neusmjerenom grafu, gdje se kod faze konsolidacije koriste dva koncepta. Prvo, pronaći potrebne lukove, koji se modeliraju kao *Capacitated Minimum Spanning Tree problem* (CMST) i razviti heurističku proceduru za definisanje inicijalnog rješenja. Drugo, primjenom simuliranog kaljenja i TS pretrage, treba poboljšati dobijeno rješenje, što na kraju dovodi do bolje putanje vozila. Xing i dr. su takođe u njihovom članku [69] obrađivali problem CARP s višestrukim depovima. Oni su proširili postojeću heuristiku za CARP problem u novi integrisani evolucijski okvir, kod kojeg se početna populacija definiše GRASP, ili *Ulusoy* heuristikom. Nakon toga, nekoliko različitih operatora se koriste za pravljenje selekcije i mutacije. Ghiani i dr. [36] su predstavili algoritam za CARP problem sa srednjim objektima *CARP with intermediate facilities* (CARPIF), koji predstavlja varijaciju MDCARP. Problem je definisan, kao CARP sa jednim depoom i setom čvorova nazvanih srednji objekat (IF), u kojem se vozilo može napuniti. Depo, svi čvorovi i srednji objekti se nalaze na neusmjerenom grafu. Cilj je, da se definiše ruta za jedno vozilo koja se sastoji od povezanih segmenata. Prvi segment rute je od depoa do nekog odredišta, opciono srednji segment rute veže dva odredišta, i poslednji segment rute povezuje zadnje odredište i depo. Polacek i dr. [76] koriste VNS tehniku za CARPIF probleme. Amaya i dr. [7] su predstavili rešavanje problema punjivih mjesta *CARP with Refill Points* (CARPRP). Uzeto je da postoje dva različita tipa vozila: prvi

tip, koji ima konačan kapacitet, i koristi se da opsluži lukove, i drugi tip vozila, koji se koristi da dopuni prvi tip na pojedinim čvorovima.

Labadi i dr. [148] su razvili algoritam za split isporuku *Split Delivery CARP* (SDCARP) na usmjerenom grafu, gdje svaki luk može biti opslužen sa nekoliko vozila. Mullaseril, Dror, i Leung [80] su predložili adaptiranu verziju heuristike zasnovane na lokalnom pretraživanju, koju su razvili Dror i Trudeau (1990) za SDCARP problem. Gueguen je u svom radu [191], uvela transformaciju SDCARP s vremenskim prozorima u VRP problem i riješavala problem prilagođavanjem pristupa *Column Generation* korišćenog za rešavanje SDVRP problema. Labadi, Reghioui i Prins [61] su za rešavanje SDCARP problema definisali MA sa novim metaheurističkim okvirom *Population Management* (MAPM), koji su ranije predstavili Sevaux i Sörensen [66]. Belenguer i dr. [62] su rešavali SDCARP problem primjenom *cutting plane* algoritma i evolutivnog lokalnog pretraživanja pojačanog sa *Multi Start* i *Variable Neighborhood Descent* procedurama. Muyldermans i Pang [67] koriste *Clarke and Wright* algoritmom za dobijanje početnog rješenja, a zatim isto poboljšavaju lokalnim pretraživanjem. Da bi ubrzali istraživanje, koristili su mehanizama *listsand* obilježavanja. Na kraju, oni vrše kombinaciju ovog postupka sa *Guided Local Search* postupkom i LS, kako bi se osiguralo kvalitetno rešenje.

Kada GLZ na lukovima potražuju različite proizvode, koje treba transporrtovati razdvojeno zbog svojih fizičko-hemijskih osobina, onda je to *Multiple Compartment CARP* (MCCARP) problem, koji su uveli Muyldermans i Pang [67]. Stohastičku verziju CARP (SCARP) uveli su Fleury i dr. [37], ali je ona dobila vrlo malo pažnje. Razlika između SCARP i CARP ogleđa se u dva pitanja: (i) u nekom trenutku duž rute, stvarna akumulirana potražnja mogla bi premašiti kapacitet vozila, što se definiše kao neuspjeh, i (ii) ako bi se dogodio kvar vozila na definisanoj ruti sa minimalnim očekivanim troškovima, mora se preduzeti akcija kako bi se dovršila prvobitno planirana ruta. CARP se samo bavi: minimiziranje ukupnih troškova putovanja, dok u realnosti CARP mora uzeti u obzir ukupne troškove putovanja i troškove najdužeg puta. Problem *Stochastic CARP* (SCARP) je veoma sličan *Deterministic CARP* (DCARP) problemu, a isti su prvi put razmatrali Fleury i dr. u svoja dva rada [37, 169]. Autori koriste simulaciju za evaluaciju, a optimalno rešenje izračunava heuristika za DCARP, koja kao osnov ima slučajnu potražnju. Konkretno, Fleury i dr. [169] su definisali MA za



rešavanje SCARP problema koji vrši poređenje dvije determinističke verzije na osnovu prosjeka zahtjeva. Fleury i dr. [41] koriste direktno normalnu raspodjelu veličine zahtjeva u rešavanju problema SCARP. Primjena je moguća samo na rutama koje nemaju problema. Ako se dogodi kvar vozila na ruti algoritam vraća vozilo na poziciju prije posluživanja posljednjeg luka. Da bi riješili SCARP problem Lacomme i dr. [84], su predložili prilagođeni *Hybrid Genetic Algorithm*. Algoritam ima dva koraka: optimizaciju i procjenu robusnosti rešenja. Christiansen i dr. [25] su formulisali SCARP kao *Set Partitioning Problem*, koji se rešava primjenom *Branch-and-Price* algoritma. Laporte i dr. [43] su razvili heuristiku *Large-Scale Neighborhood Search* za rješavanje SCARP problema, kod koje se jednostavni algoritmi takmiče za izmjenu tekućeg rješenje. U svakoj novoj iteraciji algoritam uništava tekuće rešenje, a drugi je izabran da ga popravi. Novo rješenje je prihvaćeno ako zadovoljava definisan kriterijum pretraživanja na većem nivou.

Višeciljni *Multiobjective CARP* (MOCARP) problem uveli su Lacomme i dr. [85], kod kojeg se definisane potrebe niza GLZ servisiraju flotom vozila, s ciljem minimiziranja nekoliko ciljeva. Oni su prišli rešavanju problema pomoću genetskog algoritma (GA) druge generacije (*Nondominated Sorted Genetic Algorithm framework* NSGA-II), kako bi se minimizirali ukupni troškovi putovanja kod najduže rute. Ovaj postupak je kasnije poboljšan korišćenjem postupka konstruktivne heuristike i postupka lokalne pretrage, koji se koriste za čišćenje početne populaciju. Za potrebe rešavanja MOCARP problema, Mei i dr. [106] su predložili proceduru zasnovanu na MA. *Open Capacitated Arc Routing Problem* (OCARP) ima za funkciju cilja, da se pronađu minimalni troškovi za rute skupa vozila koja opslužuju GLZ na lukovima nekog grafa, pri čemu postoji pozitivna potražnja GLZ kod ograničenog kapaciteta vozila. Problem su uveli Usberti i dr. [31] za neusmjereni povezani graf, kod koga ne postoji depo. On se razlikuje od opšteg CARP problema, po tome, što rute nisu ograničene pri formiranju ciklusa, i po tome, što ostavlja mogućnost formiranja otvorenih i zatvorenih ruta. Fung i dr. [93] predlažu pristup za rješavanje OCARP problema, koji se sastoji u transformaciji problema u odgovarajući VRP problem, a zatim se vrši matematička formulacija zasnovana na *Asymmetric Capacitated VRP* sa definisanjima udaljenosti na grafu koji se pretvara iz OCARP, a zatim se vrši razvoj *memetic* algoritma. Za razliku od heuristike koju su predložili Usberti i dr. [31] ovdje svaka ruta mora početi iz depoa.

### 3.5.4. Metode za rešavanje lokacijskih i lokacijsko ruting problema

U ovom radu fokus je stavljen na proces optimizacije multiešalonskog sistema distribucije, koji uključuje mrežnu strukturu LC različitih nivoa u obliku *Hub and spoke* (pristup su koristili Tanaguchi, 2001, Crainic, Ricciardi, a Storchi 2004, Gragnani, Valenti, a Valentini 2004). Svi modeli za rešavanje lokacijskih i lokacijsko ruting problema u multiešalonskom sistemu distribucije mogu se podijeliti u nekoliko grupa.

**1. Matematički optimizacioni modeli** su zasnovani na linearnom programiranju (LP), mješovitom cjelobrojnem linearnom programiranju (MCLP) i dinamičkom programiranju (DP). Modeli zasnovani na LP [143], usmjereni su na potpunu linearizaciju fiksnih troškova (troškovi uspostavljanja LC, i troškovi držanja zaliha) i varijabilnih troškova u nekom LC (troškovi distribucije). Time je uspostavljena linearna povezanost između robnih tokova preko nekog LC u mrežnoj strukturi funkcionisanja za izabrani nivo i način opsluge. Prednost modela LP jeste mogućnost rešavanja problema većih dimenzija. Zbog nepreciznog opisa promjenljivih, kao i nemogućnosti transfera tokova u logističkim mrežama, ovi modeli zahtijevaju dodatnu obradu, kako bi se odredila mrežna struktura LC u regionu. Problem planiranja razvoja MoL je diskretan proces u kome su odluke diskretnog tipa (npr. *make or buy*, povećati ili ne povećati broj CDC, i sl.) i mogu se modelovati korišćenjem binarnih (0-1) promjenljivih. Jedna od najčešće korišćenih tehnika za rešavanje ovih cjelobrojnih problema jeste tehnika grana i ograničenja (*branch and bound*). Takođe, koriste se i tehnike *branch and cut*, *branch and price* i sl., koje omogućavaju rešavanje cjelobrojnih problema malih i srednjih dimenzija u prihvatljivom vremenskom roku [121, 122, 123, 158].

Dinamičko programiranje predstavlja vrstu tehnika za proces optimizacije, gdje se za dobijanje optimalnog rešenja koristi više fazni proces koji uzima u obzir interakcije koje postoje između faza. Ovo podrazumijeva, korišćenje neke tehnike za dijeljenje određenog problema u određeni broj faza, rešavajući svaku fazu ponaosob (npr. problem rutiranja iz jednog CDC za datu zonu u regionu u dva vremenska perioda). U nedostatku garancije dobijanja globalnog optimuma zbog veoma velikog broja stanja koja je potrebno pretražiti, svi do sada predloženi modeli DP se ne koriste za rešavanje statičkih problema planiranja srednjih i većih dimenzija. Za sve predložene statičke modele zasnovane na matematičkoj optimizaciji je zajedničko to što im je ciljna funkcija

minimizacija troškova fizičke distribucije ili troškova dopreme i investicija u razvoj sistema. Matematički zasnovane metode najčešće su bazirane na MCLP, za rešavanje *NP*-teških problema. Ovakvi problemi imaju računarsku složenost koja raste eksponencijalno sa povećanjem veličine problema. Struktura sistema i broj binarnih promjenljivih, su elementi od kojih zavisi izrada modela, gdje veličina višefaznih MCLP problema, u poređenju sa statičkim MCLP problemima, raste ne samo zbog porasta broja binarnih varijabli, nego i zbog prisustva izražene međuzavisnosti između faza (broj GLZ uslovljava broj satelita i broj dostavnih vozila). Postojanje ovakvih povezanosti između podproblema izuzetno povećava veličinu problema i zbog toga su višefazni MCLP modeli ograničeni na rešavanje problema manjih dimenzija.

**2. Heuristički modeli** razdvajaju promjenljive kojima su opisane odluke, i promjenljive odluka (npr. jednovremeni broj angažovanih vozila u nekoj zoni). Zatim se, za svaku strukturu (multiešalonska ili jednoešalonska mreža) definisanu promjenljivim vrši izračunavanje vrijednosti tih promjenljivih. Najzastupljeniji model za pretraživanje je zasnovan na tehnici unapređenja rešenja kroz LS [19, 196, 203]. Tehnika izmjene grana (*branch-exchange*) je tehnika lokalnog pretraživanja koja je najviše korišćena. Osnovna prednost primjene heurističkih modela jeste, da omogućavaju pronalaženje lokalnog optimuma za mreže realnih dimenzija uz korišćenje relativno malih računarskih resursa. Druga prednost jeste, da problem može biti modelovan, i kao nelinearan, diskretan problem sa skupom nelinearnih ograničenja. Bitan nedostatak ovih modela jeste, da oni pretražuju samo dio prostora dopustivih rešenja i da kvalitet dobijenog rešenja zavisi od dobijenog prvog bazičnog rešenja. Zbog toga ovi algoritmi ne mogu garantovati da će globalni optimum biti pronađen u ukupnom procesu istraživanja.

**3. Meta-heuristički modeli.** Da bi se se unapredio kvalitet rešenja dobijenih heurističkim algoritmima, prije svega prevazilaženjem problema lokalnog optimuma, predloženi su metaheuristički algoritmi koji koriste neku vrstu stohastičkog pretraživanja zasnovanog na analogijama sa poznatim prirodnim procesima (SA, VNS, TS, GA, optimizacija kolonijom pčela, itd). Isti ne mogu da garantuju, da će globalno optimalno rešenje problema biti nađeno. Isto tako, kvalitet rešenja dobijenih primjenom metaheuristike u problemima razvoja RL je neizvjestan, jer ona nisu bila poređena sa globalnim optimalnim rešenjima [158]. Kod razvoja modela RL, problem se može

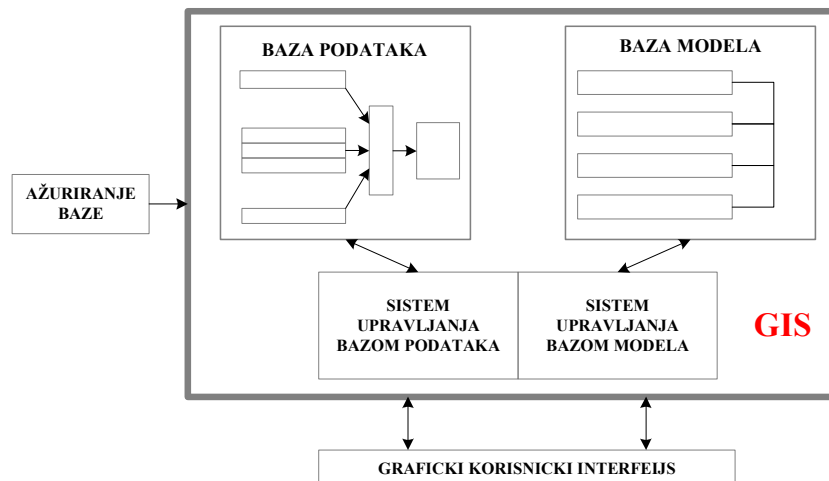
prevazići hibridizacijom, odnosno kombinacijom metaheurističkih modela i matematičke optimizacije. Hibridizacija može da unaprijedi kvalitet rešenja dobijenih metaheurističkim modelima, odnosno ona može za neke probleme dati rešenja istog kvaliteta kao i matematički zasnovni optimizacioni modeli. Veći broj dinamičkih metaheurističkih modela zasnovan je na GA.

**4. Matematički modeli koji uvažavaju neizvjesnost.** Neizvjesnost budućeg rasta potražnje robe, može biti zbog: nedostatak informacija o regionalnim razvojnim planovima, neizvjesnost vezana za karakteristike LZ, nedostupnost informacija o pojedinačnim budućim tehnološkim rešenjima, promjena broja i strukture LZ u vremenu je nepoznata, budući odnos cijene energenata koje koriste dostavna vozila je neizvjestan, neizvesnost vezana za buduće ekonomske aktivnosti, globalne klimatske uslove u razmatranom području, itd. Dva su osnovna metodološka pristupa za određivanje neizvjesnosti:

1. **Probabilistički pristup** – Pristup zasnovan na teoriji vjerovatnoće. Uticaj neizvjesnosti budućih potraživanja na izbor najboljeg modela razvoja RL moguće je odrediti korišćenjem simulacione tehnike. Iz skupa različitih planova razvoja, bira se onaj plan koji ima očekivanu maksimalnu vrijednost ciljne funkcije.
2. **Posibilistički pristup** – Pristup zasnovan na fuzzy teoriji i fuzzy skupovima. Kod ovog pristupa, potražnja (zahtjevi GLZ) je definisana kao fuzzy veličina opisana nekom fuzzy funkcijom pripadnosti zbog toga što neki faktori ne mogu biti adekvatno modelovani korišćenjem teorije vjerovatnoće.

### 3.5.5. Modeli logistike zasnovani na objektno orjentisanoj simulaciji

Višefazni modeli baziraju se na modelima operacionih istraživanja koji treba da izvrše neku optimizaciju u okviru zadanog cilja (problemi optimalne lokacije LC, broja, kapaciteta i optimalna mrežna struktura LC, utvrđivanje veličine voznog parka, rutiranje vozila, itd.), koristeći raspoloživo kompjutersko okruženje. Rešavanje ovakvih problema daleko prevazilazi efikasnu kompjutersku implementaciju algoritama, na način što je težnja usmjerena na razvoj i implementaciju algoritma kao dijela složenije softverske strukture osmišljene kao *Computer Decision Support System*. Osnovnu strukturu ovog sistema definisao je Schrague [150], a sastoji se iz sledećih komponenti (*Slika 3.9.*):

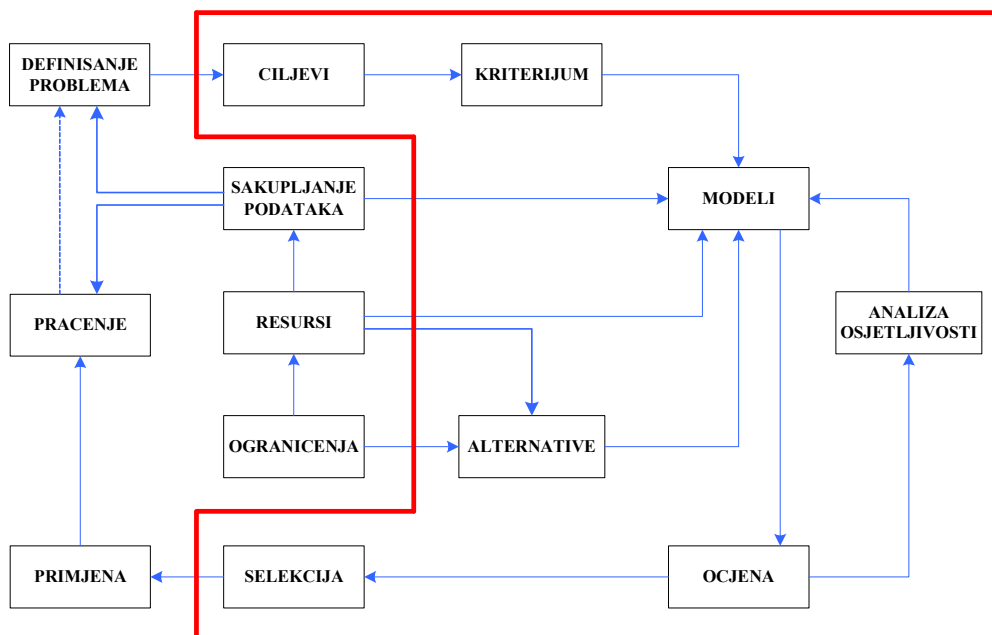


Slika 3.9. Blok dijagram *Quantitative Decision Support Systema* [150]

- ✓ **Baza podataka** – sadrži podatke neophodne za primjenu modela: lokacije LC i GLZ, kapacitet LC, transportne i operativne troškove, vozni parku, itd.;
- ✓ **Sistem upravljanja bazom podataka** (eng. *Data Base Management System*);
- ✓ **Baza modela** – sadrži skup modela i algoritama za rešavanje problema;
- ✓ **Sistem upravljanja bazom modela** koristi se za ažuriranje, modifikovanje, dodavanje i brisanje modela iz baze modela;
- ✓ **Grafički korisnički interfejs** (eng. *Graphic User Interface*) – nudi prozore za definisanje i ažuriranje podataka, selektovanje modela shodno problemu, primjenu odgovarajućeg algoritma, vizualizaciju problema i rezultata, itd.

Do sada je razvijeno više modela [3, 4, 30, 44, 53, 54, 162, 172, 183] za procjenu urbanog teretnog transporta, a kao najznačajniji mogu se navesti: Freturb (Francuska), WIVER, VENUS, VISEVA (Nemačka), GoodTrip (Holandija), Multi-step model, CityGoods (Italija), DISTRA (Švedska), CVM, SDIO (Kanada), DCM, TLUMIP (SAD). Isti mogu biti svrstani u jednu od sledećih grupa: (i) modeli koji koriste tradicionalni četvorofazni pristup (eng. *four-step approach*): generisanje vožnje, distribucija vožnje, izbor vida transporta i izbor rute, (ii) Trip-based modeli, (iii) GoodTrip modeli, (iv) O-D mitrično zasnovani modeli, i (v) Tour-Based modeli.

**1. Sveobuhvatni model logistike.** Jedan od najobuhvatnijih višefaznih modela do sada razvijenih prikazan je na slici 3.10.



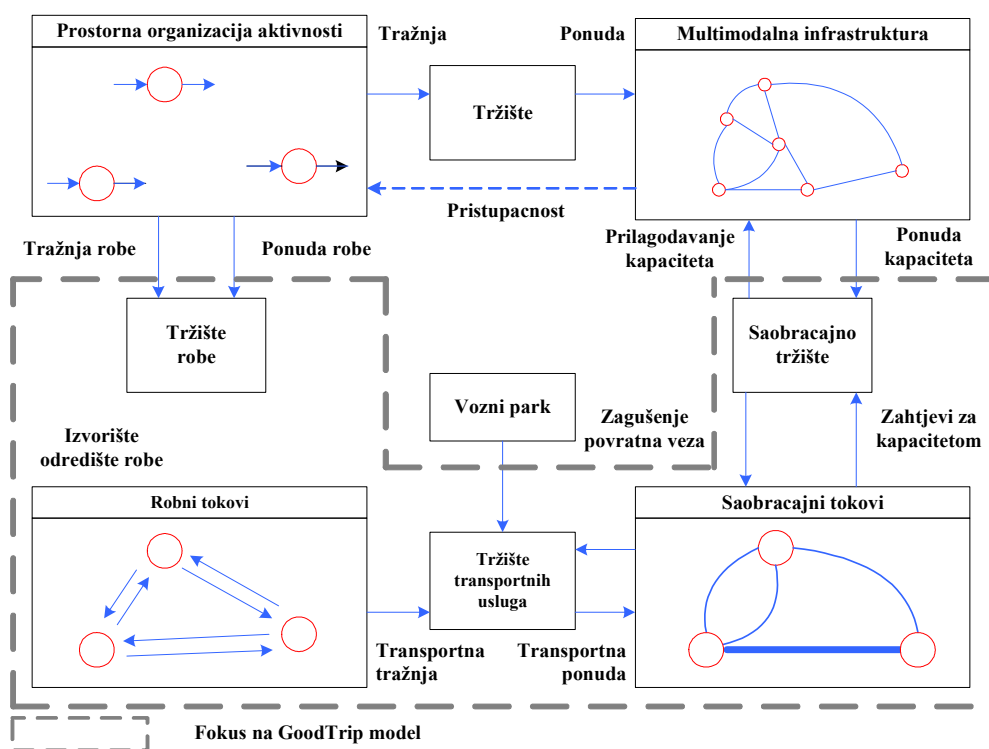
Slika 3.10. Blok dijagram sveobuhvatnog modela logistike [130]

Model je podijeljen u tri faze gdje svaka faza ima svoj cilj.

- ✓ **Faza 1. Definisanje problema, ciljeva i kriterijuma za ocjenu realizacije cilja.** U ovoj fazi vrši se identifikacija problema za sve učesnike u RL. Tri tipične funkcije cilja su: (i) minimizacija troškova poslovanja LS, (ii) smanjenje broja vozila na ulicama grada, (iii) povećanje stepena efikasnosti, i (iv) minimizacija negativnog uticaja dostavnih vozila na okruženje. Za ostvarenje ciljeva definisan je set ograničenja (maksimalan broj vozila, stepen iskorišćenja vozila, itd).
- ✓ **Faza 2. Identifikacija raspoloživih resursa i ograničenja.** Kao moguća ograničenja prepoznata su [130]: raspoloživost podataka, važeće regulative i standardi, potencijalno nepoželjne strane efekata. Zajednički resursi za sve modele logistike su: transportna infrastruktura (ulična mreža, terminali), ICT infrastruktura (Internet, sateliti - GPS), javni i privatni sektor.
- ✓ **Faza 3. Analiza osetljivosti rezultata na promjenu ulaznih parametara.** Postoje tri tipa modela analize osjetljivosti [130]: (i) *modeli zahtjeva, tražnje* – procjenjuju zahtjeve za robnim tokom na osnovu karakteristika GLZ i zahtijevanog nivoa usluge, (ii) *modeli ponude* – služe za procjenu nivoa usluge transportnih sistema bazirano na karakteristikama mreže i LZ, i (iii) *modeli uticaja* – procjenjuju uticaje predloženih modela na okruženje, ekonomiju i dr.

**2. Trip-based modeli**, kod kojih se teretni tokovi procjenjuju korišćenjem indikatora za generisanje vožnje (broj destinacija, veličina kompanije u m<sup>2</sup> ili broj zaposlenih). Ovako procijenjene vožnje omogućavaju ocjenu urbanog teretnog transporta. Indikatori GLZ dobijaju empirijom, što je veoma teško obezbijediti u mnogim realnim situacijama.

**3. GoodTrip model logistike**. Model zasnovan na sabiranju LZ [172] pod nazivom *GoodTrip* (Slika 3.11.) razvijen je u Holandiji. Obuhvata sve elemente procesa fizičke distribucije robe kao što su: ekonomija, logistika, saobraćaj i kvantifikacija efekata. Organizacija logističkih lanaca uključuje bitne parametre za model: kapacitet vozila, stepen iskorišćenja vozila, nivo grupisanja robe, frekvencija isporuke i karakteristike rute. Bitan atribut mu je unividnost transporta za svaki link u lancu. Rezultat su indikatori tipa, km/vozilu, broj vozila na mreži, emisija gasova, energetska potrošnja i dr.

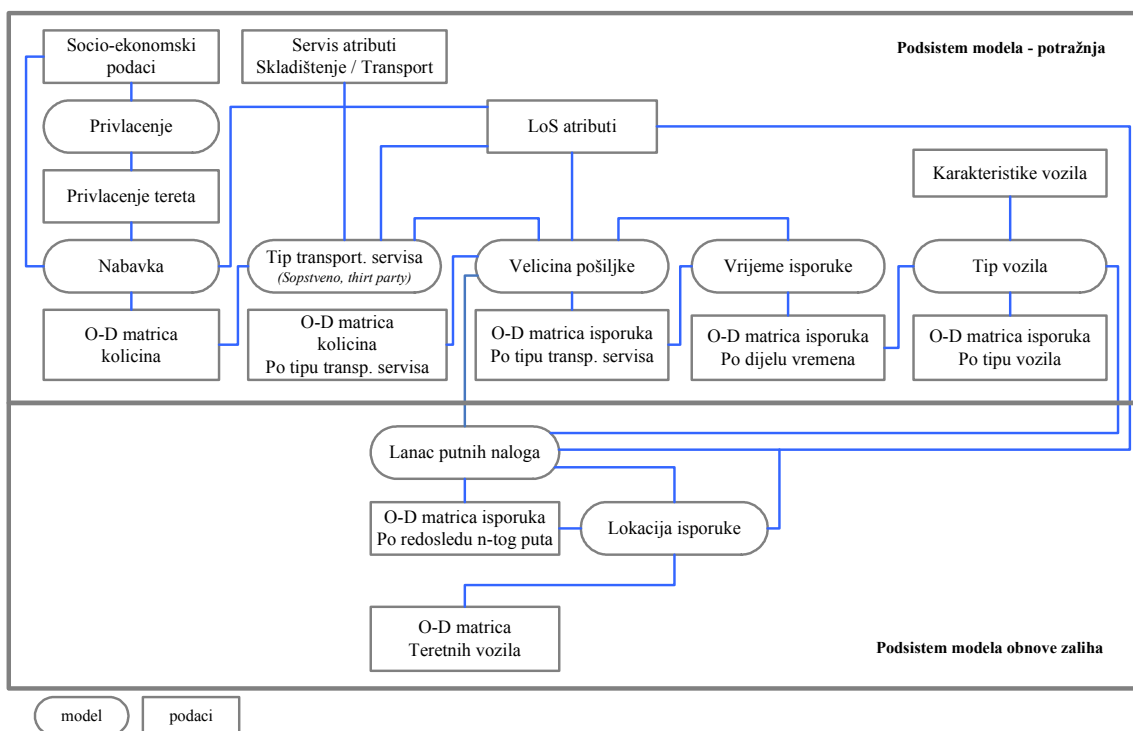


Slika 3.11. Koncept GoodTrip modela [172]

Predloženi model je testiran sa poređenjem tri sistema distribucije robe: (i) *tradicionalni sistem* - pošiljaoci koriste različite distributivne kanale, sa velikim brojem prevoznika i vozila za isporuku različitih roba do velikog broja GLZ, (ii) *distribucija preko CDC* koji integriše i koordiniše robne tokove izvan i unutar grada, i (iii) *podzemni sistem distribucije*, gdje se roba u posebnim kapsulama distribuira do krajnjih korisnika.

U okviru ovog modela, transportno tržište povezuje ponudu i potražnju transportne usluge. Sa aspekta ponude važni elementi su vozni park, personal i parametri infrastrukture, dok sa aspekta potražnje ti bitni paramteri su frekvencija isporuke, troškovi, pouzdanost i fleksibilnost isporuke. Odluke koje se donose na osnovu generisanih LZ odnose se na identifikaciju potrebnog tipa vozila i momenta pokretanja vozila, koji za posledicu imaju saobraćajne tokove, koji mogu biti kvantifikovani kao broj vožnji u jedinici vremena posmatrano po vidu transporta. Ograničenost saobraćajne infrastrukture sa jedne strane i povećani broj LZ sa druge strane, obično rezultiraju nekim stepenom zagušenja saobraćajne mreže. Svaka vrsta zagušenja utiče na traženje optimalne rute i biranje onih čvorova u grafu koji imaju veću propusnu moć. GoodTrip model stvara dobru osnovu za praćenje efekata [153] u uslovima promjene bitnih parametara modela kao što su: (i) način distribucije robe (direktno, indirektno ili kombinovano), (ii) vrsta kooperacije u SC, (iii) karakteristika potražnje u okviru LZ (veća frekvencija, manje količine robe po isporuci, itd), (iv) prisutnost zahtjeva za očuvanjem životne sredine (uvođenje distributivnih čamaca, cargobicikala i sl).

**4. O-D model logistike.** Na Univerzitetu «Tor Vergata» u Rimu razvijen je O-D model logistike [3], koji se sastoji od različitih koraka, raspoređenih na dva nivoa (*Slika 3.12.*).



Slika 3.12: Koncept O - D modela logistike [3]



U okviru ovog modela predloženo je nekoliko njegovih varijeteta, koji su dominantno orjentisani na: (i) *kamion* (Ogden, 1992; Hant i Stefan, 2007; Vang i Holguin - Veras, 2009), (ii) *robu/količina* (Ogden, 1992; Openhajm, 1994; Ruso i Comi, 2010) i (iii) *isporuku* (Routhier i Toilier, 2007; Nuzzolo, 2010 i dr). Došlo se do zaključaka, da se optimalna interakcijska povezanost između mehanizama postiže, koristeći daljinar u obliku O-D matrice za isporuku [3]. U okviru dva podsistema, formirano je više O-D matrica:

1. **Podsistem modela - potražnja.** Omogućava da se procijeni količina robe koju je potrebno isporučiti korisnicima, formiranjem količinskih O-D matrica:
  - ✓ O-D matrica za procjenu količine robnih tokova (npr. tona dnevno);
  - ✓ O-D matrica za količinu robnih tokova po tipu transportne usluge u okviru koje je izvršena podjela na količine u pogledu zastupljenog kanala distribucije;
  - ✓ O-D matrica isporuka robe po vrsti transportnog servisa;
  - ✓ O-D matrica isporuka po vremenskim okvirima;
  - ✓ O-D matrica isporuka po djelatnostima;
2. **Podsistem modela – zalihe.** Odnosi se na obračun: (i) O-D matrice isporuke za  $n$ -tog reda GLZ u logističkom lancu, gdje se dostava vrši na osnovu broja zaustavljanja u nekoj zoni, (ii) O-D matrice za vozila koja učestvuju u isporuci robe za  $n$ -tog GLZ logističkog lanca, gdje se određuje daljinar svakog putovanja u okviru rute.

Simuliranjem saobraćajnih uslova, obezbjeđuju se podaci [3]: vremena putovanja, vremena čekanja, broj zaustavljanja, itd za svaki link mreže u nekom vremenskom intervalu.

**5. Tour-Based model logistike.** Ovi modeli rešavaju problem usmjeravanja vozila, na način što pokušavaju modelirati kretanje svakog pojedinačnog komercijalnog vozila, koji se modelira koristeći posebne obrasce za to (Wisetjindawat [183]), ili korišćenjem probabilističkog diskretnog izbora modela (Hunt [53], i Gliebe [54]). Razdvajanje ruta omogućava vrlo visok stepen detalja o kretanju vozila, što često otežava prikupljanje istih. Hunt-ov model [53] je implementiran u gradu Calgary, Alberta, Kanada.

Gliebe i ostali [54] predložili su model *Disaggregate Commercial Model* - DCM, kod kojeg su razdvojene rute u procesu modeliranja (Slika 3.13.). Na postepeno formiranje

rute, odlučivanje o narednoj aktivnosti i izboru lokacije utiču aktivnosti kašnjenja, proteklo vrijeme, doba dana i sl. Ovakav model primijenjen je za grad Ohajo.

Kada se izvrši početni zadatak putovanja vozila, svaki naredni zadatak je izbor između dvije različite dostupne alternativne aktivnosti, zadržavanje na postojećoj lokaciji ili izbor sledeće lokacije. Vozilo prelazi sa jedne aktivnosti na drugu, samo u slučaju kada alternativa postaje atraktivna, za razliku od starijih modela koji tretiraju fiksne rute. U postojećem modelu, postoji mogućnost simuliranja kašnjenja na svakoj lokaciji.

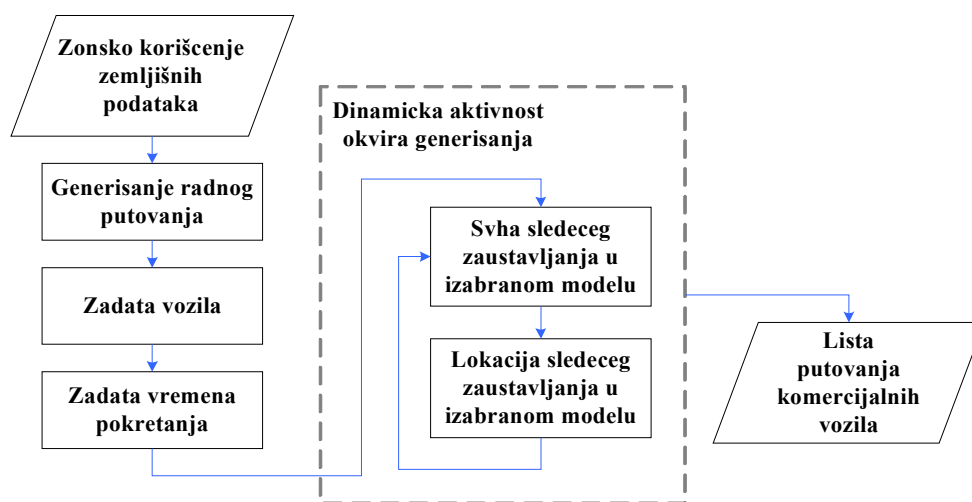


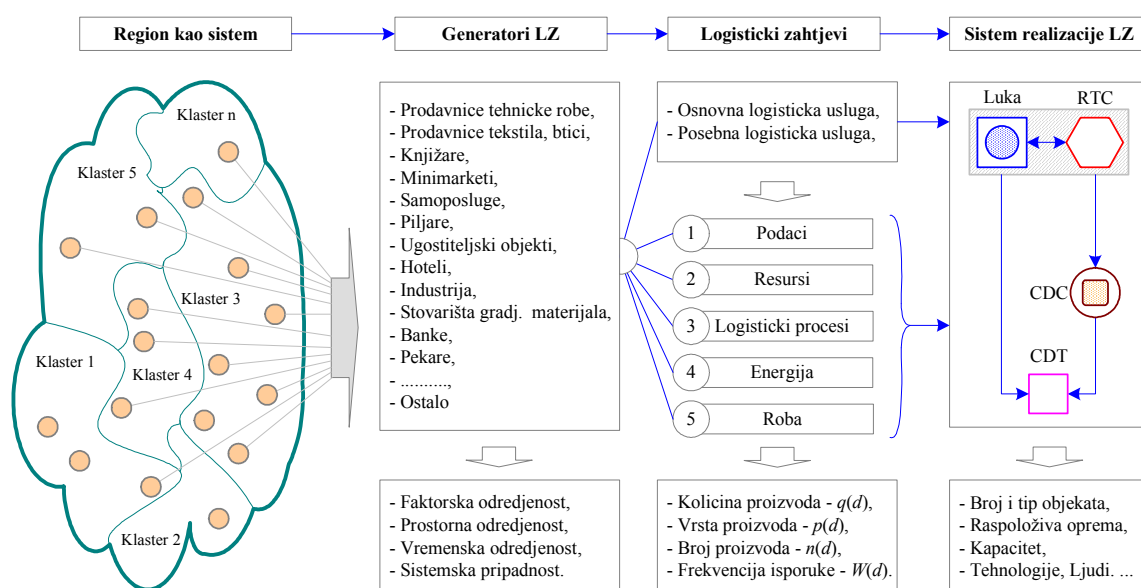
Figure 3.13: Struktura DCM modela [54]

Stefan, McMillan, i Hunt [65] su razvili razdvojeni *tour-based* model *Commercial Vehicle Movement* - CVM sa mikro-simulaciom transporta, koji je primijenjen za grad Calgary. Njihov model je bio osnova na kojem je Gliebe [54] kasnije razvio svoj model. Prvi korak kod ovog modela jeste generisanje ture, nakon čega se vrši dodjeljivanje vozila i namjena pojedine ture. Na kraju se vrši dodjeljivanje vremenskog momenta za pokretanje vozila za svaku rutu nekog vozila. Nakon toga, model radi na iterativni način, i to tako što prvo vrši definisanje svrhe zaustavljanja, i definisanje lokacije na kojoj treba da se zaustavi, gradeći na ovaj način čitavu rutu za konkretno vozilo. Za razliku od DCM modela, CVM model bira fiksnu dužinu zaustavljanja, koja je direktno povezana sa distribucijom vremena zaustavljanja za datu aktivnost. Nakon toga, prelazi na izbor nove svrhe zaustavljanja, sve dok zadato vrijeme simulacije ne istekne. Uspješna realizacija u stvarnosti uticala je, da CVM model bude svrstan među najčešće korišćene *tour based* modele.

## POGLAVLJE 4

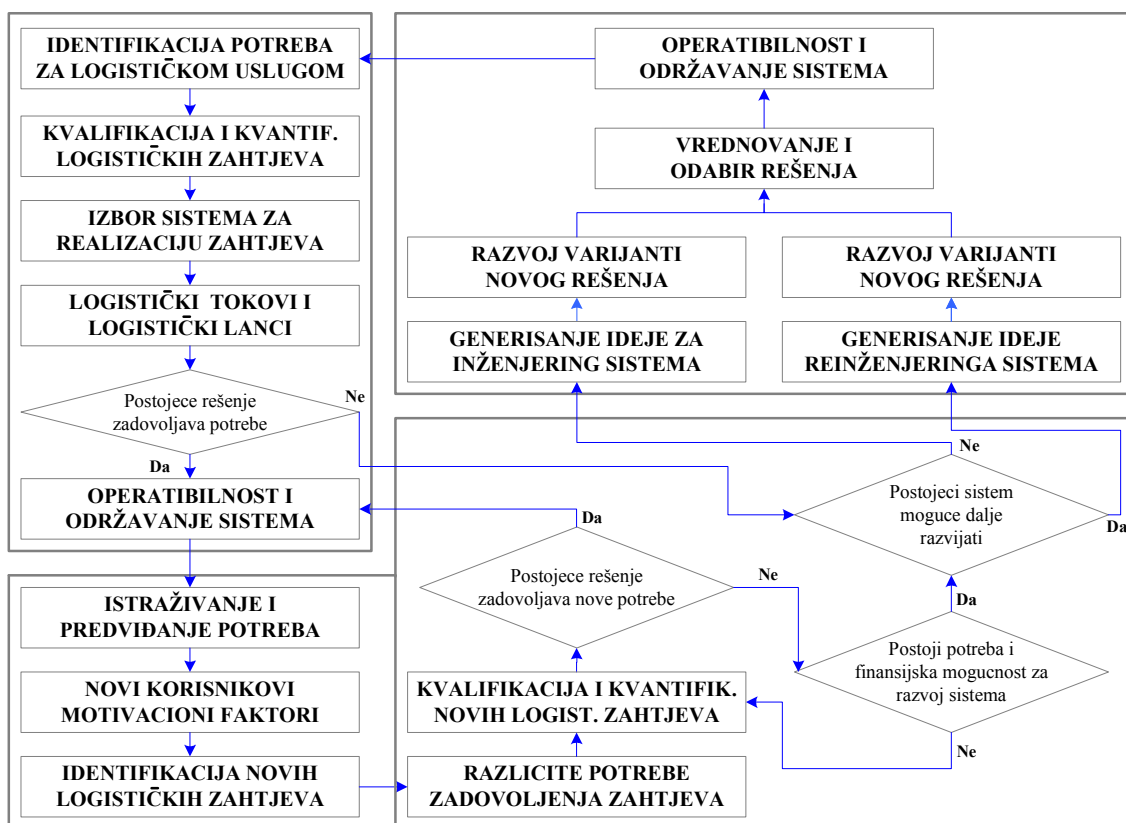
## LOGISTIČKI ZAHTJEVI TURISTIČKIH REGIONA

Opšte posmatrano, GLZ u nekom PTR zahtijevaju, očekuju, kupuju i koriste određene količine robe i materijala, infrastrukturne kapacitete, logističke usluge i podatke u cilju zadovoljenja svojih potreba. Svima im je zajednički sadržalac LZ, koji se može predstaviti kao produkt privrednih, ekonomskih, društvenih ili ličnih potreba. U literaturi [153, 154, 201] se navodi, da su LZ vezani za procese koji omogućavaju kvantitativnu, kvalitativnu, prostornu i vremensku transformaciju nekog robnog toka, pa ih je moguće diferencirati na četiri bazične grupe (Slika 4.1.): (i) zahtjeve za osnovnom logističkom uslugom (pretovar, skladištenje, transport, distribucija, itd), (ii) zahtjevi za posebnom logističkom uslugom (pakovanje, etiketiranje, itd), (iii) zahtjevi za infrastrukturnim kapacitetima kao podršci za obavljanje osnovne djelatnosti, i (iv) zahtjeve za podacima.



Slika 4.1: Opšta struktura logističkih zahtjeva jednog PTR

Spektar želja i zahtjeva koje GLZ šalju prema nekom LS, danas u eri globalizacije i liberalizacije privrede, ima stalnu tendenciju rasta. Pored zadovoljavanja primarnih potreba za robom i infrastrukturnim kapacitetima, korisnici zahtijevaju informacije i aktivnosti koje mogu povećati vrijednosti njihovih proizvoda i usluga. Oni traže LS, provajdere i terminal operatore, koji mogu ponuditi širi asortiman VAL usluga, kako bi bili konkurentniji na tržištu. Sa druge strane, LS se trude da zadovolje zahtjeve GLZ, dodavanjem novih usluga i praćenjem inovacija. Imajući ovo u vidu, sa pravom se može reći, da generisanje novih LZ i ponuda novih usluga, svrstava logistiku u interesantno područje za proučavanje inovativnih rešenja. Zato, svaki LS treba da preispituje svoje mogućnosti, kako bi bio u stanju da adekvatno odgovori novim izazovima. Proces preispitivanja suštinski se može podijeliti na četiri ključna procesa (Slika 4.2.), a to su: (i) identifikacija, (ii) motivacija, (iii) kvalifikacija i kvantifikacija, i (iv) razvoj sistema.



Slika 4. 2: Logistički zahtjevi i proces odlučivanja

Identifikacija je bitan proces u procesu odlučivanja, koji se može posmatrati kroz ravan izvjesnosti i ravan neizvjesnosti. U prvoj ravni, on utiče na definisanje strukturne i organizacione komponente, koje se mogu razložiti na više procesa: (i) uočavanje potreba

za logističkim uslugama, (ii) kvalifikacija i kvantifikacija LZ, (iii) izbor regionalnog LS koji može zadovoljiti LZ, (iv) definisanje plana tokova shodno potrebama. U drugoj ravni, on treba da omogućiti: (i) uočavanje novih LZ, na osnovu motivacionih faktora korisnika, (ii) kvalifikaciju i kvantifikaciju novih LZ, (iii) reinženjering LS ukoliko ne može da odgovori zahtjevima, (iv) inženjering novog LS ako već ne postoji rešenje.

Na taktičkom nivou, proces identifikacije se vezuje za procese definisanja strukturnih komponenti, odnosno: tehnologije distribucije robe, modele kooperacije, struktura i broj logističkih lanaca, koncentracija i preraspodjela robnog rada, itd. Na operativnom nivou proces identifikacije se direktno vezuje za procese fizičke realizacije prispjelih LZ, pa govorimo o interakcijskoj povezanosti LZ i potreba GLZ sa najužeg aspekta. Kada GLZ ima potrebu, ili je svjestan svojih potreba, on teži i planira da iste zadovolji. Radi se o jednom dinamičnom procesu, koji se odvija u iteracijskoj relaciji, i koji je pod permanentnim uticajem različitih eksternih i internih faktora. Cilj je, da se na najpovoljniji način zadovolje nastale potrebe, za nekom logističkom aktivnosti, pri čemu su tu dominantno misli na procese skladištenja i transporta. Zbog toga, donosilac odluka u okviru nekog organizacionog sistema koji generiše određeni LZ, vrši procese koji su usmjereni ka realizaciji tog konkretnog LZ, a to su procesi [198]: *predviđanja, planiranja, zaključivanja i odlučivanja*. Isti su povezani sa procesima kvalifikacije i kvantifikacije zahtjeva, nakon čega se stiču uslovi za generisanje zahtjeva ka LS za njihovu realizaciju.

Na operativnom nivou, identifikacija se vezuje za procese koji su rezultat prihvata dispozicije od strane LS. Nakon prijema dispozicije u LS, isti vrši njeno preispitivanje, da li se radi o [198]: (i) već poznatim LZ, (ii) pojavljivanju novih potreba i želja, koje nisu do sada ispoljavane, (iii) LZ za čiju realizaciju je potrebno angažovati eksterne ljudske i tehničke kapaciteta, jer LS nije u prilici samostalno da u potpunosti opservira izražene potrebe i načine realizacije. Kako RL predstavlja dinamični otvoreni i stohastični sistem, stalno istraživanje i predviđanje, potreba i želja GLZ je uslov kreiranja prilagodivosti MoL novim okolnostima. Proces predviđanja je jako bitan, jer ako nosilac logističke usluge može kvalitetno da predvidi sve primarne, sekundarne, ispoljive i latentne motive nekog GLZ, on će biti u poziciji, da ponudi adekvatnu logističku uslugu. Međutim, često se događa, da se kod GLZ pojave latentni motivi, koji zahtijevaju određena motivaciona istraživanja, za koja su potrebni dodatni podaci.

#### 4.1. Faktori koji utiču na generisanje logističkih zahtjeva

U radu [184], Kilibarda navodi da na proces definisanja LZ, uticaj imaju: (a) faktori tržišnog okruženja, (b) organizacioni faktori i (c) individualni (psihološki) faktori.

**A. Faktori tržišnog okruženja.** Raznolikost robnih tokova koji se koriste u PTR po pitanju veličine, broja artikala, namjene, itd., uslovljavaju povezanost regiona sa više proizvođača, snabdjevača, logističkih mreža i LS. Svaka od ovih komponenti je pod manjim ili većim uticajem različitih faktora njihovog okruženja na realizaciju logističkih tokova. Različite faktora moguće je svrstati u sledeće grupe faktora [198]:

- ✓ *Geografsko-demografsko okruženje* obuhvata faktore kao što su: geografsko podneblje, klimatski uslovi, prostorni raspored GLZ, koncentracija i zoning GLZ, reljef, broj i struktura stanovnika. Prostorni raspored i koncentracija privrednih resursa i drugih korisnika logističkih usluga direktno utiče na njihove zahtjeve, stavove i ponašanje. U PTR gotovo 80% turističko-ugostiteljskih privrednih objekata je locirano neposredno uz vodenu površinu;
- ✓ *Privredno-ekonomsko okruženje* odnosi se na: opšte privredne uslove, ekonomske faktore i konkurenciju. Izražena privredna aktivnost tokom perioda ljetne turističke sezone, značajno utiču na LZ i modalitete realizacije istih;
- ✓ *Socio-kulturno okruženje* podrazumijeva: kulturno - istorijsku komponentu, društvenu orijentaciju, ciljeve i zadatke koji su definisali gradske uprave, sloj i status korisnika koji boravi na nekom lokalitetu, i referentne grupe korisnika logističke usluge. Kulturno istorijska komponenta u zoni Mediterana je snažno izražena i zahtijeva veći stepen zaštite;
- ✓ *Tehničko-tehnološko okruženje* se manifestuje kroz: stepen primjene novih tehnologija i sistema, IT i sistema, stepen razvijenosti tehnologije proizvodnje materijalnih proizvoda, uticaj tehnološkog razvoja na oblik, strukturu i način kupovine i potrošnje proizvoda i sl. Sam nivo primjene novih logističkih tehnologija i sistema direktno utiče na logističku ponudu i modele realizacije LZ;
- ✓ *Političko - pravno okruženje* uglavnom djeluje kroz: zakonsku regulativu, stimulativne mjere, pravno-političke rizike i političku stabilnost. Zakonska

- regulativa i stimulatívne mjere (npr. davanje beskamatnih kredita za kupovinu eko vozila) može značajno profilisati procese ponude i potražnje na logističkom tržištu;
- ✓ *Prirodno - ekološko okruženje* tržišta odnosi se na: zaštitu životne sredine, uslova života, upravljanje prirodnim resursima, sirovinama i energijom. Opšte zagađenje životne sredine, pojave efekata staklene bašte, povećanje nivoa buke i narušavanja uslova za život, zahtjevi za zaštitom životne sredine su sve izraženiji i imaju veliki uticaj na izbor i vrstu tehnologije transporta, pretovara i skladištenja robe.

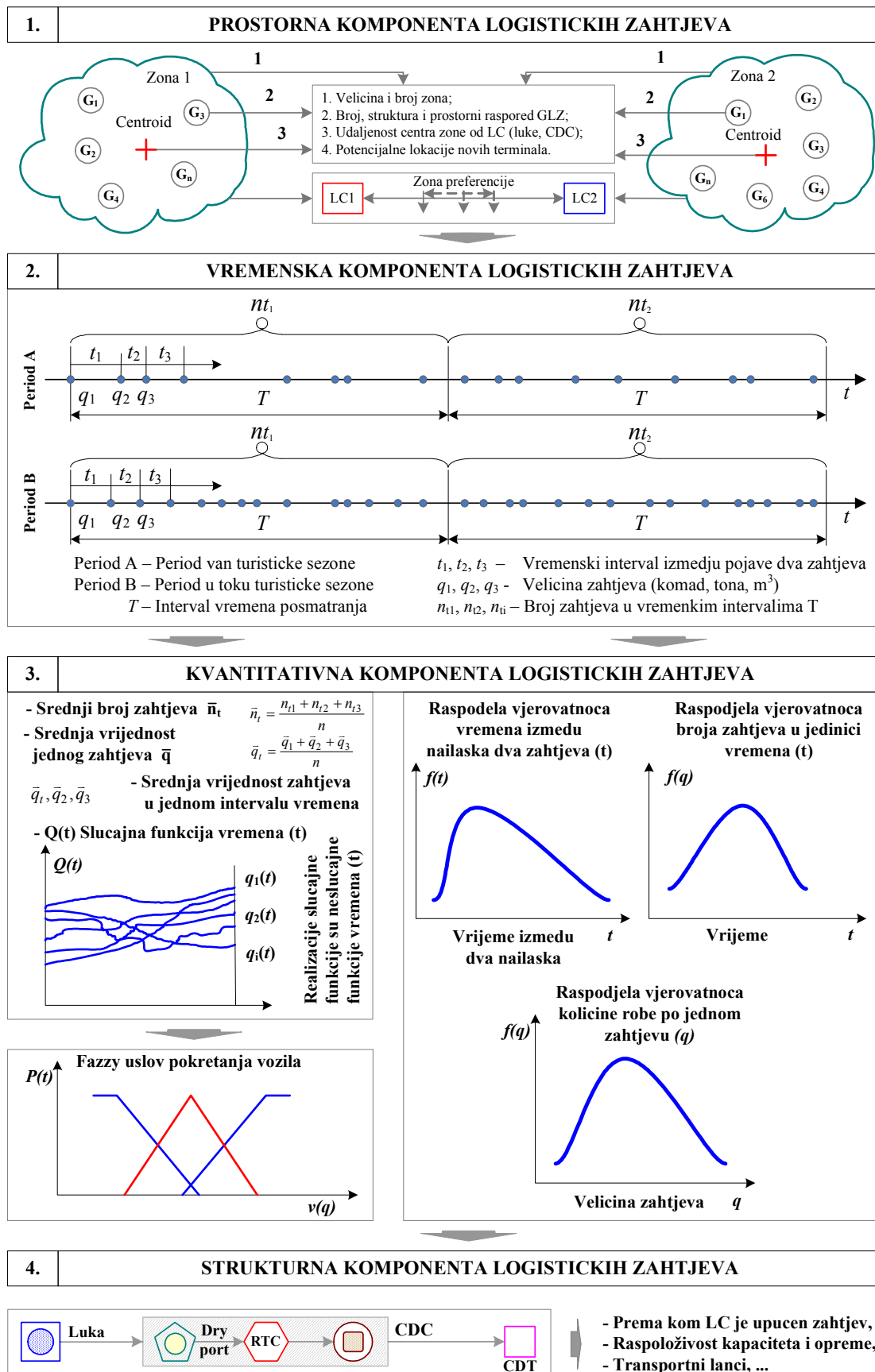
**B. Organizacioni (interpersonalni) faktori.** Težnja da se eliminiše sve što je suvišno u logistici utiče na promjenu organizacione strukture GLZ. Cilj poslovanja svih GLZ usmjeren je na: (i) držanje što manje zaliha u svim fazama reprodukcije, (ii) eliminisanje skladišnih površina iz prodajnih objekata, pogotovo u CBD, (iii) postizanje nižih troškova poslovanja, (iv) postizanje što većih ekonomskih efekata zadržavajući očekivani kvalitetu logističke usluge. Svih subjekti u RL bi trebali da međusobno usaglašavaju pojedinačne interese u cilju ostvarenje opštih regionalnih ciljeva. Minimalne promjene u organizaciji treba da doprinesu maksimalnim promjenama na polju logistike, ekonomije i ekologije.

**C. Individualni (psihološki) faktori.** Individualne navike, potrebe, želje, očekivanja i sl., utiču na definisanje MoL, koji zadržavaju kontinuitet kvaliteta logističke usluge, i satisfakciju korisnika logističkih usluga. Turistički gosti nose sa sobom svoje navike i očekuju uslugu na koju su navikli. Navike su formirali na više načina i nerijetko su one dijemetralno suprotne od navika domicilnog stanovništva. Uspostavljanje neke vrste balansa između želja, potreba i navika ove dvije grupe je često faktor uspjeha nekog organizacionog sistema i logističkog rešenja koji mu nudi uslugu.

Prethodnim faktorima, treba dodati tehnološke i informacione faktore, koji se ispoljavaju kao značajni u savremenim uslovima poslovanja. Primjena novih ICT tehnologija i tehnologija fizičke distribucije, utiče na ostavarivanje niza pozitivnih efekata.

## 4.2. Bitne komponente logističkih zahtjeva

Svaki LZ se može predstaviti (*Slika 4.3*) sa svoje četiri bitne komponente koje ga određuju, a to su: prostorna, vremenska, kvantitativna, i strukturna.





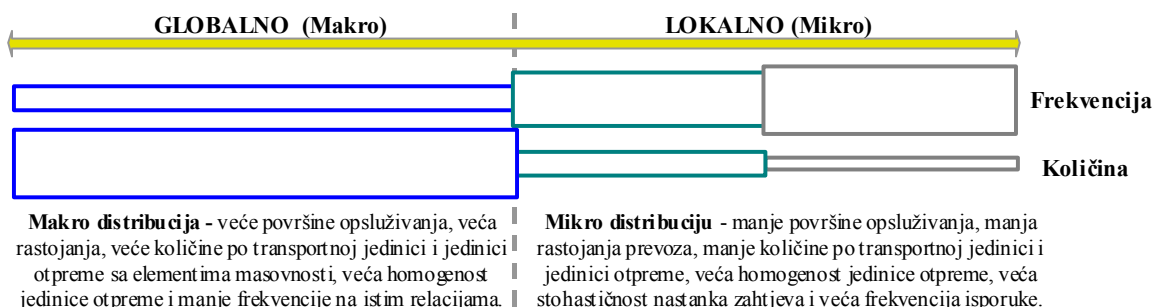
#### 4.2.1. Prostor kao obilježje logističkih zahtjeva

Logistički zahtjevi i prostorno premošćavanje u cilju zadovoljenja zahtjeva povezano je sa nekoliko atributa koji oslikavaju prostornu komponentu. Ti atributi su: (i) prostorna određenost, (ii) prostorna raspoloživost, (iii) prostorna pokrivenost, (iv) zonska određenost, (v) definisanost robnih tokova, i (vi) distributivna određenost.

**A. Prostorna određenost.** Prostor može biti posmatran kao [154, 201] mikro, meta i makro prostor. U tom smislu prostor kada su PTR u pitanju može biti određen granicama nekog objekta koji generiše robni tok, urbane cjeline, zone klastera, klastera, CBD zona, turističke zone, i regiona kao cjeline ili podsistema nekog većeg prostora.

**B. Prostorna raspoloživost.** Jedan od ključnih problema sa kojim se sreću regionalne vlasti jeste, obezbijediti dovoljnu prostornu raspoloživost na saobraćajno povoljnim lokacijama za razvoj svih podsistema LC. Složeni LC zahtijevaju prostor od najmanje 100ha kojeg jedino mogu obezbijediti na suburbanim područjima. Ako ima nekoliko gradova sa istim problemima i istim procesima, onda je potrebno integrisati pojedina rešenja u cilju koncentracije aktivnosti na jednom mjestu, uštede prostora, eliminacije suvišnih elemenata, i finansijske efektivnosti.

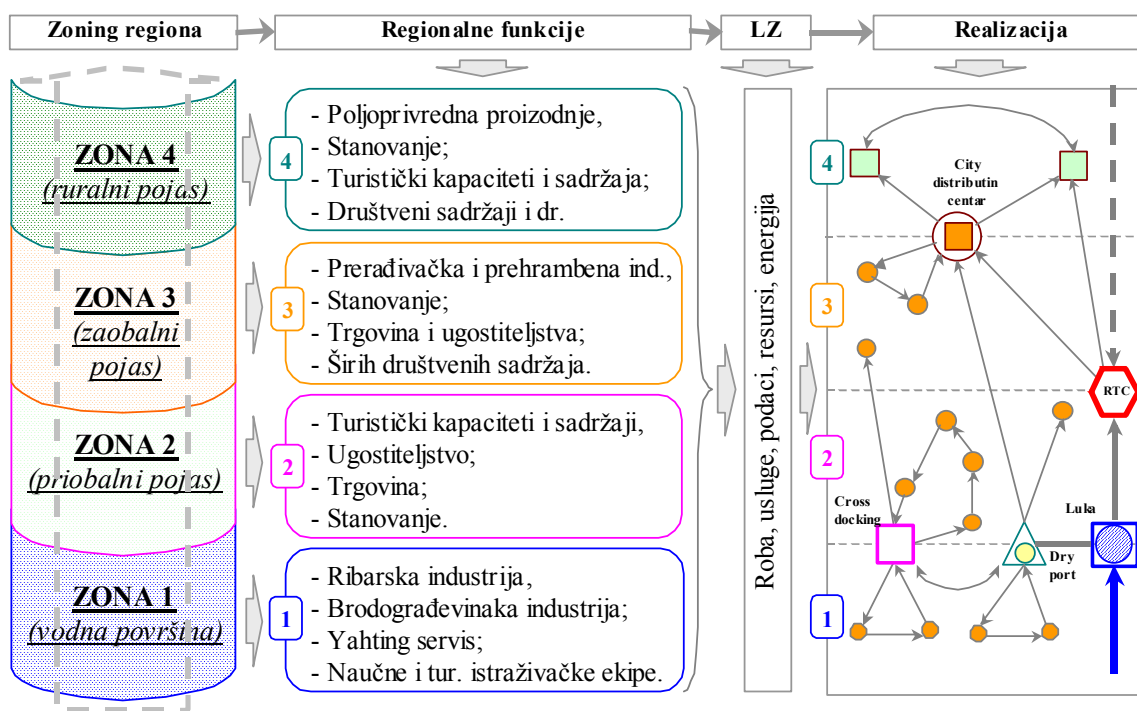
**C. Prostorna pokrivenost.** Prostorna komponenta LZ u direktnoj zavisnosti je sa kategorijom *robni tok*. Ista nastaje iz njegovog osnovnog karaktera, koji oslikava samu oblast nastanka i njegove realizacije, pri čemu su definisane dvije osnovne grupe realizacije robnog toka (Slika 4.4.): (i) *makro distribucija*, gdje robni tok nastaje i završava se izvan regiona, i (ii) *mikro distribucija*, kod koje robni tok nastaje i završava se unutar regiona.



Slika 4.4: Bitne određenosti makro i mikro robnih tokova [140]

GLZ u okviru PTR mogu generisati makro i mikro robne tokove, što zavisi od djelatnosti, razvijenosti podsistema, geografske lokacije, povezanosti sa ostalim sistema istog ranga, saobraćajane integrisanosti (lokalno, regionalno i globalno), itd. Kod makro tokova moguće je izdvojiti LS koji mogu omogućiti njihovu realizaciju, a to su: morske luke, RTC-i, intermodalni terminali, dry port, logistički parkovi. Ovi sistemi obično pokrivaju prostor u prečniku do 200km. Međutim, ima situacija da je taj prostor znatno veći (npr. distributivni centar «Rastoder» specijalizovan za banane smješten u Ljubljani, pokriva čitav prostor Jugoistočne Evrope). Kada govorimo o mikro distribuciji, onda se mogu izdvojiti sistemska rešenja sa zonom pokrivanja do 50km – CDC, do 25km CDT.

**D. Zonska određenost.** Zoning u PTR treba da ukaže na karakter pojedinih regionalnih funkcija i shodno tome sam karakter LZ, zatim zone privlačenja i preferencije robnih tokova kod luka, LC, terminala, transportne mreže, koridora. Zbog koncentracije logističkih aktivnosti u okviru LC, javlja se težnja za čestim vremenskim usaglašavanjima i premoščavanjima. Najčešće je to povezano sa JIT isporukom, savršenom logističkom uslugom i sa zonom u regionu (Slika 4.5.). Zonska određenost LZ i struktura GLZ su dva ključna faktora za definisanje klastera, određivanje mikro lokacije nekog LC, i razvoj mreže CDT u funkciji bazične optimizacije logističkih procesa.



Slika 4.5: Zoning regiona u funkciji identifikacije logističkih zahtjeva

**E. Definisanost tokova.** Zbog svoje specifičnosti, geografskog položaja, prisustva različitih privrednih funkcija, PTR predstavljaju područja u okviru kojih dolazi do realizacije sve četiri osnovne strukture robnog toka: (i) tokovi sirovina i poluproizvoda od izvora do mjesta prerade u regionu, (ii) tokovi materijala kroz proizvodne sisteme u regionu, (iii) tokovi proizvoda od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje u regionu i van regiona, i (iv) tokovi povratne ambalaže i reklamirane robe. Ovakva zastupljenost robnih tokova, ukazuje da se u PTR realizuju različiti lanci snabdijevanja.

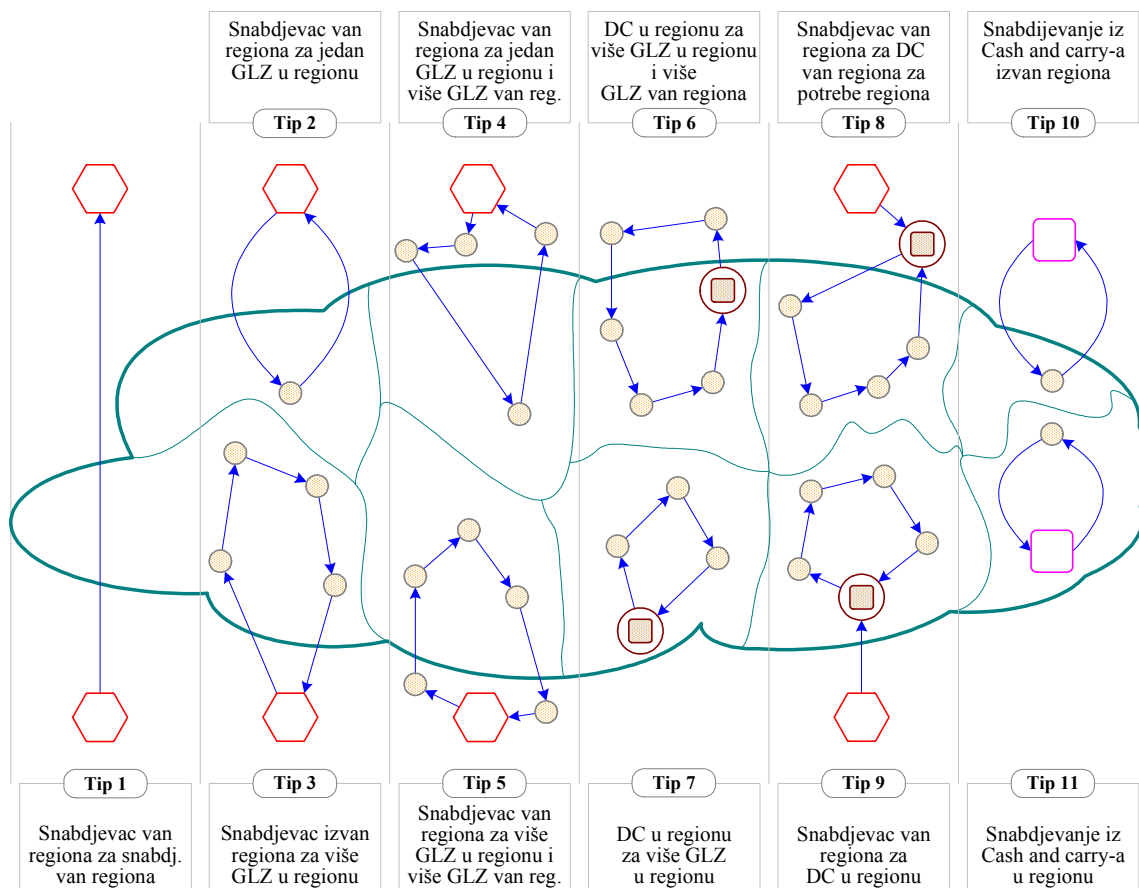
**F. Distributivna određenost.** Difuzija IT rešenja utiče na način generisanja LZ i proces distribucije robe na malo. Epilog je porast broja isporuka i primjena novih strategija za kućne isporuke alternativnim rešenjima (*pick-up-tačkama*), koja su povezana sa povećanjem *e-trgovine*. Povećanje broja LZ inicira i nove oblike distribucije robe. Tako CBD zone traže tiša ekološka vozila, dok turističke zone traže rešenja vezana za vodnu površinu, koja mogu direktno dopremiti robu do hotela vodnim putem. Veliki stanbeni kompleksi, *sub* urbana područja i industrijski kompleksi zahtijevaju razvoj CLC u cilju koncentracije robnog rada i isporuke robe po JIT strategiji. Zonska određenost definiše i karakter LZ, pa tako: GLZ u *Zoni 1* zahtijevaju rijetke isporuke različitog kapaciteta i strukture robe, GLZ u *Zoni 2* zahtijevaju više manjih isporuka tokom dana sa veličinom pakovanja od paketa do više paleta, gdje postoji izražen stepen neizvjesnosti u ljetnjem periodu, GLZ u *Zoni 3* imaju širok dijapazon LZ zbog zastupljenosti više regionalnih funkcija na jednom širem i razuđenom pojasu, GLZ u *Zoni 4* koje pretežno čine korisnici na ruralnom području (poljoprivreda i prerađivačka industrija), imaju neujednačene LZ tokom perioda od jedne godine. Zajednička karakteristika LZ iz svih zona jeste kvalitetno prostorno premošćavanje sa malim finansijskim gubicima, i malim negativnim utucajem na okruženje, uz pri tom dobijanja zahtijevanog i očekivanog kvaliteta procesa isporuke robe. Samu prostornu komponentu u osnovi određuje: (i) struktura i karakteristike tehnoloških zahtjeva za pojedine robne tokove koji se pojavljuju i koji će se pojavljivati u narednom periodu, (ii) zakon nastanka LZ (*determinističnost - stohastičnost, stacionarnost - nestacionarnost, homogenost - nehomogenost, kontinuitet – diskontinuitet*), (iii) broj, položaj i raspored GLZ za dva karakteristična perioda, (iv) broj, prostorni raspored i karakteristike osnovnih sistemskih elemenata i njihova povezanost sa vidovima transporta u regionu, (v) strategije i faktora daljeg razvoja regionalne privrede, posebno turističke, itd. Potrebe GLZ su osnov determinisanja LZ, koje obično karakteriše

raznolikost, uslovljena privrednom djelatnošću, veličinom sistema, i periodom godine u kom se javlja. Identifikovane zone u nekom PTR imaju zajedničke logističke tokove :

1. *Isporuka sirovina za vodno zavisnu industriju* – Uglavnom se vezuje za lučku industrijsku djelatnost usko povezanu sa vodom površinom. Najčešće se doprema robe vrši vodnim putem direktno iz DC proizvođača;
2. *Isporuka sirovina za vodno nezavisnu industriju* - Zavisno od grane industrije sirovine se dopremaju od regionalnih snabdjevača (poljoprivredni proizvođači snabdijevaju prerađivače) ili od globalnih snabdijevača iz njihovih DC. Karakteristike su masovnost i periodičnost bez posebno izražene stohastičnosti;
3. *Isporuka osnovne robe za objekat* – Isporuke osnovne robe realizuju se iz sopstvenog DC, veletrgovinskog DC, CDC ili direktno od proizvođača;
4. *Preuzimanje osnovne robe od objekta* – Kod industrijsko raspoloživih industrijskih kapaciteta preuzimaju se finalni proizvodi za snabdijevanje kupaca;
5. *Preuzimanje robe u povratnoj logistici* – Kod trgovine na malo, određeni procenat robe se preuzima zbog nađene greške, kada se radi o robi sezonskog karaktera ili kada se povlači iz nekog drugog razloga. Preuzimanje robe može da se organizuje u okviru povratne vožnje ili kao nezavisna vožnja;
6. *Transfer robe između objekata* - Razmjene osnovne robe između objekata kod organizacionih sistema koje imaju više objekata u kojima se prodaje ista ili slična roba, a transfer se realizuje posebnim vožnjama iz jednog ka drugom objektu;
7. *Isporuka pomoćne robe za objekte* - Nesmetano obavljanje primarne djelatnosti nekog objekta zahtijeva i njihovo snabdijevanje pomoćnim robama i materijalima (papir, kese, sijalice, ketridži, i sl);
8. *Sakupljanje i isporuka novca* – Tokovi sakupljanja novca uglavnom su prisutni u kompanijama sa većim brojem objekata;
9. *Sakupljanje otpada od objekata* – Razlikuju se tri vrste otpada: osnovni otpad - smeće, specijalni otpad (hemikalije, medicinski otpad i dr.) i reciklažni otpad;
10. *Isporuka pošte* – Pošta se isporučuje direktno (biciklom, mopedom, kombijem). Veličina pošiljke varira od pisma do paketa razne veličine;
11. *Sakupljanja druge robe od objekta* – Podrazumijevaju sakupljanje radnih i drugih materijala za upravu ili za klijenta. Tokove realizuje kurir kompanije, kurirske službe, zaposleni preko pošte, pošta, ili snabdijevači osnovnom robom;

12. *Ispоруka robe od objekta do kupca* – Dešava se ili nakon posjete kupca objektu ili nakon prodavčevog prijema porudžbine preko telefona, faxes ili računara;
13. *Ispоруka robe u e-trgovini* – Razvojem IT porastao je broj e-kupovine i isporuke robe na kućnu adresu. Roba se isporučuje kurirskom službom (DHL, pošta, itd) direktno ili iz LC, a veličina isporuke varira (koverta, paketi razne veličine).
14. *Posebne usluge* - GLZ zahtijevaju [153] i servisiranje računara, kasa, klima uređaja, rashladnih uređaja, servisiranje instalacija (voda, telefon, gas, električna energija), vodoinstalaterske usluge, deratizacija i dezinsekcija, usluge pranja i sl.

Sa aspekta lokacije izvorišta (pošiljaoca) i odredišta (primaoca) svi robni tokovi u PTR se mogu podijeliti u četiri kategorije: (i) pošiljalac izvan regiona šalje robu primaocu izvan regiona preko regiona (tranzit), (ii) pošiljalac izvan regiona isporučuje robu za primaoca u regionu (kompozicija toka), (iii) pošiljalac u regionu šalje robu primaocu u regionu, i (iv) pošiljalac iz regiona šalje robu izvan regiona. U odnosu na ove kategorije moguće je identifikovati više varijanti logističkih tokova (*Slika 4.6.*)



Slika 4.6. Kategorije logističkih tokova sa aspekta izvorišta i odredišta

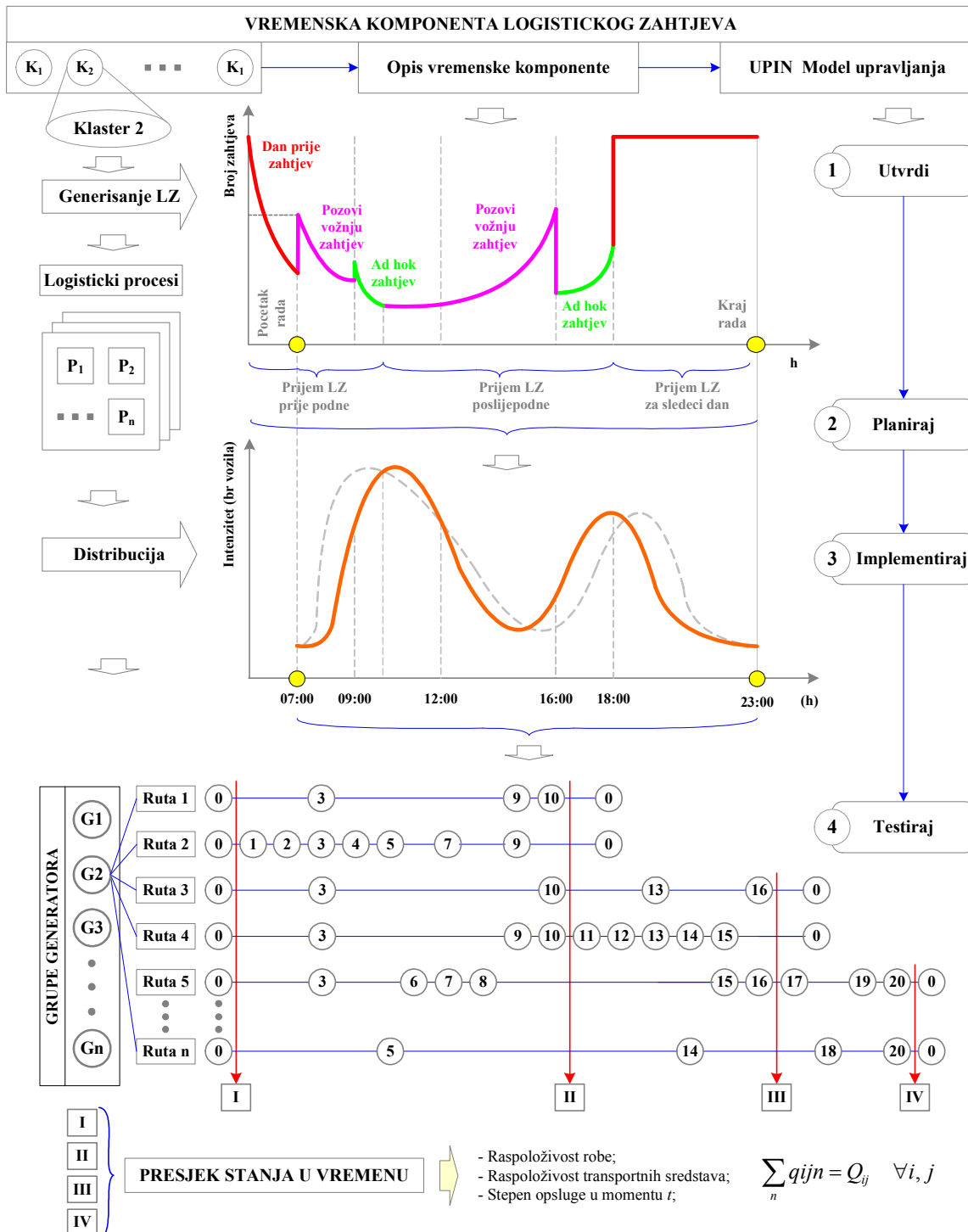
Posmatrano sa aspekta kategorije robnih tokova, LZ u nekom PTR mogu biti zastupljeni u sve četiri kombinacije realizacije [201, 206] i to:

- ✓ **makro – makro sa tranzitnom funkcijom**, koja uzima oblike: (i) pošiljke mijenjaju vid transporta u lukama i u LC duž morske obale, (ii) dio zbirnih pošiljki u prispjeću se poslije prerade otprema kao zbirna pošiljka u daljinskom transportu u nekom habu, (iii) prazne i pune tovarne jedinice koje imaju novu dimenziju i mijenjaju vid transporta u čvornim tačkama (morskim lukama, LC);
- ✓ **makro – mikro sa distributivnom funkcijom**, koja uzima oblike: (i) veća količina homogene robe u prispjeću se transformiše u manje isporuke u LC-a, (ii) veća količina homogene robe u prispjeću se oplemjenjuje i isporučuje jednom ili većem broju primaoca u habu i LC, (iii) veća količina nehomogene robe u prispjeću se oplemjenjuje i isporučuje jednom ili većem broju primaoca u habu i LC,
- ✓ **mikro – makro sa sabirnom funkcijom**, koja ima oblike: (i) sabiranje homogenih grupa robe od istih ili različitih pošiljaoca u cilju otpreme istim ili različitim pošiljaocima u čvorištima, (ii) sabiranje nehomogenih grupa robe od istih ili različitih pošiljaoca u cilju otpreme istim ili različitim pošiljaocima, (iii) sabiranje homogenih ili nehomogenih grupa robe u cilju otpreme logističkih jedinica u habu i LC, (iv) sabiranje tovarnih jedinica u intermodalnom transportu, (v) sabiranje različitih ili istih proizvoda u cilju skladištenja i isporuke homogene robe.
- ✓ **mikro – mikro sa sabirno-distributivnom funkcijom**, koja ima oblike: (i) jedan operater prihvata homogene isporuke u cilju formiranja manjih homogenih grupa za isporuku, (ii) sabiranje i oplemjenjivanje pošiljki radi isporuke korisnicima.

#### 4.2.2. Vrijeme kao obilježje logističkih zahtjeva

Vrijeme nastanka LZ u toku dana zbog svoje složenosti je moguće opisati slučajnom funkcijom koja ima karakteristike nehomogenosti i nestacionarnosti. U toku dana postoje periodi u kojima proces nastanka LZ teče približno homogeno, a realizacija zahtjeva pokazuju samo slučajna odstupanja oko srednje vrijednosti. U takvim periodima vremena, slučajna funkcija LZ postaje slučajna promjenljiva sa procesom nastanka koga karakterišu: stacionarnost, homogenost, kontinuiranost i odsustvo posledica.

Nastanak LZ u periodu stacionarnosti je kontinualan proces, odnosno, odvija se kontinualno u vremenu, i definisan je prijemom, obradom i realizacijom pojedinačnih LZ određenih GLZ u nekom klasteru i zoni regiona. Realizuje se po UPIT modelu (Utvrđi, Planiraj, Implementiraj, i Testiraj) koji je predstavljen na slici 4.7.



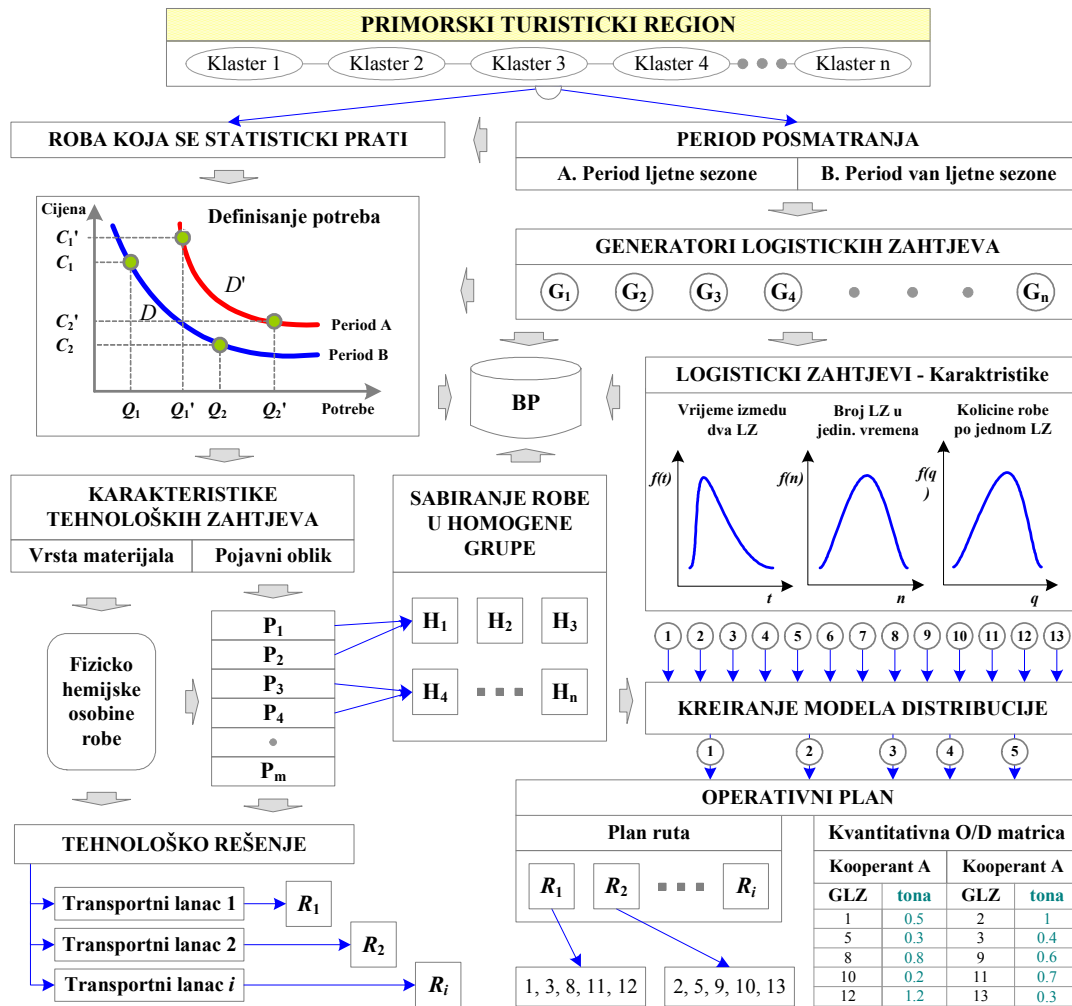
Slika 4.7: Vremenska komponenta logističkog zahtjeva

Zavisno od vrste privredne djelatnosti, tipa i veličine GLZ, vremenski interval između generisanja dva LZ je zavisna veličina od potreba, koje su vazane za dnevno operativni plan poslovanja nekog GLZ. Na osnovu razrađenog operativnog plana, slanje LZ se obično vrši po strategiji «dan prije». Međutim, u dinamičkim promjenama stanja sistema, to nije uvijek slučaj. Često se javlja potreba za dodatnom količinom robe izvan plana. Ona može biti tražena po strategiji «pozovi vožnju», i kada LC sakupi dovoljno LZ da pokrene vozilo on to i uradi. LZ se može realizovati i po strategiji «ad hoc», tj. kada LS realizuje nalog odmah ne vodeći računa o iskorišćenju dostavnog vozila. Dakle, sa stanovišta vremena i planiranja razlikujemo: (i) plansko definisanje potreba, shodno mikroplanu, gdje se LZ definišu na sistematičan način planiranja koristeći se empirijom, i (ii) neplansko definisanje potreba zasnovano na trenutnoj situaciji, gdje su se potrebe pojavile neočekivano i traži se trenutno reagovanje na iste.

#### 4.2.3. Roba kao obilježje logističkih zahtjeva

Najveći broj LZ odnosi se na generisanje robnog toka. Različiti GLZ imaju potrebe za: rudom, nemetalnim građevinskim materijalom, žitom i proizvodima od žita, industrijskim drvetom, ogrevnim drvetom, naftom i naftnim derivatima, nemetalima, tehničkom robom i auto djelovima, prehrambenom robom, voćem i povrćem, stočnom hranom, hemijskim proizvodima, obućom, tekstilom i robom široke potrošnje. Zahtijevana roba može se pojaviti u obliku: kutije, sanduka, buradi, vreća, bala, paleta, rinfuza, cistijerne, kontejnera i ostalih nespecificiranih oblika. Zavisno od vrste GLZ koji generiše LZ, perioda tokom kalendarske godine, klastera i zone u kojoj se nalazi neki generator, kvantitativna karakteristika robe prikazana preko nekog izmjeritelja je takođe bitna. Ona ima karakter promjenjive kategorije, koja se iskazuje različitim izmjeriteljima, a najčešće je to u tonama, komadima i  $m^3$ . Bitno je znati, da li je to roba koja je: (i) rasuta, tečna, čvrsta ili gasovita, (ii) jedinično pakovana, koja ima neku deklarisanu veličinu, (iii) masovna ili denčana, (iv) u kontinuitetu, ili sa periodičnim javljanjima, (v) koja ima posebne zahtjeve (temperaturni režim) i uslove ili je bez njih. Ključni pravac optimizacije robnih tokova jeste usmjeren na sabiranje pojedinih LZ iz homogenih robnih grupa (*Slika 4.8.*), kako bi se postigao veći stepen iskorišćenja prostora, a operativni troškovi držanja zaliza i troškovi distribucije robe sveli na minimum.



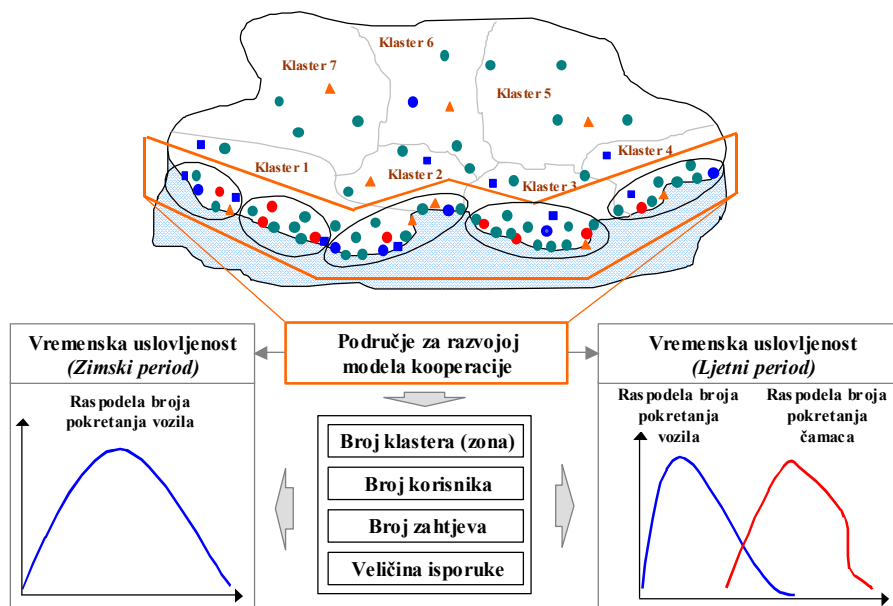


Slika 4.8: Postupak sabiranja logističkih zahtjeva

Svaki LZ, kada je roba u pitanju, ima sledeća bitna obilježja:

**1. Mjesto nastanka zahtjeva - utiče na rešavanje tri ključna problema u RL:**

- ✓ Određivanjem mjesta nastanka LZ određuje se njegova prostorna određenost, klusterska pripadnost i položaj u odnosu na transportnu mrežu, što utiče na izbor transportnih lanaca i mogućeg modela kooperacije;
- ✓ Prostorna koncentracija mjesta nastanka homogenih LZ omogućava njihovo sabiranje i optimizaciju procesa transporta, što za rezultat ima veći stepen iskorišćenja tovarnog prostora vozila (eng. *load factor*), manji broj vozila na ulicama, veće ekonomske, transportne i ekološke efekte;
- ✓ Prostorna koncentracija i struktura LZ omogućavaju realizaciju stratejskih planskih aktivnosti. Ono je usko povezano sa rešavanjem lokacijskih problema u cilju dobijanja optimalnog sistemskog koncepta nekog PTR.



Slika 4.9: Mjesto nastanka zahtjeva kao mjesto kooperacije

**2. Zakon nastanka zahtjeva** - opisuje se sa tri parametra koji imaju diskretne ili kontinualne vrijednosti: raspodjelom vremena između nailaska dva LZ, raspodjelom broja LZ u jedinici vremena, i raspodjelom količine robe po jednom LZ.

**3. Mjesto realizacije zahtjeva** - kod razvoja MoL ima istu važnost kao i mjesto nastanka LZ. Savremeni GIS sistemi omogućavaju, da se sva mjesta nastanka i mjesta realizacije LZ identifikuju pomoću prostornih koordinata. Svaki LC i njegov satelit u osnovi su mjesta realizacije LZ. Ključne komponente jesu zona pokrivanja, kapacitet, zastupljena tehnologija, i spektar osnovnih i dopunskih logističkih usluga.

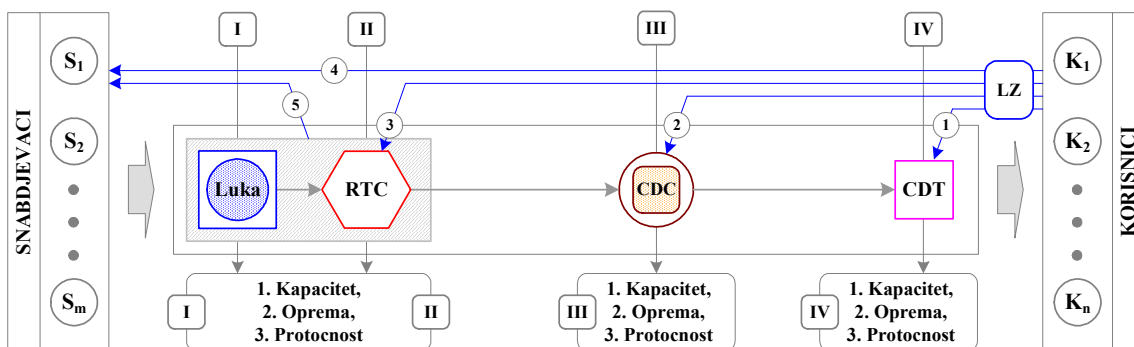
**4. Interval strpljivosti zahtjeva** - je vrijeme u kome se mora otpočeti sa realizacijom, ili u kome se realizacija LZ mora obaviti, a da pri tome nema nikakvih posledica izazvanih kašnjenjem njene realizacije. On ima dva oblika:

1. *Interval strpljivosti na početku realizacije.* Predstavlja vrijeme za koje se može odložiti početak realizacije LZ, a da ne dođe do povlačenja LZ iz procedure realizacije, dodatnih troškova zbog zadržavanja realizacije, ili drugih posledica;
2. *Interval strpljivosti na kraju izvršavanja tehnološkog zahtjeva.* Predstavlja vrijeme u kome LZ mora biti izvršen bez povlačenja, dodatnih troškova ili nekih drugih posledica. Po pravilu, prekoračenje intervala strpljivosti povlači posledice koje se najčešće manifestuju dodatnim troškovima.

#### 4.2.4. Strukturna komponenta kao obilježje logističkih zahtjeva

Regionalni logistički lanac kao metalogistički sistem [201], ima sve performanse koje ga mogu okarakterisati sa aspekta koordinacije, kooperacije, konsolidacije, specijalizacije, i integracije, pa samim tim ima funkciju povezivanja više sistema u cilju jedinstvene optimizacije. Novi uslovi privređivanja, traže od lanaca da omoguće primjenu novih modela kooperacije i koordinacije, koji mogu da zadovolje LZ koji idu u pravcu smanjenja nepovoljnog modal splita u korist drumskog transporta. Sve više se govori o zahtjevima za među vidovsku kooperaciju na relaciji drum-šine i drum-more.

U najvećem broju slučajeva PTR imaju prostorna ograničenja za bitnim infrastrukturnim promjenama, pored toga, briselska konvencija zabranjuje intervencije u priobalnoj zoni do 100m. Pravac u kome se može djelovati jeste, razvoj prostih CDT u funkciji puffer skladištenja na već izgrađenim pristaništima. Najvažnija strukturna komponenta PTR su morske luke (Slika 4.10.), koje zbog svog polarizovanog uticaja na razvoj grada u regionu kome pripadaju, gube svoju tradicionalnu ulogu i organizacioni oblik. Težnja je usmjerena na pretvaranje lučkih infrastrukturnih sadržaja u servisne zona i objekte koje su u većoj mjeri u funkciji RL, a lučka djelatnost se seli daleko u zaleđe (*dry port* koncept). Morske luke se sve više nameću kao LS koji imaju važnu ulogu u razvoju i primjeni kooperativnih MoL, prije svega kroz forme, koncentracije, raspoloživosti kapaciteta, opreme i robe, tehničko tehnološke ispomoći, razvoja RTC-a kao njenog podsistema, fleksibilnosti ukupnog sistema, kooperacije između daljinskog i loko transporta, kooperacije između različitih vidova transporta, kooperacije između nosioca i izvršilaca transportnih zadataka, koncentracije informacija i razvoja sistema za upravljanje po **Core SCM** modelu.



Slika 4.10. Strukturna komponenta kao obilježje LZ

Optimalna strukturna komponenta je u funkciji zadovoljenje svih LZ, bilo da se radi o većem obimu robnih tokova, ili novim i specijalizovanim logističkim uslugama. Strukturna komponenta treba da omogući optimalni balans između ulaznih i izlaznih logističkih tokova u nekom regionu u dva karakteristična perioda. Ona je produkt eliminacije suvišnosti kapaciteta, elemenata i procesa u organizacionim sistemima, u kojoj postoji bolji stepen iskorišćenja raspoloživih kapaciteta, posebno transportnih, bolji kvalitet logističke usluge, manji stepen zagađenja okoline i očuvanje autentične istorijske komponente, odnosno, ona je mjera za savršenu logističku uslugu po mjeri korisnika. Svaki generisani LZ očekuje savršenu logističku uslugu, sa: (i) realizacijom iz najbližeg LC koji ima dovoljnu raspoloživost kapaciteta, (ii) što bržom isporukom u kojoj ima manje prekida robnog toka, (iii) primjenom 7P koncepta kod isporuke robe, (iv) idealnom frekventnošću na nivou dana, (v) brzim odgovorom na reklamiranje, i dodatne zahjeve, i (vi) dobrom povratnom logističkom uslugom.

Prisustvo više različitih LZ u okviru PTR utiče na razvoj različitih oblika kooperacije, i koordinacije, u transportnim lancima, kao npr: (i) željeznica – drumski transport – distribucija robe city vozilima, (ii) željeznica - drumski transport – podzemni sistem transporta, (iii) drumski transport – cargohopper, cargobike, itd, (iv) pomorski transport – željeznica – city vozila, (v) pomorski transport – distributivni čamci – eko distributivna vozila, itd. Davno pokrenuti prvi korak optimizacije LZ, koji se odnosio na konsolidaciju tereta u okviru istog vozila (VAL usluga - *Merge In Distribution*), kada su različiti vlasnici robe počeli slati robu korisniku jednim vozilom preko nezavisnog operatera i sa nekim oblikom koordinacije logističkih operacija, treba nadograditi. Nadogradnja bi mogla ići u pravcu među vidovske, prostorne, tehnološke i organizacione kooperacije. Zajednička osobina za sve kooperativne modele u nekom složenom logističkom lancu, jeste poboljšanje sveukupne logističke usluge duž čitavog lanca, a prije svega kroz dvije ključne forme: (i) konsolidacija robnih i materijalnih tokova u okviru LC, i (ii) kooperacija transportno – distributivnih procesa.

Sistemska - strukturna komponenta, uzročno posledično je vezana za robnu strukturnu komponentu. Prisustvo velikog broja GLZ različitih privrednih djelatnosti na nekom prostoru rezultira različitim LZ. Regionalna privreda generiše čvrste, tečne, gasovite i rasute terete sa različitim atributima. Neki od ovih tokova su pogodni da se realizuju

preko LC, a neki nisu. Neki robni tokovi su prikladni za kooperativne modele, a drugi nisu. Zato, logistička nadogradnja i razvoj dodatnih kooperativni odnosa mogu uticati na razvoj i uspostavljanje 4K procesa u funkciji međusobne logističke ispomoći i boljeg zadovoljenja postavljenih LZ. Generisanje više LZ od jednog GLZ preko IT provajdera ka nekom LS, moguće je za razliku od prethodnih tradicionalnih sistema realizovati koordinisanom isporukom iz integrisanog regionalnog LS. Kao primjer potrebno je navesti situaciju da neki prerađivački regionalni industrijski organizacioni sistem pošalje više LZ, jedan za sirovinu, drugi za kancelarijski materijal i treći za robu za objekat društvene ishrane. Ukoliko bi se razvio neki LC u okviru morske luke, LZ bi onda mogli ići ka jednom subjektu, koji bi na bazi kooperacije i Core SCM modelu upravljanja mogao da realizuje različite zahtjeve istom GLZ. Zahtjev za sirovinama bi mogla da realizuje luka, a ostala dva zahtjeva bi mogao da realizuje LC koji je razvijen u okviru luke kao njen podsistem. Treći aspekt posmatranja strukturne komponente su oblici i modaliteti kooperacije i integracije kod realizacije LZ po pitanju: nosioca realizacije, modal splita, i preraspodjele tokova. Ovdje govorimo o vertikalnoj (niži sistem se povezuje vertikalno sa višim LS) i horizontalnoj integraciji (sistemi istog ranga se integrisu u funkciji koordinacije i zajedničkog upravljanja).

Kontrola procesa u realnom vremenu i prilagođavanje sistema potrebama korisnika, kao jedan od mogućih LZ, može se ostvariti samo u integrisanom planiranju i integraciji aktivnosti i ključnih strukturnih komponenti sistema. Zato se 4K procesi pojavljuju kao ključni procesi u RL, jer trenutno zastupljeni optimizacioni procesi upravljanja dostavnim vozilima mogu djelimično da riješe regionalne logističke probleme. Jasno definisana struktura sistema, zasnovana na sistemskoj teoriji, uspostavljanju balansa između želja i mogućnosti, korišćenje prednosti već izgrađenih morskih luka za razvoj VAL usluga u regionalnoj marketing logistici su pristupi koji vode nadogradnji postojećih MoL i stvaranju dodatne ekonomske vrijednosti (eng *Economic Value Added – EVA*). Od suštinskog značaja je pristup sveobuhvatne i jednovremene optimizacije svih karika u logističkom lancu koristeći dijagonalni oblik kooperacije. Isti podrazumijeva (i) kooperaciju rada više vidova transporta, (ii) kooperaciju između daljinskog transporta i distribucije robe, (iii) kooperaciju između različitih logističkih operatera, i (iv) kooperaciju između više LC na različitim hijerarhijskim nivoima.

## POGLAVLJE 5

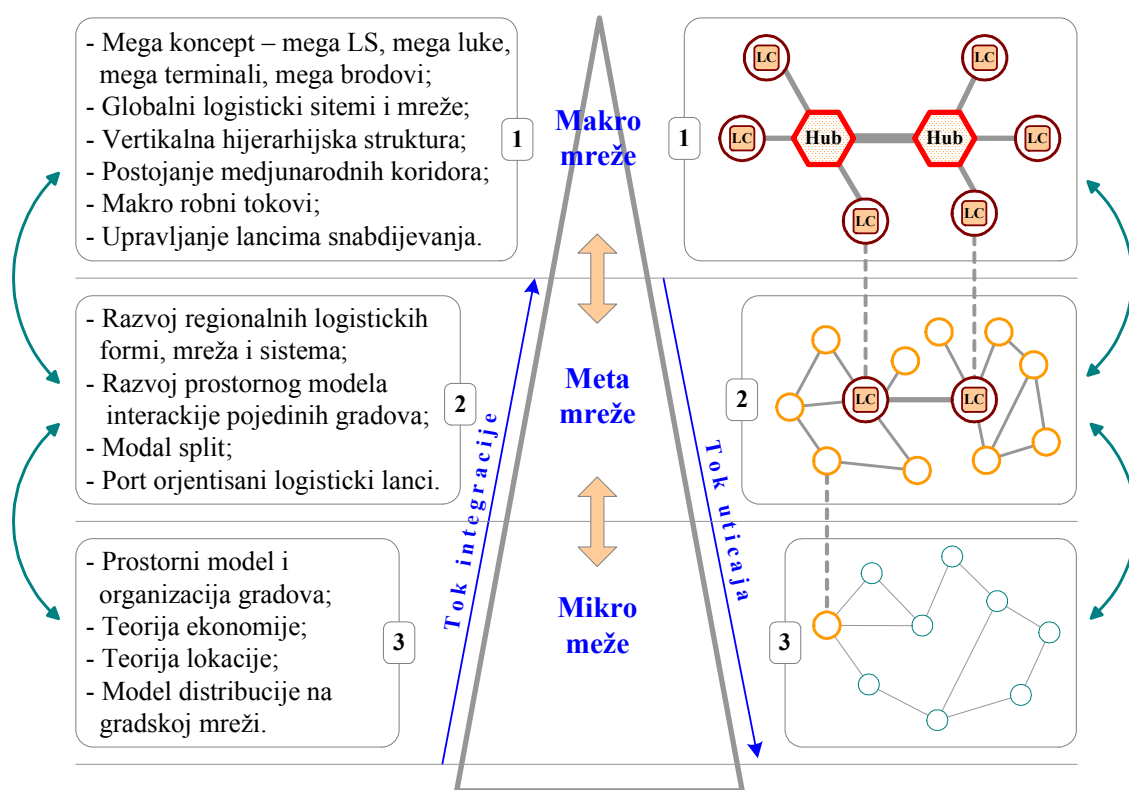
**TIPSKA LOGISTIČKE MREŽE**

---

Procesi globalizacije, liberalizacije i deregulacije u transportu uticali su da globalno tržište materijala, usluga i proizvoda bude dostupno svima, kao i na to, da dođe do premještanja proizvodnje u niskotroškovne regione. Shodno tome, javila se potreba za bitnim promjenama u sferi logistike, prije svega u oblasti razvoja većeg broja skladišnih kapaciteta, promjene načina upravljanja zalihama i upravljanja SC. Iako su transportne mreže od nastanka civilizacije bile moćno sredstvo za prostornu kontrolu i povezivanje (tokom kolonijalne ere, pomorske mreže su bile značajan alat trgovine i eksploatacije, a u XIX vijeku, transportne mreže su postale sredstvo izgradnje nacije) one danas dobijaju novu dimenziju u kojoj su tri faktora prostor, vrijeme i novac zadržali prvobitni značaj. Tokom XX vijeka, na razvoj saobraćajne mreže bitan uticaj imao je nagli razvoj auto industrije i porast motorizacije, da bi u XXI vijeku, telekomunikacione i logističke mreže postale sredstvo prostorne kohezije i brze interakcije.

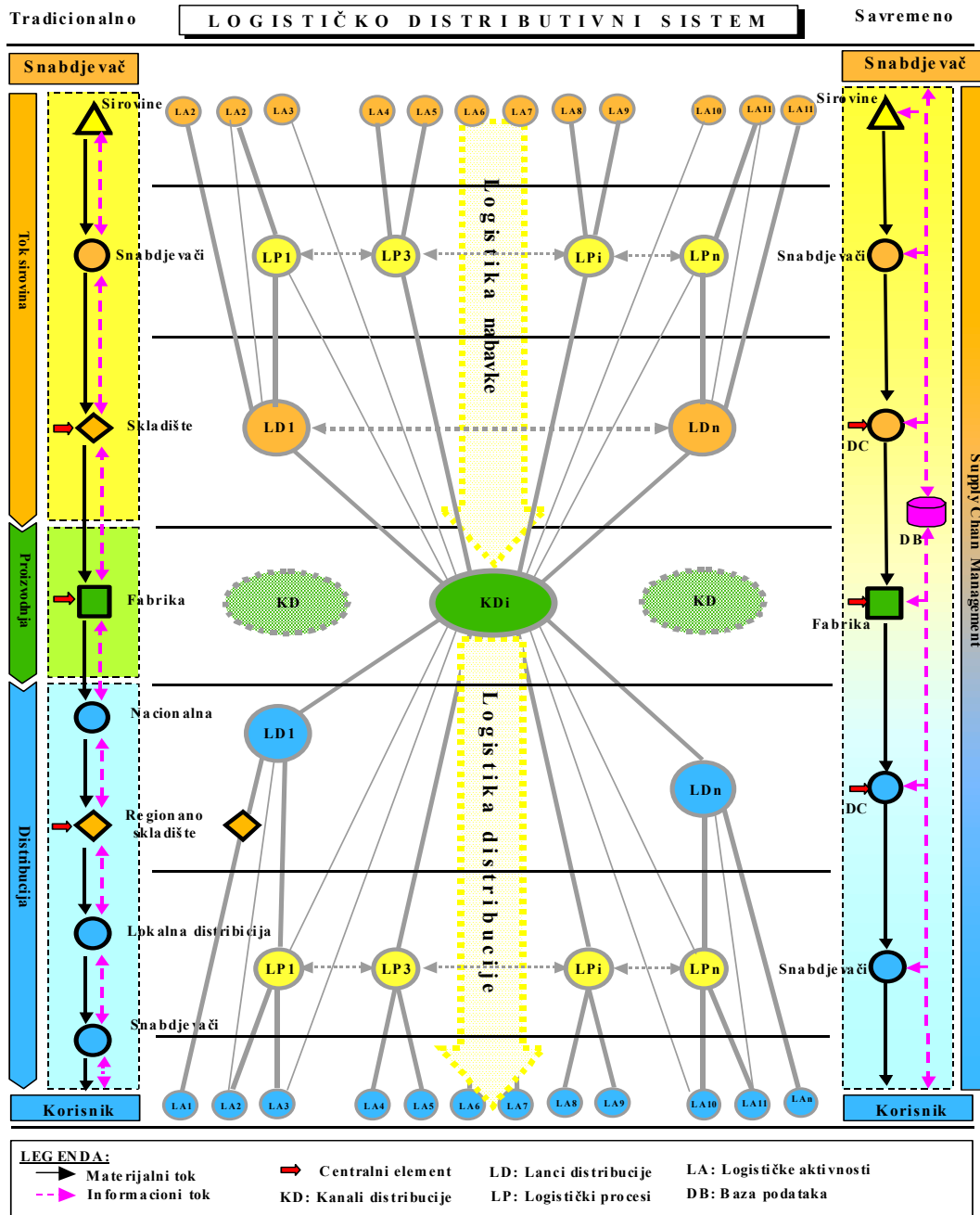
Svakom suptilnom kvalitativnom i kvantitativnom analizom logističke mreže, može se utvrditi, da je logistička mreža sistem integrum između proizvodnje i potrošnje sa više povezanih slojeva, koji su organizovani na tržišnim osnovama, i u kojima ključne elemente čine proizvodni kapaciteti, logističko distributivni sistemi, transportne mreže različitih vidova transporta uključujući i njihovu propustnu sposobnost, zastupljene strategije i koncepcije distribucije i krajnji potrošači. Kvalifikujući logističke mreže kao višehijerarhijski sistem, onda suštinski možemo reći, da se radi o sistemu sa trohierarhijskom organizacijom (mikro, meta i makro), koji ima jasno istaknute interakcijske

i integracione veze (Slika 5.1.), koji kao takav omogućava realizaciju logističkih tokova. Ovako organizovan sistem, omogućava brže, sigurne i racionalnije procese robne razmjene, stvara uslove za kvalitetniju proizvodnju sa jedne strane i potrošnju dobara sa druge strane. Takođe, logistička mreža je model za izgradnju sistema interakcijskog povezivanja bitnih elemenata proizvodnje sa jedne strane i bitnih elemenata potrošnje sa druge strane, koji po svojim karakteristikama liči na graf i kao takav se izučava sa aspekta teorije grafova. Bitna karakteristika svake logističke mreže jeste heterogenost, jer se njome ne kreću samo roba i materijal, nego i transportna sredstva, ljudi, informacije, energija, i sve ono što je uzrok ili posledica robnog i materijalnog toka.



Slika 5.1: Hijerarhijska organizaciona struktura logističkih mreža

Robni tok usmjeren na neki tip mreže formira kanal distribucije (marketing kanal). Izbor samog kanala zavisi od samih karakteristika robnog toka, kao i od svih njegovih drugih karakteristika, kao što su: raspoloživost, količina, izraženost specijalnih zahtjeva u procesu distribucije, fizičke osobine robe, zastupljena transportna mreža posmatrano po vidovima saobraćaja, broj i prostorni raspored LC i sl. Zato robne tokove možemo posmatrati u vertikalnoj i horizontalnoj ravni. Shodno tome, logistička mreža može imati hijerarhijsku (Slika 5.2.) i nehijerarhijsku strukturu.

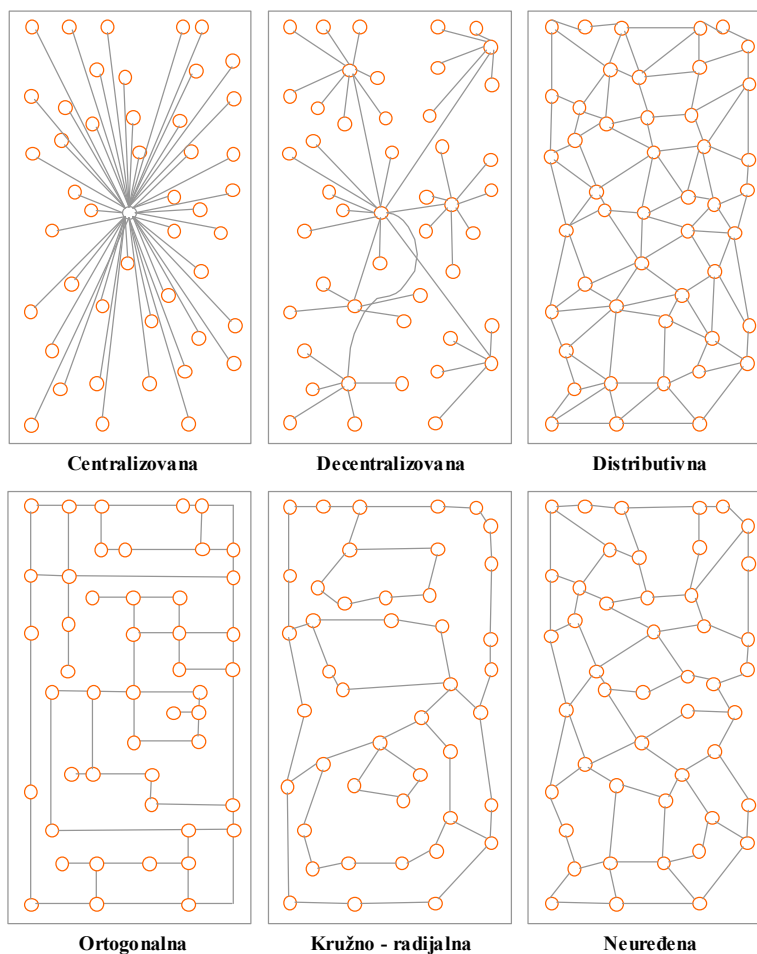


Slika 5.2: Hijerarhijska struktura logističko - distributivnih sistema

Savremeno upravljanje lancem snabdijevanja je uslovljeno postojanjem integrisanog IS, koji ima mogućnost, da podrži (i) procese integrisane automatizovane obrade podataka (AOP), (ii) procese planiranja i razvoja, (iii) procese podrške odlučivanju, i (iv) upravljačke procese. Integrisani tok informacija je osnova za ostvarivanje primarnog zadatka savremenog SCM, a to je koordinacija i podrška procesima u svim karikama lanca. Zadatak je moguće ostvariti formiranjem jedinstvene baze podataka, jedinstvenom obradom podataka, zatim otvorenošću, tranzitivnosti i decentralizacijom izlaza iz sistema.

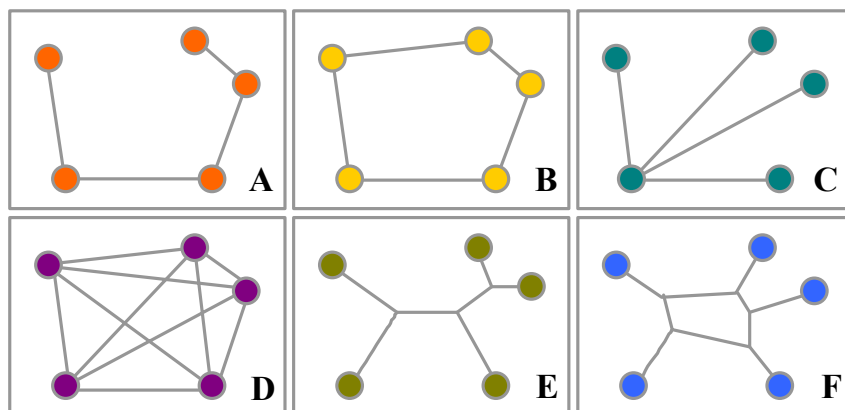


Nehijerarhijska struktura karakteristična uglavnom za mikro i meta logističke mreže, može imati neki od šest osnovnih oblika (Slika 5.3.). Okarakterisana je čvorovima i vezama. Čvorovi predstavljaju pošiljaoce, skladišta, LC, robnodistributivne centre, robnotrgovinske centre, robnotransportne centre, krajnje korisnike, a veze između čvorova predstavljaju transportnu mrežu. Svaki čvor je mjesto prekida ili zaustavljanja robnog ili saobraćajnog toka.



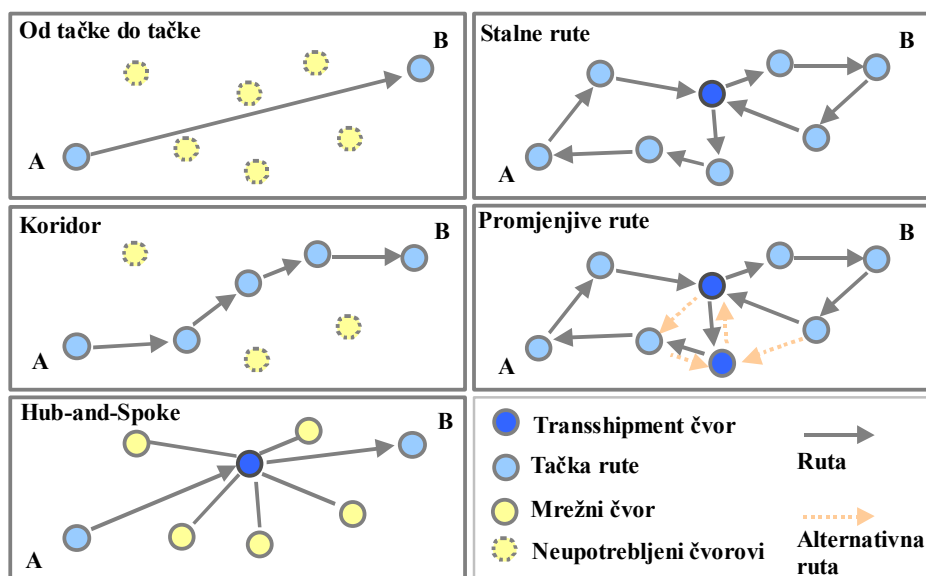
Slika 5.3: Osnovni tipovi logističke mreže

Logističku mrežu, oslikava prostorna određenost okarakterisana sa dva skupa podataka, skupom ishodišta i skupom odredišta logističkog toka. Ovi skupovi definisani kao skup čvorova, interakcijski su povezani lukovima. Raspored objekata i njihova povezanost u neku mrežnu strukturu predstavlja se obično kao topologija, pokazujući njenu strukturu na grafički način. Najosnovniji elementi takve strukture su oblik mrežne geometrije i stepen međusobne povezanosti. Logističke mreže se mogu svrstati u određene kategorije, zavisno od skupa topoloških atributa koji ih opisuju (Slika 5.4.).



Slika 5.4: Tipovi logističke mreže na mikro nivou [112]

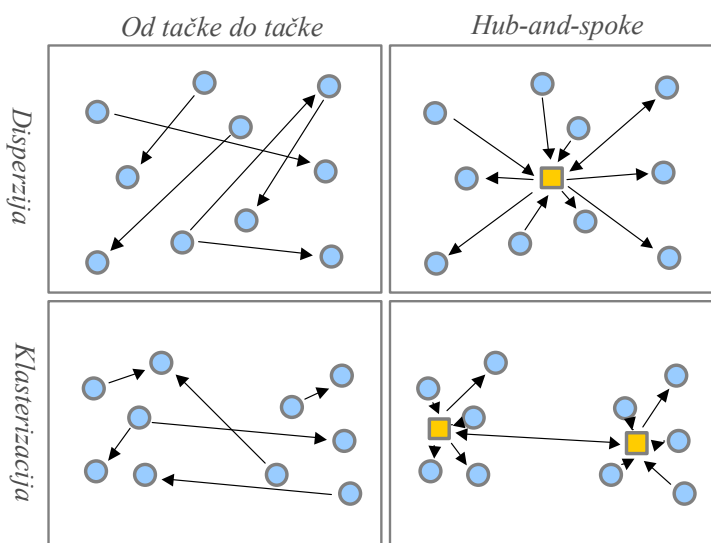
Izgradnja nove, razvoj ili preoblikovanje postojeće logističke mreže, uzročno posledično je povezana sa operabilnošću logistike i njena dva ključna toka, tokom kretanja robe, i tokom kretanja transportnih sredstava. PTR, zbog prisutnih procesa globalizacije i urbanizacije, imaju potrebu za izgradnjom novih logističkih kapaciteta kao odgovora potrebama, a samim tim i za preoblikovanjem postojećih mreža. Sama prostorna struktura logističke mreže je izraz prostorne strukture distribucije robe. Novi uslovi privređivanja teže, da izvrše pomak centra mreže prema većim LS, prije svega morskim lukama, kao značajnim trans-nacionalnim hubovima. Nova struktura mreže, zahtijeva veći stepen integrisanosti, zastupljenost više vidova transporta za ispunjavanje LZ, i primjene različitih organizacionih struktura, sa više prostornih oblika (Slika 5.5.).



Slika 5.5: Organizaciona struktura logističkih mreža [140]

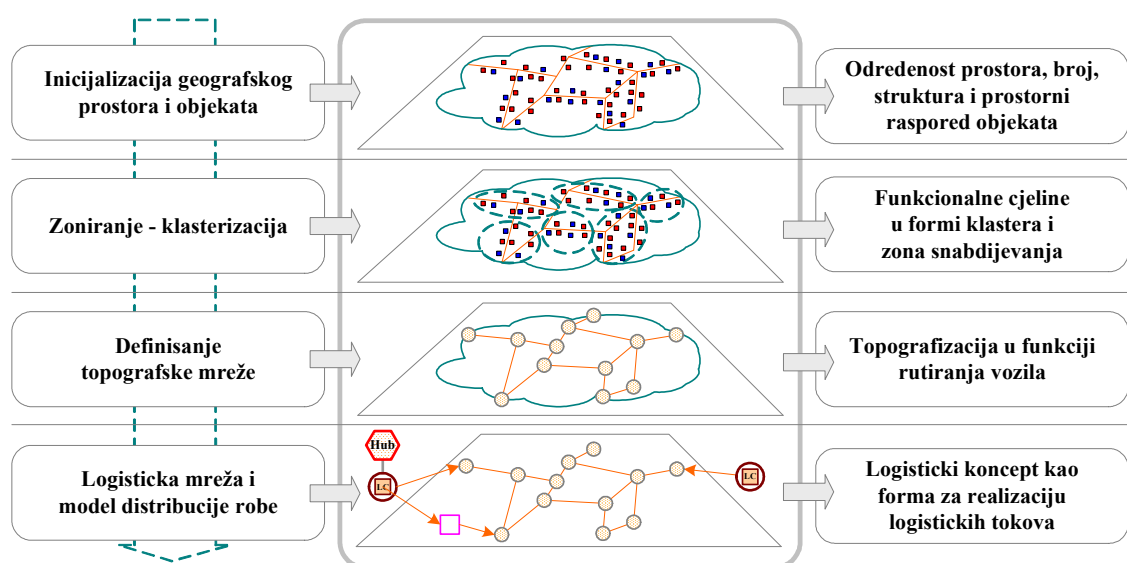
- ✓ **Organizaciona struktura «Od tačke do tačke»** (eng. *point-to-point*) predstavlja početni nivo organizacije. Primjenjuje se za zadovoljenje specijalizovanih i posebnih jednokratnih dispozicija. Utiče na nepotpuno opterećenje transportnog sredstva;
- ✓ **Organizaciona struktura «Koridor»** usmjerena je na povezivanje naseljenih područja visoke gustoće sa transportnim uslugama zvanim «kopneni mostovi», gdje teretni vozovi povezuju morske luke i LC u zaleđu. Transport duž koridora omogućava utovar i istovar u LC u svojstvu pod-čvorišta;
- ✓ **Organizaciona struktura «Hub»** uglavnom je zastupljena u velikim LC regionalnog ili međunarodnog značaja. Ova struktura primjenjiva je samo ako hub ima sposobnost vremenske, prostorne i tehnološke konsolidacije pri obradi velike količine robnih tokova;
- ✓ **Organizaciona struktura «Stalne rute»** ima tendenciju korišćenja ciklično kružnih transportnih procesa, kod koje se teret pretovara u čvorovima do nivoa nosivosti transportnog sredstva, a zatim u planiranim ciklusima distribuira korisnicima. Primjer ove mrežene strukture jeste kontejnerski fider servis;
- ✓ **Organizaciona struktura «Promjenjive rute»** uslovljava visok nivo logističke integracije i razvijenu IT platformu koja može vršiti optimizaciju ruta u uslovima promjene potražnje i promjene stanja saobraćaja na pojedinim dionicama rute.

Usluge transporta sa aspekta RL se sve više prilagođavaju *hub-and-spoke* organizacionoj strukturi. Globalni logistički provajderi UPS, FedEx i DHL odavno su orjentisani na *hub-and-spoke* koncept. Kod ovog koncepta ima i potencijalnih nedostataka koji se u praksi mogu pojaviti, kao što su dodatne pretovarne operacije, slabiji kvalitet usluge zbog povećanja troškova distribucije, niži nivo logističke usluge zbog kašnjenja i potencijalne gužve u periodu vršnog opterećenja.



Slika 5.6: Tok razvoja mrežne strukture [140]

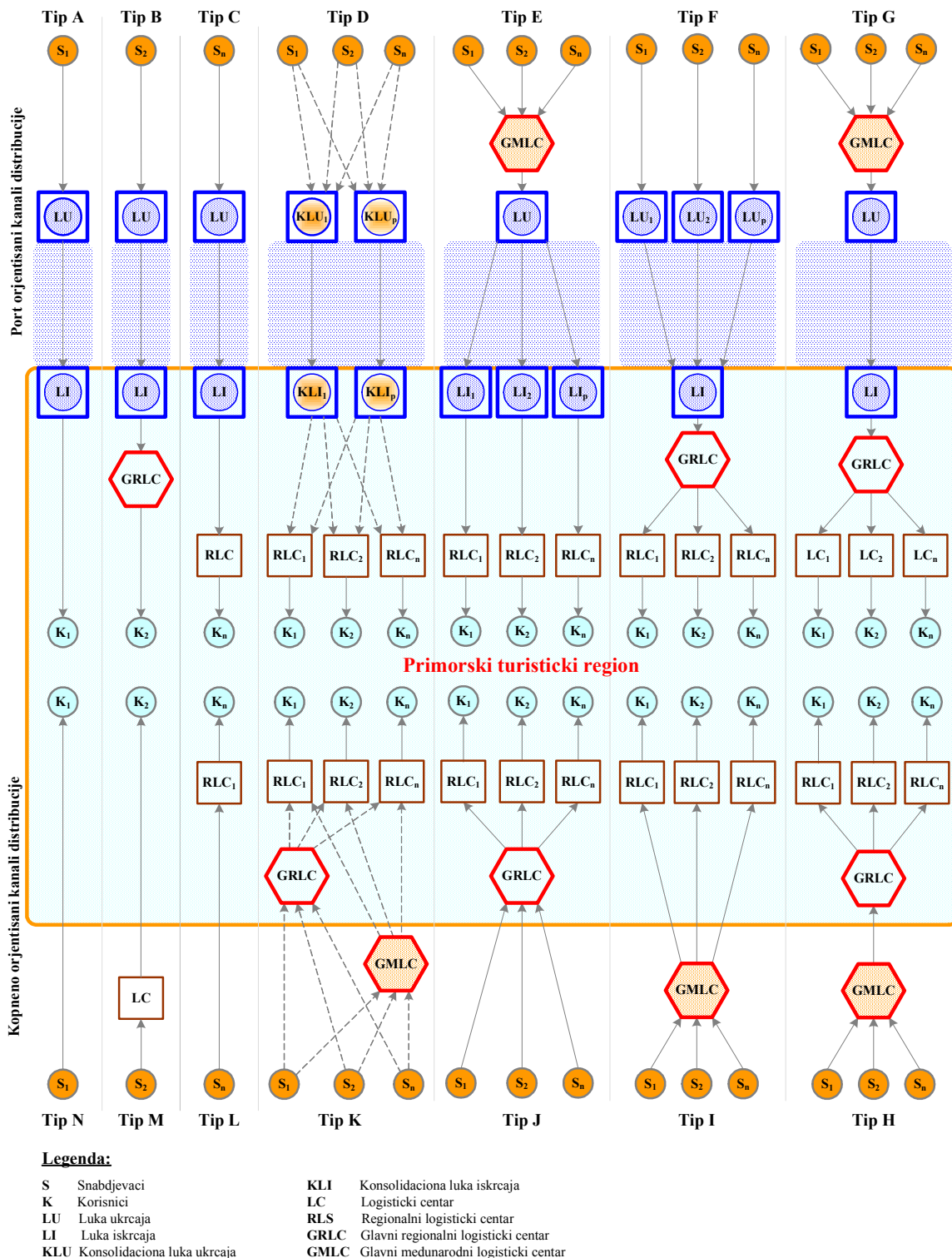
Učesnici marketing kanala imaju različite optimizacione strategije i onaj ko ima najveću moć u marketing kanalu odlučuje o njegovoj organizaciji, a samim tim utiče i na organizaciju distributivnog kanala. Za većinu robno - distributivnih aktivnosti u PTR trgovina na malo i objekti iz hotelsko – ugostiljske djelatnosti imaju najjači uticaj na marketing kanale, a samim tim i na organizaciju kanala fizičke distribucije robe. Sagleđavajući sve raznolikosti, neka logistička mreža treba da predstavlja sistem integrum (Slika 5.7). Ovdje se obično govori o definisanju strukturne komponente u funkciji realizacije kanala fizičke distribucije, kao i o oblicima kooperacije sa logističkog aspekta posmatranja.



Slika 5.7: Logistička mreža kao sistem integrum

Broj i prostorna koncentracija proizvodnih i snabdjevačkih karika utiče na strukturu i karakter fizičkih kanala distribucije. Prostornu i vremensku razuđenost proizvodnje i potrošnje treba sistemski integrisati, organizovati i optimizovati kako bi proizvod bio dostupan u svakom trenutku u obimu i stanju koji potrošač zahtijeva i očekuje (7P koncept). Realizacija kanala fizičke distribucije robe u nekom PTR zavisi od broja, veličine, i prostornog rasporeda LC. Takođe veoma važna komponenta jeste, prostorna raspoloživost za razvoj novih LC, prije svega u formi CDT.

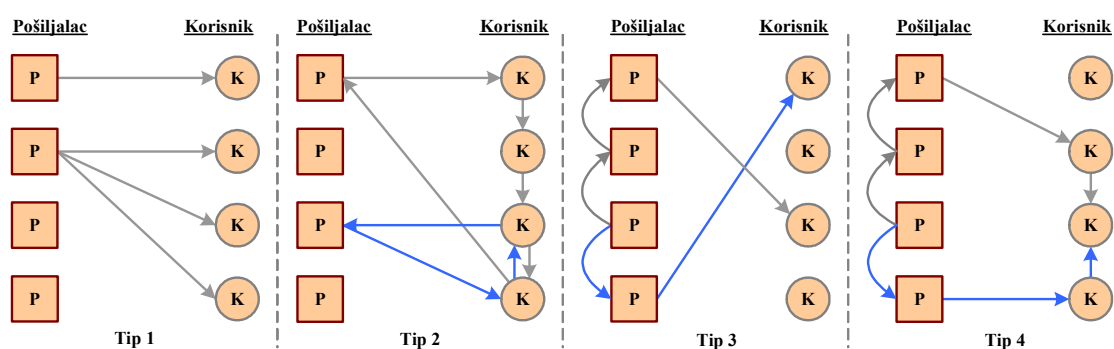
U zavisnosti od pravca dopreme robe u PTR, možemo govoriti o: (i) morskim kanalima distribucije robe («port» orjentisani kanali fizičke distribucije) i (ii) kopnenim kanalima distribucije robe (Slika 5.8.) sa svim mogućim varijetetima.



Slika 5.8. Tipovi kanala fizičke distribucije u PTR

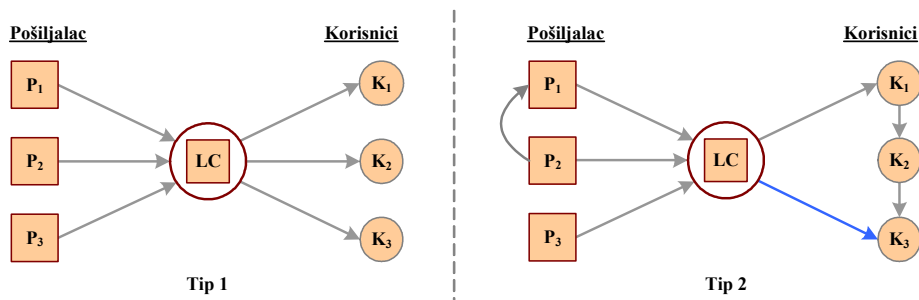
U zavisnosti od vrste, obima i transformacije robnog toka, pojavljuju se transportno distributivne strategije za upravljanje robnim tokovima. Najčešće korišćene su sledeće:

**1. Direktna distribucija.** Zahtjevi korisnika za robom koja ima karakter posebnosti i vremenski ograničeni rok isporuke, čije je skladištenje i čuvanje izuzetno teško sprovesti, realizuju se u direktnim kanalima distribucije (Slika 5.9.). Podrazumijeva se da su proizvodnja i potrošnja maksimalno sinhronizovane, bez prisutne stohastike, da je prisutna savremena tehničko-tehnološka, organizaciona i IT struktura. Uobičajno je da se ovi kanali koriste za zadovoljenje tražnje u velikim pojedinačnim pošiljkama, bilo djelimičnog i kompletnog asortimana isporuke,



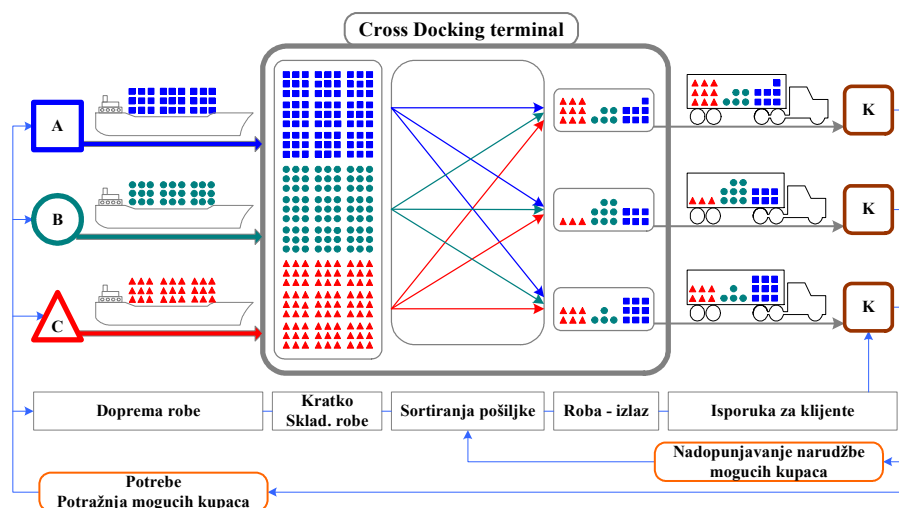
Slika 5.9: Mogući varijeteti direktne distribucije

**2. Indirektna distribucija (ešalonska).** Podrazumijeva sistem distribucije visokovrijednih poluproizvoda i finalnih proizvoda, u kojem dolazi (Slika 5.10.) do držanja zaliha u jednom ili u većem broju posredničkih LC ili skladišta i prolaz robe kroz te LC i skladišta. Dva su uobičajena razloga za korišćenje ešalonskog sistema distribucije: (i) dekompozicija veće robne pošiljke na veći broj manjih pošiljki, koje su namijenjene većem broju korisnika, (ii) kompozicija manjih isporuka u jednu veću istom korisniku. Uspostavljeni LC omogućavaju, da se korisnici oslobode troškova sopstvenih skladišnih kapaciteta i zaliha, ali sa druge strane ograničavaju autonomnost u odlučivanju korisnika, jer je funkcija upravljanj prenijeta na LC.



Slika 5.10: Indirektna distribucija preko LC

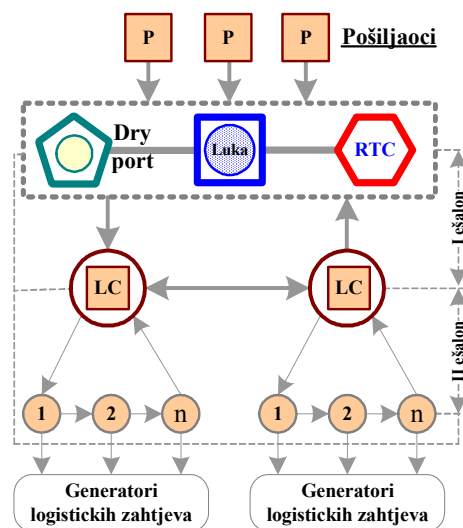
**3. Cross docking distributivna strategija.** Oslanja se na kooperaciju i koordinaciju logističkih procesa pretovara, sortiranja i transporta, a djelimično kratkovremenog skladištenja. Njene prednosti [222] su: (i) minimiziranje skladištenja i ekonomije obima, (ii) minimiziranje upotrebe skupe opreme, (iii) niski troškovi održavanja, (iv) razvoj funkcije dodatne vrijednosti usmjeravajući procese na konsolidaciju isporuka, i (v) smanjenje vremena od momenta naručivanja proizvoda do njegove isporuke, na način što se drastično redukuje vrijeme skladištenja. Ulazni robni tokovi se na ovaj način direktno prenose na izlazne robne tokove ka korisnicima uz malo vremensko zadržavanje u skladištu (nekada manje od sat vremena). CDT je dobar izbor za konsolidovane isporuke od više dobavljača sa kombinovanim sistemom distribucije (more-drum). Unaprijed definisan kapacitet nekog klastera ili zone, omogućava razvoj varijabilnih slabo tehnološki intenzivnih CDT u kojima se vrši dekompozicija zbirnih robnih tokova na manje isporuke po zahtjevima korisnika (Slika 5.11.).



Slika 5.11: Grafička interpolacija Cross docking distributivne strategije

**4. Kombinovana distribucija (dualna distribucija).** Kombinuje neke od prethodnih strategija u cilju realizacije LZ korisnika. Može se pojaviti u različitim kombinacijama i to [191]: (i) dvostepeni kanal distribucije u varijanti djelimičnog i kompletnog asortimana isporuke, (ii) trostepeni kanal distribucije u varijanti djelimičnog i kompletnog asortimana isporuke, (iii) kombinovani jednostepeni - dvostepeni kanal distribucije u varijanti djelimičnog i kompletnog asortimana isporuke, (iv) kombinovani jednostepeni - dvostepeni - trostepeni kanal distribucije u varijanti djelimičnog i kompletnog asortimana isporuke. Izbor neke od ovih kombinacija kanala distribucije,

zavisi od [154] samih karakteristika robnog toka izraženo kroz vrstu robe, pojavni oblik, mjesto izvora i ponora toka, intenzitet toka, kao i od svih njegovih drugih karakteristika, kao što su: raspoloživost količine, izraženost specijalnih zahtjeva u procesu distribucije, fizičke osobine robe i sl. U većini PTR značajne logističke uštede mogu se postići samo kroz racionalizaciju distributivnih aktivnosti, zbog ograničenosti prostora i nemogućnosti intervencije u istom. Morska luka (Slika 5.12.) povezana sa mrežom LC i CDT usko povezani sa GLZ u okviru klastera u regionu su dobra osnova za kooperativni model distribucije drum – more i racionalizaciju distributivnih aktivnosti u periodu kada broj LZ poraste. U 2E sistemu habovi, LC i korisnici su tijesno interakcijski povezani, pri čemu dvije ili više grupa unificiranih vozila obavljaju distribuciju robe između ove tri vrste subjekata:



Slika 5.12: 2E sistem distribucije

1. *Primarni objekti* su habovi razvijeni u okviru luka, kao visokosofisticirani LS koji su obično udaljeni od krajnjih korisnika, i imaju razvijen sistem intermodalnog transporta. Njihovo snabdijevanje vrši se brodovima, vagonima i kamionima;
2. *Sekundarni objekti* ili sateliti su tehničko - tehnološki niže osposobljeni LS, usmjereni na pretovarne, skladišne, pufer skladišne i konsolidacione operacije. Teret dolazi većim kamionima iz habova do LC i pretovara se na manje kamione, koji su više pogodni za distribuciju. Svaki LC ima svoj vozni park, koji radi po principu rutiranja. Svaki LC povezan je najmanje sa jednim habom;
3. *Korisnici* su krajnje tačke distribucije (hoteli, restorani, itd). Svakog korisnika opslužuje najmanje jedno vozilo iz drugog ešalona.

Gonzalez-Feliu [180] navodi tri ključne grupe pokretanja vozila u urbanim područjima:

- ✓ *Inter-establishment movements* (IEM) ili klasični tokovi distribucije robe u urbanim područjima (LC-korisnik), što predstavlja oko 40% ukupne zastupljenosti;
- ✓ *End-consumer movements* (ECM) obično se identifikuju sa shopping putovanjima. U ovu kategoriju uključeni su toklovi vezani za e-kupovinu i isporuku na kućnu adresu. Njihov udio u odnosu na ukupan broj isporuka iznosi do 50%;



- ✓ *Urban management movements* (UMM) odnosi se na tokove za javno održavanje infrastrukture, građevinske radove, upravljanje otpadom i druge funkcije urbanog upravljanja prostorom. Oni čine oko 8% od ukupne zastupljenosti. Preostale 2% odnose na sve ostale tokove koji se pojavljuju u nekoj urbanoj sredini.

Problem dizajniranja multiešalonskog sistema distribucije zahtijeva uzimanje više parametara u razmatranje. Ovi parametri mogu se svrstati prema [222]:

1. *Veličini regiona i infrastrukturne raspoloživosti*. Veličina regiona usko je povezana sa brojem GLZ i raspoloživosti morskih luka, koridora, LC, obalne prostorne raspoloživosti za razvoj CDT;
2. *Vrsti tereta*. Teret usmjeren ka nekom prostoru može biti vrlo različit, sa različitim stepenom heterogenosti. To značajno usložnjava model optimizacije, jer je teško u potpunosti identifikovati mjesto ishodišta za svaki teret, odrediti optimalno vozilo i sistem distribucije;
3. *Vremenskim ograničenjima*. Dvije glavne vrste ograničenja treba uzeti u obzir: (i) vremenske prozore za rad satelita i proces distribucije do krajnjih korisnika, i (ii) sinhronizaciju ograničenja u okviru oba ešalona, kako bi se obezbijedila dobra koordinacija i izbjeglo dugo čekanje vozila bilo kod LC ili kod korisnika;
4. *Vremenske zavisnosti*. Sistem distribucije može biti dizajniran za jedan period (statički problem) ili za više perioda (dinamički problem), gdje treba uzeti u obzir varijabilnost nekih parametara (količina robe, intenzitet, itd);
5. *Nepouzdanost podataka*. Ulazni podaci za MoL, kao što su LZ korisnika, vremena putovanja, troškovi prevoza, itd, nijesu determinističke prirode, a posebno za više perioda posmatranja i za različite regione, pa možemo govoriti o stohastičkom problemu.

Razvoj sistemskog pristupa za definisanje MoL sa multiešalonskim sistemom u kome je morska luka *p*-Hub, a CDT sekundarni sateliti od važnosti za period van ljetne sezone, koji su u funkciji distribucije i koji omogućavaju međuidevovsku adaptaciju i relokaciju ruta u periodu povećanog intenziteta LZ i stepena zagušenja, je cilj kome se teži u ovom radu. Uz smanjenje troškova distribucije, ovakav multiešalonski sistem distribucije treba da unaprijedi sistem logistike u regionu i smanji neizvjesnost u planiranju distributivne mreže i transportno distributivnih procesa.

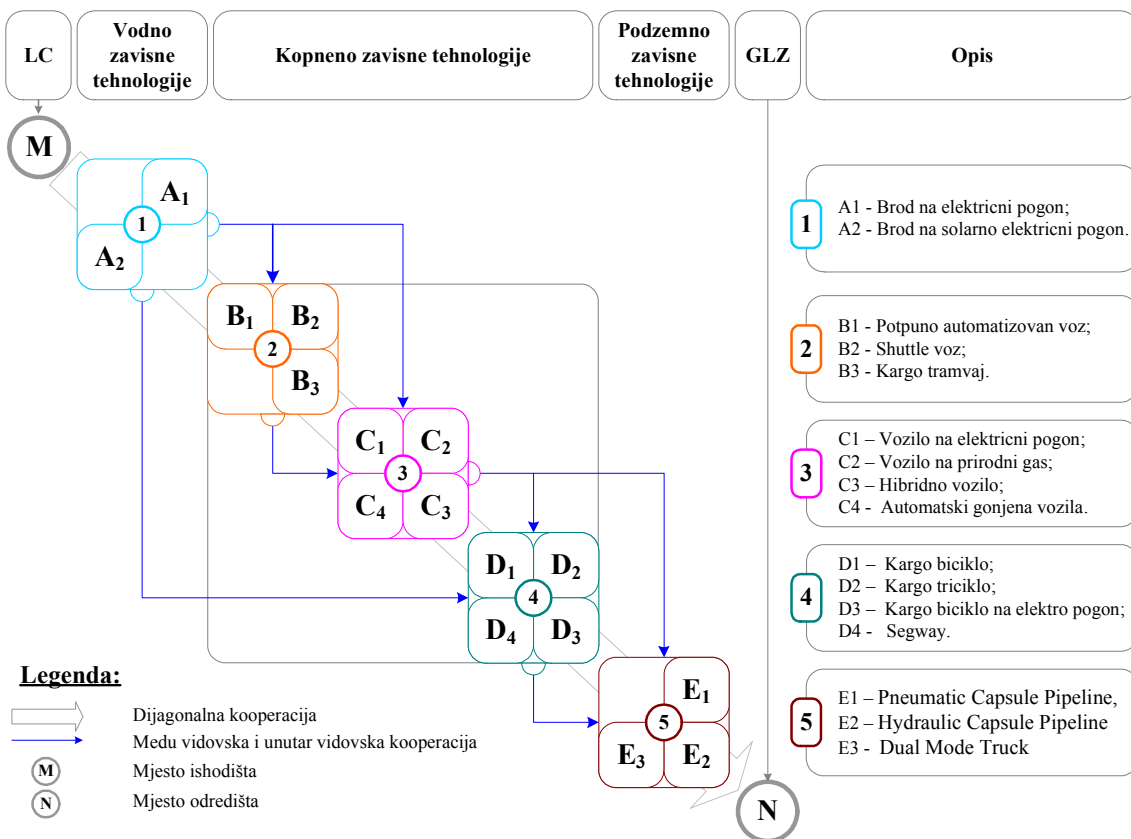
## POGLAVLJE 6

INOVATIVNA REŠENJA LOGISTIKE  
TURISTIČKIH REGIONA

Očekivanja su da će drumski transport kao osnova realizacije LZ porasti za 38% u narednom srednjoročnom periodu i to uglavnom zbog: (i) brzo rastuće internet prodaje svih proizvoda, (ii) navike i «emocijalnih» razloga da ljudi idu u kupovinu u centralnim zonama gradova, (iii) konstantnog porasta broja turista koji posjećuju razna mjesta i njihove potrebe da kupe nešto za uspomenu, i (iv) zadržavanja potrebe za klasičnom trgovinom. Rezultati istraživanja [208-221] ukazuju na rastući trend «probijanja» lanaca supermarketa na internetu, koji sve više nude *on-line* kupovinu. Za isporuku robe, formirali su saveze sa poznatim kompanijama DHL i TNT. Primjera radi, kompanija HP je sklopila ugovor sa DHL-om o distribuciji svojih proizvoda i rezervnih djelova kupljenih preko interneta za 48 sati na kućnu adresu. Još jedan trend u logistici jeste, smanjenje skladišnih kapaciteta u prodajnim objektima, što rezultira većim brojem isporuka i dizajniranje rešenja po mjeri korisnika i prostora (eng. *tailor-made solutions*). Jedan od glavnih razloga zašto je proces distribucije odgovoran za oko 20% emisija CO<sub>2</sub> u gradovima je zbog vrlo fragmentisanog rada subjekata u CL, koji su uključeni u ovaj proces. Rešenja za poboljšanje RL mogu se naći u: (i) primjeni jednostavnih ideja za rešavanje složenih problema, (ii) primjeni inovacija u logistici kao prirodnog uparenja za bazičnu optimizaciju, (iii) pristupu klasterizacije i izgradnji LC za konsolidaciju na rubovima regiona ili pojedinih gradova, kao rezultata proučavanja interakcije održivosti i tehnologije, (iv) korišćenju prirodnih puteva u funkciji logistike, (v) primjeni savremenih logističkih mjera koje će omogućiti veći nivo racionalnosti.

### 6.1. Inovativna tehnološka rešenja procesa fizičke distribucije robe

Činjenica da su prva i zadnja karika u logističkom lancu najskuplje, i da vrijednost poslednje karike varira [126, 140, 142] između 18-75% ukupnih troškova logistike, traži unapređenje postojećih tehnoloških rešenja koja će biti ekološki prihvatljiva, i koja mogu doprinijeti procesu optimizacije. Sva nova distributivna tehnološka rešenja imaju veću mobilnost i multi funkcionalnost sa ultra niskom ili nultom emisijom štetnih gasova. Izdvajaju se pet tehnoloških grupa rešenja transportnih sredstava (Slika 6.1.) sa različitim varietetima izvedbe. Ova sredstva su predmet permanentnog istraživanja i unapređenja. Svima je prilikom projektovanja postavljen skup istih ciljeva: nulta emisija gasova i buke (eng. *ultra low environmental impact vehicles - ULEV*), fleksibilnost i mobilnost u radu, logistička funkcionalnost u uslovima prostornog ograničenja i mogućnost dijagonalne kooperacije. Zbog projekcije [233, 234] da će u horizontu 2020-2050 godine u urbanim sredinama biti zastupljena samo vozilila na eliktrični i ljudski pogon, pažnja je najviše usmjerena na unapređenju ovih tehnoloških rešenja.



Slika 6.1: Grafička interpolacija nivoa primjene pojedinih inovativnih rešenja u RL

Tabela 6.1: Pregled pogonskih goriva transportnih sredstava u fizičkoj distribuciji

Pogon	Osnovne karakteristike
Električni	Sva vozila koja na neki način koriste električnu energiju za pokretanje pogonskog uređaja mogu se podijeliti u šest grupa: (i) tradicionalna električna vozila, (ii) hibridna vozila, (iii) vozila na gorive ćelije ili metal-zrak baterije, (iv) vozila koja energiju dobijaju preko električnog voda, (v) električna vozila na solarne ćelije, (vi) vozila na zamajce i superkondenzatore. DHL je uradio značajno istraživanje za sagledavanje mogućnosti uvođenja kargo drona u distribuciji manjih pošiljki na kraćim distancama (do 5km).
Prirodni gas	Tečni naftni gas – TNG kao gorivo, predstavlja mješavina niže zasićenih ugljovodonika - propana (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) i butana (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ), a u malim količinama sadrži propen, buten i pentan. TNG se proizvodi u procesu prerade nafte i iz prirodnog gasa. Zbog osjetno niže cijene do sada je veoma mnogo proizvođača vozila prilagodilo svoja pogonska rešenja i za ovo gorivo. Radi se o dosta jeftinijim i jednostavnim rekonstrukcijama pogonskog sistema.
Hibridni	Karakteriše ih upotreba elektro pogona u kombinaciji sa SUS motorom, koji se koriste samo u posebnim radnim režimima. Hybrid <i>plug-in</i> tehnologije imaju prednost u odnosu na čisto električna vozila u pogledu funkcionanosti, jer imaju širi opseg rada, ali imaju i nedostatak, ne nude nultu emisiju gasova. Sledeći korak ka eko vozilima biće hibridno vozilo s pogonom na gorive ćelije (FCHV) umjesto benzinskog SUS motora. Ovo rešenje se odlikuje radikalnim dizajnom, samostalnim pogonima na sva četiri točka, boljim voznim performansama i epohalno značajnom zaštitom okoline. Goriva ćelija proizvodi električnu energiju kombinovanjem vodonika i kiseonika u hemijskoj reakciji. Ćelija goriva može pretvoriti 83% energije vodonika u električnu energiju, što predstavlja veliku efikasnost u poređenju sa 30 – 40% iskorišćenja kod benzinskih motora. Goriva ćelija ne proizvodi štetne gasove, njen jedini nus produkt je voda. Postoji više vrsta gorivih ćelija. One koje se koriste u automobilskoj industriji se temelje na gorivoj ćeliji s elektrolitom polimera.
Vazduh i voda	Koristi se za sistem <i>pipeline</i> - transport tereta u kapsulama koje se kreću kroz cijevi prečnika 1,3m bez specifičnih sistema upravljanja odnosno pod pritiskom vazduha, <i>Urban management movements</i> (UMM), ili tečnosti (obično vode), HCP – <i>Hydraulic Capsule Pipeline</i> . Zato se i često kaže, da ovaj sistem predstavlja automatski transport tereta vozilima koja koriste posebno projektovanu mrežu podzemnih tunela.
Manuelni	Koristi se za pogon kargo bicikla i kargo tricikla u najužim gradskim sredinama. Predpostavlja se da će u narednom periodu imati veću ulogu u procesu distribucije manjih pošiljaka, a pogotovo onih koji se odnose na e-trgovinu.

### 6.1.1. Vodno zavisne tehnologije distribucije robe

Beer-boat sistem jeste brod u funkciji CL sa potpuno električnim pogonom za distribuciju robe i lean logistiku, dizajniran za potrebe grada Utrecht. Beer-boat je posebno prilagođena barža koja posluje na kanalu i vrši distribuciju pića i ostale ugostiteljske robe brojnim kafićima i restoranima koji se nalaze duž kanala. Na ovaj način eliminiše se veći broj dostavnih vozila na ulicama i omogućava se direktna isporuka sa barže do objekta. Ovaj brod ima električni pogon, ali ima i pomoćni dizel motor, koji služi za generisanje električnog napona za rad brodske dizalice. Nalazi se u vlasništvu grada Utrecht, koji ga iznajmljuje korisnicima, kao što su glavni dobavljači pića i ugostiteljske firme u cilju konsolidacije isporuke, snižavanja troškova distribucije i eliminacije štetnih efekata izduvnih gasova za životnu sredinu.

### 6.1.2. Dostavna vozila na električni pogon

Da bi se pomoglo u širenju primjene električnih vozila prišlo se razvoju novih koncepata mobilnosti, koji treba da budu usvojeni u gradovima današnjice, kako bi se na taj način, kroz njihovu širu upotrebu postakla masovna proizvodnja i značajno smanjili troškovi za sve korisnike. Postojeće litijum-jonske baterije za električna vozila treba da budu zamijenjene baterijama sa tečnim elektrolitom, što će omogućiti bolju kontrolu temperature baterije, smanjenje troškova održavanja, povećanje njihovog životnog vijeka i smanjenje težine vozila. Unapređenje sistema punjenja baterija preko postojećih električnih mreža ima značajan uticaj na razvoj vozila na električni pogon. Pored prisutne nulta emisije gasova, i mogućnosti korišćenja postojeće elektroenergetske infrastrukture za napajanje, električna vozila imaju i niže troškove eksploatacije nego dizel vozila, kako zbog nižih troškova pogonskog goriva, tako i zbog postojanja manje pokretnih dijelova, što inicira niže troškove održavanja. Primjera radi, u Velikoj Britaniji neka rešenja električnih teretnih vozila mogu se napuniti za 4 sata i imaju radijus kretanja do 400km sa jednim punjenjem baterije. Sve ove prednosti još uvijek anuliraju dosta velike početne kapitalne investicije u odnosu na dizel vozila.

Kao pozitivni primjeri vozila na električni pogon mogu se navesti sledeći:

1. **Cargo tramvaj**. Nakon početnih istraživanja, utvrđeno je, da je ovaj način transporta za distribuciju robe u gradu prihvatljivo tehnološko rješenje u dvije kombinacije. Jedna kombinacija je kao kompozicija od 5 - 6 čisto teretnih vagona i drugo rješenje jeste kao kombinacija putničkog i teretnog seta vagona. Obije kombinacije predstavljaju ekološki prihvatljiv način povezivanja LC i lokacija za isporuku robe u centralnim zonama grada. Ovaj sistem u Evropi ima svoju primjenu u gradu Cirihu. Teretni tramvaj zamjenjuje 3 velika kamiona koja bi prolazila kroz centralnu gradsku zonu. Maximalna brzina iznosi 50km na čas, dužina je najčešće oko 60 metara, što predstavlja 5 vagona dužine oko 12m;
2. **Cargohopper**. Cargohopper je teretno vozilo na električni pogon [211] koje je od aprila 2009. u upotrebi za distribuciju robe maloprodajnim objektima u istorijskom centru grada Utrecht. Ova vozila distribuiraju robu u centru grada od 11km udaljenog LC u organizaciji jednog logističkog operatera, firme «Hoek Transport». Cargohopper se sastoji od tegljača na električni pogon koji vuče tri prikolice. Ukupna dužina [218] cargohoppera je 16,0m, a širina je 1,2m, i ima volumen od 2,3m<sup>3</sup> po jednom vagonu, s maksimalnom težinom (uključujući i teret) od 3t. Dizajniran je za dostavu samo paketa u urbanoj zoni. Solarni paneli omogućavaju dopunu baterija. Sistem opslužuje 60-100 adresa dnevno, štedi 100.000 kilometara godišnje, i 20.000 litra dizel goriva, ili oko 30 tona CO<sub>2</sub> godišnje. Energija koju proizvedu solarni paneli može da opsluži 9 domaćinstava. Cargohopper ima maksimalnu brzinu od 20 km/sat i nije potrebna vozačka dozvola za njegovo upravljanje. Po procjeni provajdera koji upravlja ovim sistemom, u periodu od aprila 2009, do oktobra 2010 godine, cargohopper je napravio više od 12.000 isporuka sa oko 66.000 paleta/kutije. Na osnovu toga, procjenjuje se da je cargohopper zamijenio rad 16.500 konvencionalnih teretnih vozila koja su trebala ući u centralnu zonu Utrecht-a. Učinak koji je ovaj sistem tada ostvario jeste 122.000 km manje pređenih kilometara i 34 tone CO<sub>2</sub> manje. Uspjeh ovog sistema uticao je da «Hoek Transport» uvede novi cargohopper veće nosivosti, brzine i većeg raspona rada, koji omogućava isporuke robe i u prigradskim, i centralnim zonama grada. Cargohopper 2 je kamion na električni pogon sa solarnim panelima. Ima kapacitet od 10 ili 16 euro paleta, i može primiti roll kontejnere, što omogućava opslugu velikog broja objekta.

3. **Cybercars** su mala automatizovana vozila za potpuno automatizovani transport, što znači, da u normalnim radnim uslovima nije potrebna nikakva ljudska interakcija sa vozilom. Oni mogu biti potpuno autonomne transportne jedinice, ili mogu koristiti informacije iz kontrolnog centra, o stanju infrastrukture ili drugih učesnika u saobraćaju. Glavne prednosti ovog sistema su eliminacija potreba za vozačima zbog sposobnosti za automatskom vožnjom, kao i fleksibilnost *cybercar* sistema, što doprinosi optimizaciji faktora opterećenja. Koristeći samo strogo potreban broj vozila, mogu se smanjiti zagušenja i zagađenja. Zbog male nosivosti, ovi sistemi u procesu fizičke distribucije mogu se koristiti za snabdijevanje bolnica, banaka i pošta, tj onih objekata koji zahtijevaju manje i češće isporuke robe iz nekog LC.
4. **Personal Rapid Transport (PRT)** je transportni sistem koji sadrži mala potpuno automatska vozila malog kapaciteta, koja funkcionišu na posvećenim stazama, čime se smanjuje nivo zagušenja transporta. Jedna od dominantnih zastupljenosti ovih sisteme jeste za transport robe između LC i urbanih područja, zatim između lučkih terminala, aerodroma i CDC. Glavni nedostatak ovih sistema je što zahtijeva razvoj potpuno nove infrastrukture, i vozila imaju malu nosivost.
5. **High Tech Teretno vozilo** su vozila na gumenim točkovima, koja idu po ruti na vodilicama. Ona mogu koristiti različite vrste automatskih sistema, bilo za navođenje, za pomoć vozaču ili u druge svrhe, i imaju vozača, koji može preuzeti kontrolu nad vozilom u bilo koje vrijeme, omogućavajući tako vozilu da koriste javni put. Koriste se za teretni transport zbog automatske sposobnosti pristajanja, mogućnosti automatske vožnje i veće nosivosti od *cybercar* i PRT vozila, te zahtijevaju manje vozila za transport iste količine robe. Ovakve koristi ukazuju na, manja zagađenja vazduha, manje saobraćajne gužve (zbog manjeg broja vozila u opticaju) i veću sigurnost na cestama. Najbolji scenario za primjenu ovih sistema je za transport robe između LC i CBD.
6. **Dual-mode vozila** su napredna systemska rešenja *cybercar* vozila, koja se kreću potpuno samostalno na zasebnoj traci bez vozača, ili se mogu preseliti za klasični transport sa vozačem. Koriste se za teretni transport zbog automatizovanih vožnji, izražene funkcionalnosti, koja omogućavaju veću

preciznost vožnji u vršnom periodu i veću produktivnost i sigurnost transporta. Scenariji u kojima se ove tehnologije najbolje koriste su JIT isporuke do trgovine u ograničenim zonama pristupa, kao što su istorijska jezgra grada, zatim na aerodromima, i isporuke na kućnu adresu u CBD ili predgrađima.

7. **Kargo bicikl na elektro pogon**. U mnogim evropskim gradovima kargo bicikla se koriste [200] za distribuciju robe stanovništvu (B2C) i poslovnim sistemima (B2B), kao što su trgovine i kancelarije raznih agencija. Postoje različite vrste električnih teretnih bicikala koje su dostupne na tržištu u rešenjima sa dva, tri i četiri točka i sa ostalim različitostima po pitanju dizajna i nosivosti. Nosivost varira 80-450 kg i 0,4-3m<sup>3</sup>. Kompanija DHL ima široku primjenu ovog sistema u mnogim evropskim gradovima. Od kraja oktobra, 2010. godine kompanija TNT Ekpress-Beneluksa koristi kargo električna bicikla [208] za uručenje paketa u centru grada Brisela. Kargo bicikla recimo, dovode do uštede od 400 kilograma CO<sub>2</sub> i 1.300 km manje pređenih kilometara kada se uzme u obzir ostala dostavna vozila za grad Brisel na godišnjem nivou. Projekat sa ovim sistemom je zamišljen da se realizuje u pet faza. Faza jedan podrazumijeva, korišćenje jednog bicikla za isporuke u gradu Brisel. U sledećoj fazi, uvedena su dva električna bicikla za dostavu pošiljki u centru grada. Trećom fazom proširena je dostava na područja koje obuhvataju naselja u blizini Luiz avenije (u neposrednoj blizini centra). U četvrtoj fazi, od septembra 2011, TNT raspoređuje kamione kao mobilna skladišta od koji bicikli distribuiraju robu. Ova skladišta se koriste za čuvanje i sortiranje pošiljaka i predstavljaju glavnu vezu između TNT distributivnog centra i centra grada. U petoj i poslednjoj fazi TNT namjerava, da preuzme koncept mobilnih skladišta u drugim gradovima Evrope.

### 6.1.3. Hybrid plug-in tehnologija dostavnih vozila

Hibridni automobili su danas predmet permanentnog usavršavanja i imaju više rešenja. Karakteriše ih pretežna upotreba elektro pogona u kombinaciji sa SUS motorom, koji se koriste samo u posebnim radnim režimima. Hybrid plug-in tehnologije imaju prednost u odnosu na čisto električna vozila u pogledu funkcionanosti, jer imaju širi opseg rada, ali imaju i nedostatak, ne nude nultu emisiju gasova. Sledeći korak ka eko-automobilu biće



hibridno vozilo s pogonom na gorive ćelije (FCHV) umjesto benzinskog SUS motora. Ovo rješenje odlikuje se radikalnim dizajnom, samostalnim pogonima na sva četiri točka, boljim voznim performansama, i epohalno značajnim performansama zaštite okoline. Goriva ćelija proizvodi električnu energiju kombinovanjem vodonika i kiseonika u hemijskoj reakciji. Ćelija goriva može pretvoriti 83% energije vodonika u električnu energiju, što predstavlja vrlo veliku efikasnost u poređenju sa 30 – 40% stepenom iskorišćenja kod benzinskih motora. Ćelija goriva ne proizvodi CO<sub>2</sub> ili štetne gasove, njen jedini nus produkt jeste voda. Postoji nekoliko vrsta gorivih ćelija, ali one koje se primjenjuju u automobilskoj industriji se temelje na gorivoj ćeliji s elektrolitom polimera.

#### **6.1.4. Dostavna vozila na prirodni gas**

Tečni naftni gas – TNG kao gorivo, predstavlja mješavina niže zasićenih ugljovodonika - propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) i butana (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), a u malim količinama sadrži propen, buten i pentan. TNG se proizvodi u procesu prerade nafte i iz prirodnog gasa. Zbog osjetno niže cijene do sada je veoma mnogo proizvođača vozila prilagodilo svoja pogonska rješenja i za ovo gorivo. Radi se o dosta jeftinijim i jednostavnim rekonstrukcijama pogonskog sistema. Pored osjetno veće ekonomičnosti, vozila na TNG manje zagađuju okolinu od klasičnih motora na benzin i dizel gorivo, ali se zbog zavisnosti od nafte, odnosno od raspoloživih rezervi fosilnih goriva, a i manje bezbjednosti procjenjuje da ovo gorivo nije u središtu očekivanja u novoj energetskej eri. Vozila na TNG su u širokoj upotrebi danas. Ova vozila imaju veću fleksibilnost u pogledu opsega i veličine, i mogu postići znatno niže emisije CO<sub>2</sub> od vozila na klasični pogon.

#### **6.1.5. Podzemni (underground) sistemi transporta robe**

Prvo tehnološko rješenje ovog sistem transporta urađeno je još 1853. god za podzemni transport telegrama i pošte od poštanskog centra do filijale u gradu Londonu. Pozitivna iskustva ovog rješenjem uticala su da se isti kasnije uvede i u druge evropske gradove: Berlin (1865.god), Pariz (1867.god). Ovaj način transporta dijeli se na [153] *capsule* – *pipeline* i druge podzemne transportne sisteme, koji koriste tunele većeg prečnika, imaju različite oblike i upravljačke sisteme. Sistem *pipeline* predstavlja transport tereta u kapsulama koje se kreću kroz cijevi prečnika 1,3m bez specifičnih sistema upravljanja,

odnosno pod pritiskom fluida – gasa (obično vazduha), PCP – *Pneumatic Capsule Pipeline*, ili tečnosti (obično vode), HCP – *Hydraulic Capsule Pipeline*. Zato se i često kaže, da ovaj sistem predstavlja automatski transport tereta vozilima koja koriste posebno projektovanu mrežu podzemnih tunela. Ovi sistemi slični su klasičnim metro – sistemima za prevoz putnika. Novija rešenja koriste električnu energiju za pogon kapsula. Prednosti primjene sistema koji premješta dio teretnog transporta ispod zemlje i koristi električnu energiju za pogon su mnogobrojne, prije svega to su minimalni uticaji na životno okruženje, čime se smanjuju buka, zagađenje i emisija gasova, zatim resterećuje se ulična mreža, i intenzivnije se koristi postojeći prostor, itd. Primjena ovog sistema zahtijeva izgradnju kompletne infrastrukture, što znači, da su neophodna velika početna ulaganja i dugo vrijeme realizacije, što se shodno tome može reći, da mu je to najveća mana za širu primjenu. I pored ovih ograničenja u Japanu je razvijen sistem nazvan *Dual Mode Truck* (DMT). Ovo tehnološko rešenje podrazumijeva automatsko električno vozilo koje može da se kreće posebno namijenjenim linijama u podzemnim tunelima sa spoljnim izvorom energije. Ova vozila imaju mogućnost kretanja i po običnoj mreži, gdje vozilom upravlja vozač, a za izvor električne energije se koriste baterije. Mana ovog sistema jeste ograničena nosivost vozila na 2t i nedovoljna fleksibilnost u radu. Uvođenje ovog sistema zahtijeva radikalne promjene u odnosu na postojeći sistem distribucije, ali sa druge strane u potpunosti odgovara postojećim logističkim trendovima, kao što su JIT usluge sa manjim i češćim isporukama. Zaključci većeg broja studija [197-206] koje su se bavile analizama unapređenja postojećeg sistema distribucije, visoko pozicioniraju ova systemska rešenja kao tehnološku inovaciju koja može biti prihvatljiva sa aspekta održivog razvoja procesa distribucije u narednom vremenskom periodu.

## 6.2. Informaciono komunikacione tehnologije u regionalnoj logistici

Glavna oblast primjene informaciono komunikacionih tehnologija (eng. *Information and Communication Technologies - ICT*) i inteligentnih transportnih sistema (eng. *Intelligent Transport Systems - ITS*) je u radu komercijalne flote vozila. Cilj njihove primjene je, da se ubrza isporuka robe, poboljša operativna efikasnost, smanje

operativni troškovi i poboljša odgovor na eventualne incidentne situacije. Sistemi za automatsko lociranje vozila (eng. *Automatic Vehicle Location - AVL*) i automatsko praćenje vozila (eng. *Automatic Vehicle Monitoring - AVM*) se obično koriste u upravljanju procesa transporta u realnom vremenu. AVL ima za cilj da prati geografski položaj vozila. To omogućava operaterima da: (i) otkriju u realnom vremenu, lokaciju vozila i eventualna odstupanja ili kašnjenja u odnosu na zadati raspored, (ii) obavijeste vozila o incidentnim situacijama i saobraćajnim gužvama na nekom području, (iii) reprogramiraju i preusmjere vozila na osnovu incidenata i kašnjenja, (iv) obavijeste klijenta o kašnjenjima, (v) identifikuju vozila najbliža određenom području, (vi) pronađu slomljena ili ukradena vozila, i (vii) obave bitne statističke analize putovanja vozila. AVM omogućava operaterima da prate operativni status vozila u realnom vremenu, kao što su: (i) mehanički parametri (npr nivo goriva i nivo ulja, temperatura ulja), (ii) on-board fizički parametri (npr. temperatura u hladnjaku, zaključavanje vrata), (iii) dinamička stanja vozila (npr brzina), (iv) detekcija anomalija u parametrima, i (v) komunikacija sa vozačem. AVL i AVM koriste zajedničku arhitekturu koja uključuje kontrolni centar, on-board sistem i komunikacionu mrežu. Koja će se tehnologija koristiti za komunikaciju između vozila i kontrolnog centra, zavisi od operativnih potreba i geografske pokrivenosti. Postojanje GSM/GPRS mobilnih mreža garantuje se visok nivo pokrivenosti, dok UMTS/HSPA mreže imaju pokrivenost koja je u porastu. Wi-Fi i Wi-Max mreže se koriste u okviru ograničenih područja, dok vlasničke radio mreže imaju varijabilnu pokrivenost s visokim troškovima. Najčešće zastupljena tehnologija sa komercijalnim aplikacijama je GPRS mreže, koja nudi široku geografsku pokrivenost i ograničene troškove. AVL sistemi integrišu tehnologije za satelitsku lokaciju sa geografskim informacionim sistemima (GIS). Postojeći GPS sistem koji je u upotrebi proizvodi marginalnu grešku do 15 metara. Razvojem nove IT platforme «Galileo» postojeća greška biće svedena na znatno manju mjeru. Ostale ICT/ITS systemske aplikacije koje se odnose na logistiku, a koje zahtijevaju jednog operatera su, planiranje opterećenja, usmjeravanje i raspoređivanje logističkih procesa, automatizacija administrativnih zadataka (integralno upravljanje procesima preko realizacije faktura) i praćenje i pronalaženje pojedinih radnih naloga. Postojeći široko primjenjivani bar kod sistem, ima tradicionalna rešenja za praćenje i pronalaženje robe. Radio Frequency Identification sistemi (RFID), treba da dobiju svoju satisfakciju, nudeći nova

alternativna rješenja sa poboljšanim performansama, koja će omogućiti snimanja u realnom vremenu i automatsko ažuriranje stanja. Pored prethodnih rješenja, posebno mjesto zauzima najrasprostranjenija platforma klase ERP (eng. *Enterprise Resource Planning*) koja je prvenstveno usmjerena na finansije i proizvodnju [125], dok su pojedini logistički procesi vezani za neke grupe softverskih paketa kao što su: *WMS*, *TMS*, *APS*. Dobra definisanost podataka, ERP sistemima je osigurala, da podaci na različitim mjestima mogu da budu koordinisani i brzo ažurirani. Takođe, široku primjenu nalazi i softverska platforma *DRP* (eng. *Distribution Requirements Planning*), koja je zasnovana na *pull* pristupu skladištenja i distribucije proizvoda korisnicima.

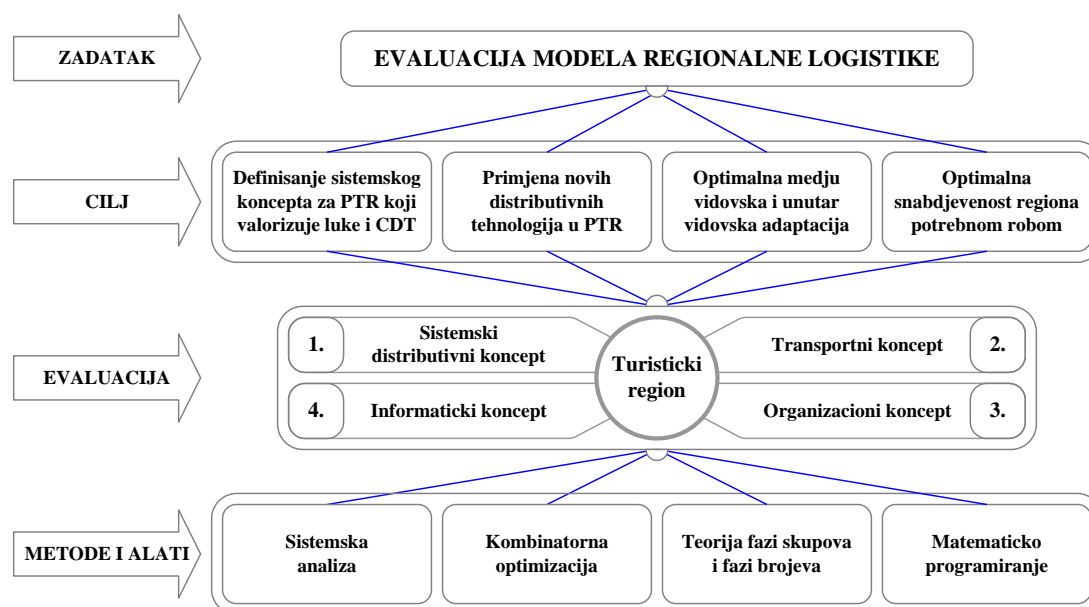
Postoji i čitava lepeza drugih softverskih proizvoda, čiji se broj svakim danom povećava. Osnova za njihovo efikasno funkcionisanje jeste postojanje EDI veze koja omogućava elektronsku razmjenu podataka između prostorno udaljenih računarskih aplikacija u standardizovanim formatima prenosa i njihovoj obradi bez upotrebe ponovnog unošenja. Primjena EDI sistema u kombinaciji sa konceptom neposredne isporuke (eng. *Direct Store Delivery - DSD*) omogućava realizaciju zatjeva po JIT strategiji, što predstavlja korak bliže ka savršenoj distribuciji proizvoda. Savršena i totalno integrisana fizička distribucija robe ne može biti ostvarena bez razvoja softverskih rješenja koje bi bilo u mogućnosti da informatički objedine sve podsisteme logističkog lanca i subjekte RL u jedan jedinstveni sistem. I pored izraženog stremljenja ka ovom cilju, ovi softverski paketi (eng. *Logistics Execution Software - LES*) još se nalaze u fazi istraživanja i razvoja.

Efikasnost cjelokupnog procesa fizičke distribucije robe u PTR može se poboljšati integracijom ICT/ITS sistemskih rješenja usvojenih od strane pojedinih logističkih provajdera sa razvijenim ITS rešenjima usvojenim od strane pojedinih opština za upravljanje saobraćajem. Optimalna organizaciona forma bila bi, formiranje posebnog ICT/ITS provadera, koji funkcioniše, kao posebna organizaciona jedinica u okviru regionalnih LC. Koncentracijom ITS sistema i tokova koji omogućavaju automatsko rezervaciju parkirnih mjesta za utovar i istovar, kontrolu pristupa posebnim ekonomskim i turističkim zonama, praćenje tokova opasne robe, pružanje on-line informacija o stanju saobraćajne mreže i postojanju incidenata, uz istovremenu razmjenu informacija vezanih za putovanja i dužinu rute prilikom distribucije robe imaće koristi svi subjekti u RL.

## POGLAVLJE 7

## RAZVOJ MODELA LOGISTIKE ZA TURISTIČKI REGION

Proces evaluacije MoL, zbog prisustva više promjenljivih, više ciljeva i zadataka koje treba postići ne može se riješiti u jednom koraku sa samo jednim algoritmom. To je često složen proces, zasnovan na multidisciplinarnosti i višefaznosti (Slika 7.1.).



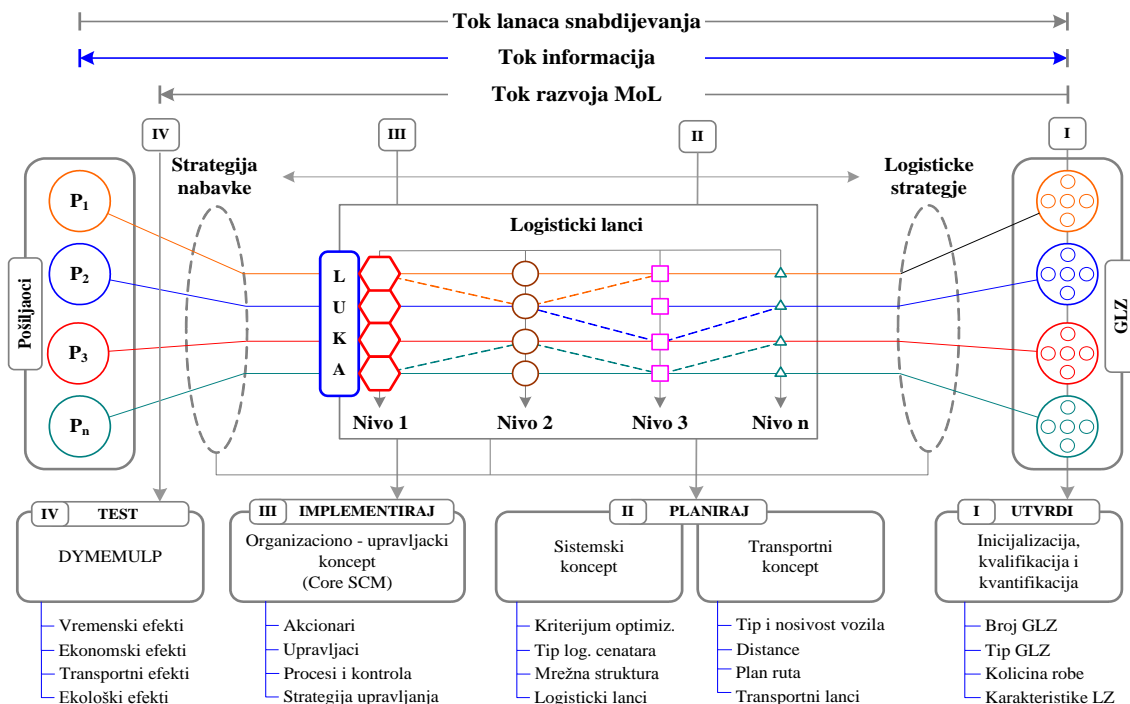
Slika 7.1: Evaluacija modela regionalne logistike

Razvoj MoL treba da se usmjeri na istraživanje relacije: *geografski prostor kao sistem* → *definisanje profila logistike regiona* → *klasterizacija* → *zoniranje* → *sistemski koncept (mrežna struktura)* → *organizacioni koncept* → *optimizacija transportnih lanaca uz među vidovsku i unutar vidovsku adaptaciju*. Regionalni logistički procesi vezuju se za tehničko-tehnološku, organizacionu, IT i ekonomsku realizaciju, koja prouzrokuje, troškove, vremenske gubitke, tehnološke rezerve, zahtjeve za radnom snagom, sredstvima, prostorom i infrastrukturom. Zato svaki MoL mora da zadovolji niz ciljeva i to:

(i) eliminacija zastoja u realizaciji robnih tokova tokom ljeta, (ii) redukcija teretnog transporta u cilju privredne efikasnosti, (iii) eliminacija dupliranja kapaciteta, (iv) ostvarivanje većeg profita za operatere i kooperante, (v) ostvarivanje nižih troškova funkcionisanja sistema, (vi) obezbjeđenje očekivanog nivoa snabdjevenosti i kvaliteta logističke usluge PTR, (vi) očuvanje istorijskog nasleđa, zaštita eko sistema i uslova za odmor u PTR. Pored prethodnog, MoL mora imati prepoznatljive osnovne karakteristike, i to:

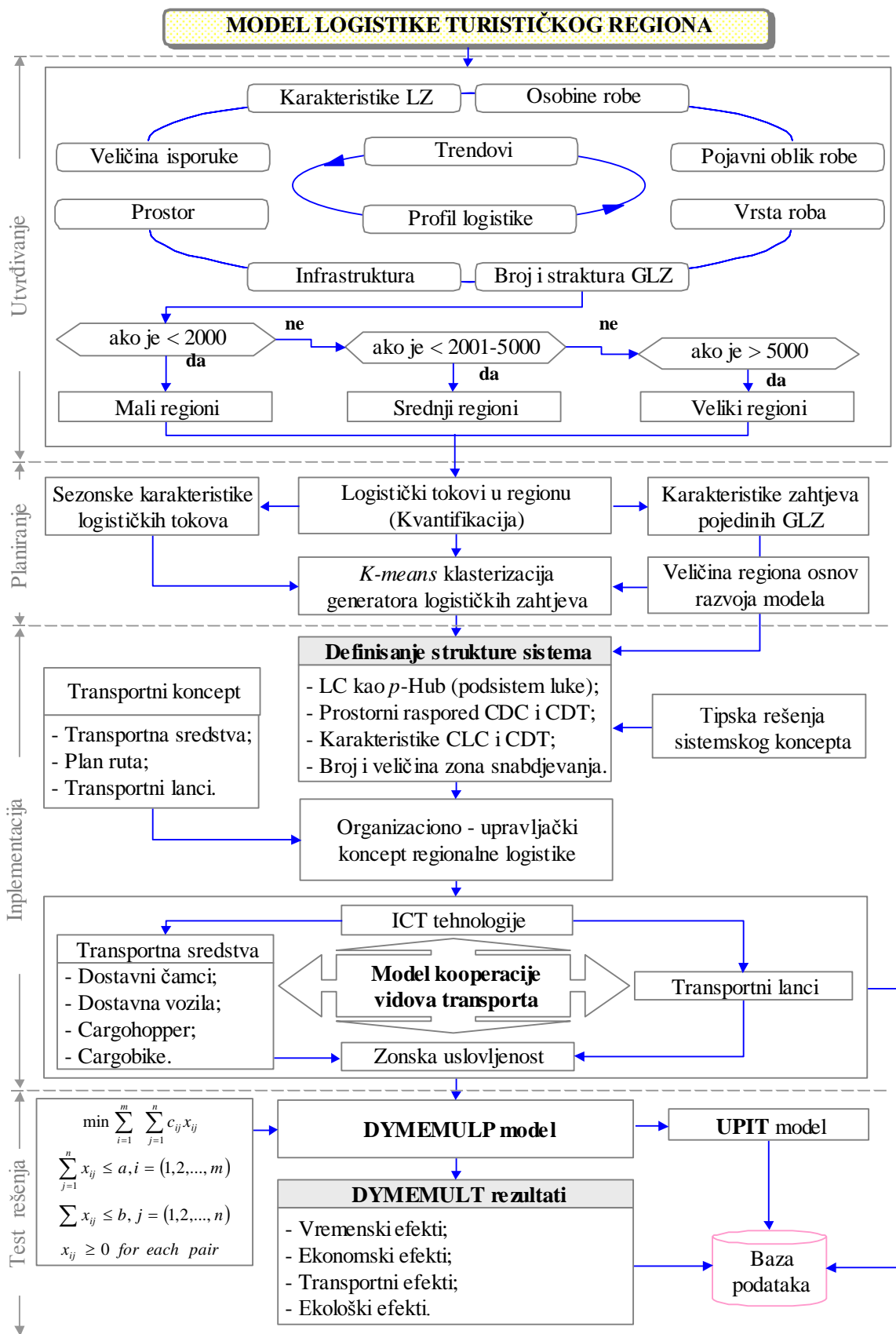
- ✓ **Prilagodivost** kao mogućnost da MoL odgovori tržišnim izazovima u uslovima povećane neizvjesnosti, i u okviru postojećih infrastrukturnih kapaciteta;
- ✓ **Raspoloživost** podrazumijeva dovoljnu ukupnu raspoloživost sistema i robe zasnovanu na DRPII platformi i primjenu koncepta 7P;
- ✓ **Realističnost** kao mogućnost implementacije sa niskim nivoom apstrakcije;
- ✓ **Stabilnost** koja podrazumijeva obavezu svih poslovnih funkcija, da odgovore postavljenim zahtjevima integrišući pojedine logističke procese i sisteme;
- ✓ **Konzistentnost** podrazumijeva međusobnu usklađenost ponude i potražnje logističkih kapaciteta i usluga u logističkom lancu;
- ✓ **Izvodljivost** podrazumijeva konceptualnu, tehnološku, ekološku i ekonomsku ostvarljivost MoL u kojoj svi subjekti ostvaruju odgovarajuću kompetenciju;
- ✓ **Transparentnost** podrazumijeva da procesi u okviru MoL mogu biti konkretni, jasni, razumljivi i mjerljivi za sve koji su uključeni u logistički lanac;
- ✓ **Ekonomičnost** ili finansijska mogućnost razvoja, održavanja i funkcionisanja;
- ✓ **Efikasnost** podrazumijeva primjenu novih transportnih tehnologija i 4K procesa u okviru optimalnog sistemskog koncepta, koji valorizuje morske luke i CDT;
- ✓ **Fleksibilnost** ili otvorenost za inovacije, paradigme, kooperante i eksterne sisteme;
- ✓ **Ekološku prihvatljivost** znači primjenu tehnologija sa malim uticajem na okolinu.

Ovakvi ciljevi i karakteristike sistema RL zahtijevaju razvoj jednog strateškog okvira sa više konceptualnih rešenja u okviru istog. U ovom radu je predložen jedan takav model, koji ima radni naziv MoLoTuRe. Zbog prisustva više lanaca snabdijevanja na malom i za razvoj ograničenom prostoru, definisanje MoLoTuRe modela zahtijeva primjenu složenog više-faznog procesa razvoja modela (*Slika 7.2.*), koji će omogućiti optimizaciju svih karika, uz fokus na adaptaciju vidova transporta u korist eko tehnologija, forsiranje ruta sa morske strane i primjeni novih ICT sistema i tehnologija.



Slika 7.2: Postupak razvoja MoLoTuRe modela za turistički region

Proces razvoja MoLoTuRe modela u okviru ovog rada baziran je na **UPIT** razvojnom pristupu (Slika 7.3.), što podrazumijeva da se: (i) Utvrde potrebe i zahtjevi krajnjih korisnika, (ii) Planira struktura sistema i procesi u vertikalnoj i horizontalnoj ravni, koji mogu da zadovolje identifikovana potrebe, (iii) Implementira razvijeno rešenje, i (iv) Testira i unapređuje rad sistema nekom od raspoložih tehnika i alata. Faza utvrđivanja ima za zadatak da utvrdi broj prostorni raspore GLZ i njihove *kvalitativne i kvantitativne* potrebe za robom i logističkom uslugom. Dobijanjem podataka o količini generisane robe za neki period (sat, dan, mjesec, godina), potrebno je definisati tehnologiju, procese i sisteme koji mogu zadovoljiti izražene potrebe kako u vertikalnoj, tako i horizontalnoj ravni. Nakon kreiranja sistema, potrebno je definisati organizaciono - upravljačku strukturu, koja može doprinijeti operabilnosti predloženog rešenja, odnosno njegovoj implementaciji. Na kraju, treba nekom od metoda testirati predloženo rešenje, kako bi se utvrdila ispravnost postavke modela. UPIT pristup treba da doprinese ostvarivanju jedinstvenog cilja razvoja novog MoLoTuRe modela, a to je efikasan i ekonomičan rad cjelokupnog sistema [17, 42, 55, 72, 102, 111, ...], uz zadovoljavanje zahtjeva GLZ po JIT strategiji, sa čistim i tihim tehnologijama, koje imaju mali negativni uticaj na okolinu. Uže posmatrano, cilj je planiranje, raspodjela i optimalno korišćenje pojedinih resursa sistema u svrhu zadovoljenja potreba GLZ [103, 112, 179].



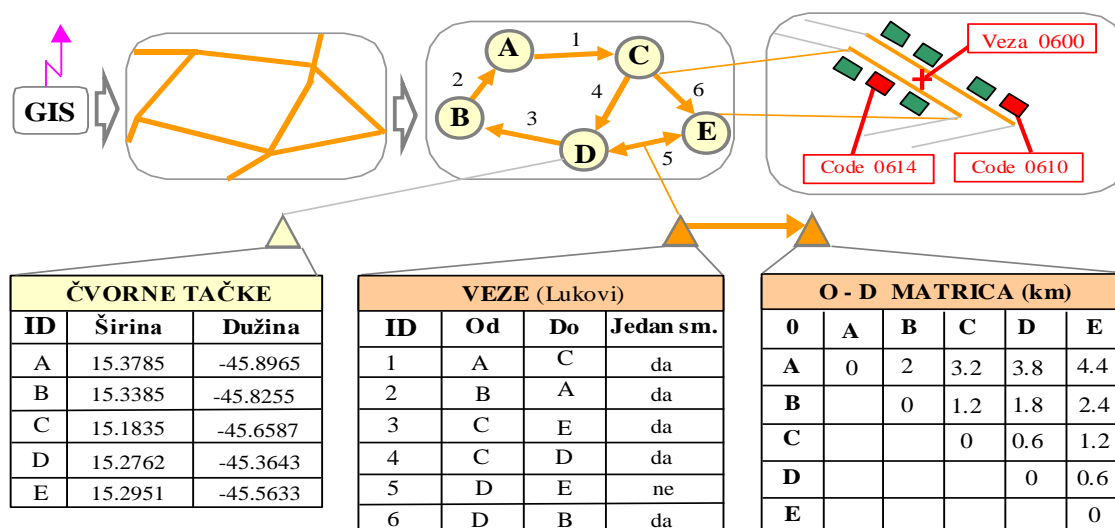
Slika 7.3: Algoritam razvoja MoLoTuRe modela



## 7.1. Faza utvrđivanja potreba i zahtjeva korisnika

### A. Inicijalizacija

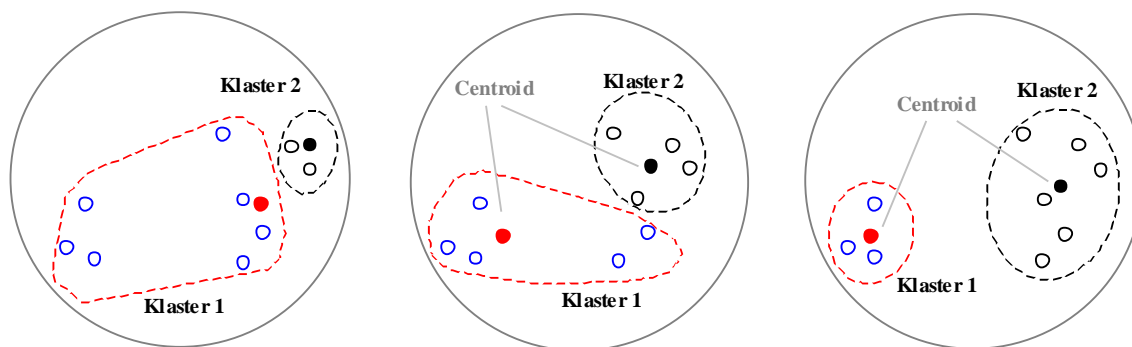
Procesom inicijalizacije određuje se broj i prostorni raspored GLZ u okviru regiona. Svakom GLZ se dodaje identifikacioni broj (ID) kao kodirani atribut (*Slika 7.4.*), i isti se unose u mrežni model baze podataka, formirajući topografsku mrežu i definišući graf  $A = B \times V$ . U prvoj tabeli, vezanoj za čvorne tačke iz skupa  $B$ , unose se podaci koji predstavljaju realnost sa geografskog aspekta. U prvu kolonu se unosi ID broj čvora, dok se u druge dvije kolone unosi GPS lokacije čvora u koordinatnom sistemu. Svaka veza  $V$  reflektuje svoj ukupni sadržaj (dužina, broj GLZ, i potražnja robe). Tabela koja se odnosi na veze, pored kolone sa ID brojem veze, u drugoj i trećoj reflektuje relacije između čvorova, dok četvrta kolona služi za utvrđivanje smjera veze. Povezivanjem ovih tabela, formira se tabela sa O-D distancama između čvorova. Nakon formiranja matrice, baza podataka sadrži sve bitne topografske elemente definisane mreže za dalju analizu.



Slika 7.4: Proces formiranja mrežnog modela baze podataka

### B. Kvalifikacija i kvantifikacija

Nakon procesa inicijalizacije, potrebno je izvršiti grupisanje GLZ u manje cjeline radi lakše obrade. Prikladna tehnika za ovaj proces jeste klasterizacija, koja vrši ciljno grupisanje objekata sličnih karakteristika (npr. turizam, ugostiteljstvo), uz praćenje nekog unaprijed određenog kriterijuma selekcije. Za potrebe ovog rada, klaster analiza je posmatrana kao iteracijski proces (*Slika 7.5.*) dobijanja skupa podataka [2, 114, 176, 199], za dalju analizu.

**(a) Inicijalizacija:**

Centroid 1 (crveni krug) i Centroid 2 (puni crni krug) su proizvoljno izabrani. Svi GLZ su zatim podijeljeni u dva klastera (1 ili 2), u zavisnosti od toga da li su bliži centroidu 1 ili 2, respektivno.

**(b) Rezultati prve iteracije:**

Sljedeća faza jeste, premještanje svakog GLZ u težište svog klastera. Ako neki GLZ pripada drugom klasteru, zadatak je rasporediti ga u tom drugom klasteru, i na osnovu toga definisati centralnu tačku - centroid.

**(c) Rezultati druge iteracije:**

Nakon druge iteracije, procesa na slici (b) se ponovo vrši određivanje pripadnost za svakog GLZ sve dok klasteri ne budu stabilni. Kada su klasteri stabilni i neće se promijeniti za svaku dalju iteraciju vrši se usvajanje dobijenog rešenja.

Slika 7.5: Grafička interpolacija postupka klasterizacije

Definisanje kvantitativne O-D matrice je sledeći korak procesa kvantifikacije. Kao osnov za njegovu realizaciju uzet je algoritam dat u radu [203], koji se sastoji iz sledećih koraka.

**Korak 1:** *Generisanje polazne O-D matrice potražnje robe  $q$ ,  $\forall q \in Q$ .* Svaki red u Tabeli 7.1. predstavlja kooperanta  $\Psi(\psi) = (1, 2, \dots, n)$  u okviru LC, a kolona predstavlja GLZ ili  $z$ ,  $z \in Z$ , kao destinaciju u rasponu od 1 do  $m$ , u okviru zone  $j$ ,  $j \in J$ . Sadašnja potražnja uzima se kao bazna godina za realizaciju robnih tokova  $q$  od ishodišta  $o$  do odredišta  $d$ , i označava se sa  $S_{od}^q$ .

Predposlednja kolona predstavlja ukupnu potražnju robe  $\sum_q^m S_o$  za sve GLZ

vezane za nekog kooperanta, dobijena na osnovu karakteristika pojedinih GLZ. Posljednja kolona opisuje buduću potražnju za svako  $z$ . Posljednja dva reda predstavljaju datu i buduću privlačnost za svako odredište  $d$ , gdje se

ćelije s obzirom na privlačnost popunjavaju sa podacima kao suma  $\sum_q^n S_d$ .

Tabela 7.1: O - D matrica robne potražnje za baznu godinu

O \ D	1	2	..	d	..	m	Sadašnja potražnja
1				.			
2				.			
.				.			
o	.	.	..	$S_{od}^q$	..	.	$\sum_q^m S_o$
.				.			
n				.			
Sadašnja privlačnost				$\sum_q^n S_d$			

**Korak 2:** Procjena budićih ponuda i privlačnosti. U okviru PTR može doći do povećanja

broja GLZ. Procjena buduće ponude  $\sum_q^m B_o$  i privlačnosti  $\sum_q^n B_d$  na osnovu povećanja broja  $z$  u svim zonama  $l = (1 - m)$ , dobija se tako (Tabela 7.2.), što se svaka  $\sum_q^o B_m$  i  $\sum_q^d B_n$  množi sa koeficijentima  $\alpha_o^{q,y}$  i  $\beta_d^{q,y}$  respektivno tj.

$$\sum_q^o B_m = \alpha_o^{q,y} \cdot \sum_q^o S_m, \quad \sum_q^d B_n = \beta_d^{q,y} \cdot \sum_q^d S_n, \quad \forall o \in O, d \in D. \quad (37)$$

Tabela 7.2: O - D matrica za buduću potražnju robe

O \ D	1	2	..	d	..	m	Sadašnja potražnja	Buduća Potražnja
1				.				
2				.				
.				.				
o	.	.	..	$S_{od}^q$	..	.	$\sum_q^m S_o$	$\sum_q^m B_o$
.				.				
n				.				
Sadašnja privlačnost				$\sum_q^n S_d$				
Buduća privlačnost				$\sum_q^n B_d$				

**Korak 3:** Procjena rasta robnih tokova se modelira odvojeno, tako što ukupnu buduću ponudu treba sabrati u svim LC i satelitima, kao mjestima ishodišta

$$\left( \sum_{\forall o \in O} \sum_q^m B_o \right), \text{ koja može biti drugačija od sume buduće privlačnosti } \left( \sum_{\forall d \in D} \sum_q^n B_d \right)$$

sabrane u svim zonama  $l$  nekog PTR. Treba posmatrati otvoreni sistem u kojem dolazi do promjene broja GLZ i promjene potražnje robe  $q$ . Dakle, uz pretpostavku da je ponuda robe dobijena na osnovu privlačnosti, pomnožimo buduću ponudu svih kooperanata sa istim faktorom, tako da ukupna suma modifikovane buduće ponude bude uravnotežena sa sumom buduće privlačnosti:

$$\sum_q^m B_o \leftarrow \sum_q^m B_o \cdot \left( \frac{\sum_{\forall d \in D} \sum_q^n B_d}{\sum_{\forall o \in O} \sum_q^m B_o} \right), \forall o \in O \quad (38)$$

**Korak 4:** *Definisanje algoritma ažuriranja potražnje.* Prvi korak u algoritmu jeste definisanje faktora rasta  $R_o^q, \forall o \in O$  buduće ponude, kako bi se prilagodio unos u svim redovima matrice. Treba definisati i faktor rasta  $R_d^{*q}, \forall d \in D$  budućih privlačnosti, na osnovu kojeg će se ažurirati unos u svakoj koloni. Zatim mijenjati matricu iterativno do definisanja sume svakog reda shodno budućoj ponudi i privlačnosti respektivno. Algoritam se može opisati kao:

Definisanje tolerancije  $\varepsilon \ll 1$ ,  $M_t =$  veliki pozitivni cijeli broj, i neka je  $n = 1$ .

$$\text{Definisati } R_o^q = \frac{\sum_q^m B_o}{\sum_{d \in D} S_{od}^q}, \forall o \in O, \text{ takođe i } R_d^{*q} = \frac{\sum_q^n B_d}{\sum_{o \in O} S_{od}^q}, \forall d \in D \quad (39)$$

Dok  $\{(n \leq M_t) \text{ i } (|R_o^q - 1| > \varepsilon \text{ za neke } o \in O \text{ ili } |R_d^{*q} - 1| > \varepsilon \text{ za neke } d \in D)\}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Skup } S_{od}^q \leftarrow R_o^q S_{od}^q, \forall o \in O, d \in D, \end{array} \right. \quad (40)$$

$$\text{Ažuriranje } R_d^{*q} \leftarrow \frac{\sum_q^n B_d}{\sum_{o \in O} S_{od}^q}, \forall d \in D, \quad (41)$$

$$\text{Skup } S_{od}^q \leftarrow R_d^{*q} S_{od}^q, \forall o \in O, d \in D, \quad (42)$$

$$\text{Ažuriranje } R_o^q \leftarrow \frac{\sum_q^m B_o}{\sum_{d \in D} S_{od}^q}, \forall o \in O, \text{ ažuriranje } n \leftarrow n+1, \quad (43)$$

}

Kad god se faktori  $R_o^q$  i  $R_d^{*q}$  obračunavaju preko podmodela, potrebno je izvršiti ažuriranje, kako bi se izbjegao slučaj da ovi faktori imaju vrijednost nula.

Ako je  $\sum_{d \in D} S_{od}^q = 0$  za neko  $o \in O$ , ako je  $\sum_{d \in D} S_{od}^q = 0$  za neko  $d \in D$ , i ako je  $\sum_q^m B_o = 0$ , onda je potrebno ažurirati  $R_o^q \leftarrow 1$ , i ako je  $\sum_q^n B_d = 0$ , onda je ažuriranje  $R_d^{*q} \leftarrow 1$ .

$$\text{Drugo ažuriranje: } S_{od}^q \leftarrow \frac{\sum_o^m B_o}{|D|}, \forall d \in D \text{ i } R_d^{*q} \leftarrow 1, R_d^q \leftarrow \frac{\sum_o^m B_o}{\sum_{d \in D} S_{od}^q}, \text{ i } R_d^{*q} \leftarrow \frac{\sum_n^d B_n}{\sum_{o \in O} S_{od}^q}. \quad (44)$$

Na ovaj način, buduća potražnja za sve vrste roba može se prognozirati, a rezultati se mogu distribuirati u optimizacioni model kako bi se sagledalo funkcionisanje sistema.

**Vrsta robe i njen pojavni oblik** imaju značaj u procesu kvantifikacije, zbog bitnog uticaja na izbor tehnološkog rešenja realizacije transportnog zahtjeva. Kao bitne vrste robe i pojavni oblici, koji su predmet optimizacije, mogu se navesti sledeće dvije grupe:

1. Lako kvarljiva roba u kojoj spada svježe voće i povrće, zatim smrznuta roba i ostala roba koja zahtijeva određene temperaturne uslove, zahtijeva i posebne uslove realizacije porudžbine. Poseban značaj ovih homogenih grupa robe dolazi do izražaja u toku perioda ljetnje turističke sezone kada i prirodni uslovi zahtijevaju posebne mjere u rukovanju sa istom;
2. Paletizovana roba i roba iz ostalih homogenih grupa koja nema posebne temperaturne zahtjeve, a može se homogenizovati i kao takva zbirno distribuirati krajnjim korisnicima. Njena osnovna karakteristika ogleda se u nepostojanju posebnih zahtjeva i uslova u bilo kom posmatranom periodu.

## 7.2. Faza planiranja sistema i procesa

Nakon identifikacije regiona kao sistema, strateški problem koji treba riješiti jeste, definisanje sistemskog i organizacionog koncepta na osnovu raspoloživih komponenti za vremenski interval posmatranja  $T = 365$  dana, koji sadrži više vremenskih perioda

$t \in T$  stacionarne tražnje, dužine  $n_t$ , pri čemu je  $\sum_{t \in T} n_t = 365$ . PTR čine najmanje dva karakteristična perioda: ljetna sezona ( $n_1=120$  dana) i vansezona ( $n_2=245$  dana) i ovaj

koncept razmatran je u radu i modeliran. Problem sa taktičkog aspekta koji treba riješiti jeste, inženjering optimalnog transportnog koncepta sa među vidovskom i unutar vidovskom adaptacijom za dati sistemski koncept. Rešavanje operativnih problema odnosi se na izbor tipa sredstva i transportnog lanca kod fizičke distribucije.

Nezavisno od veličine PTR sistem RL je definisan kada: (i) su poznate lokacije GLZ koji treba da budu opsluženi, (ii) je poznata logistička mreža, (iii) je poznata struktura i broj zona, (iv) su poznati logistički procesi, i transportni lanci, (v) su određene kapije regiona i mogući pravci dopreme robe, (vi) su identifikovani spoljni faktori koji utiču na ponašanje sistema i (vii) su jasno definisani ciljevi koje treba postići. Svi ranije evidentirani problemi, prisutni procesi i izraženi zahtjevi iniciraju izgradnju novih CDC i CDT na povoljnim lokacijama u PTR. U ovakvoj situaciji, reinženjering sistema se odnosi na definisanje lokacije satelita kao bitnih elemenata sistema, i definisanje unapređenih tehnoloških procesa između njih, koji treba da imaju pozitivan uticaj na rad cjelokupnog sistema, kako bi se zadovoljili postavljeni ciljevi.

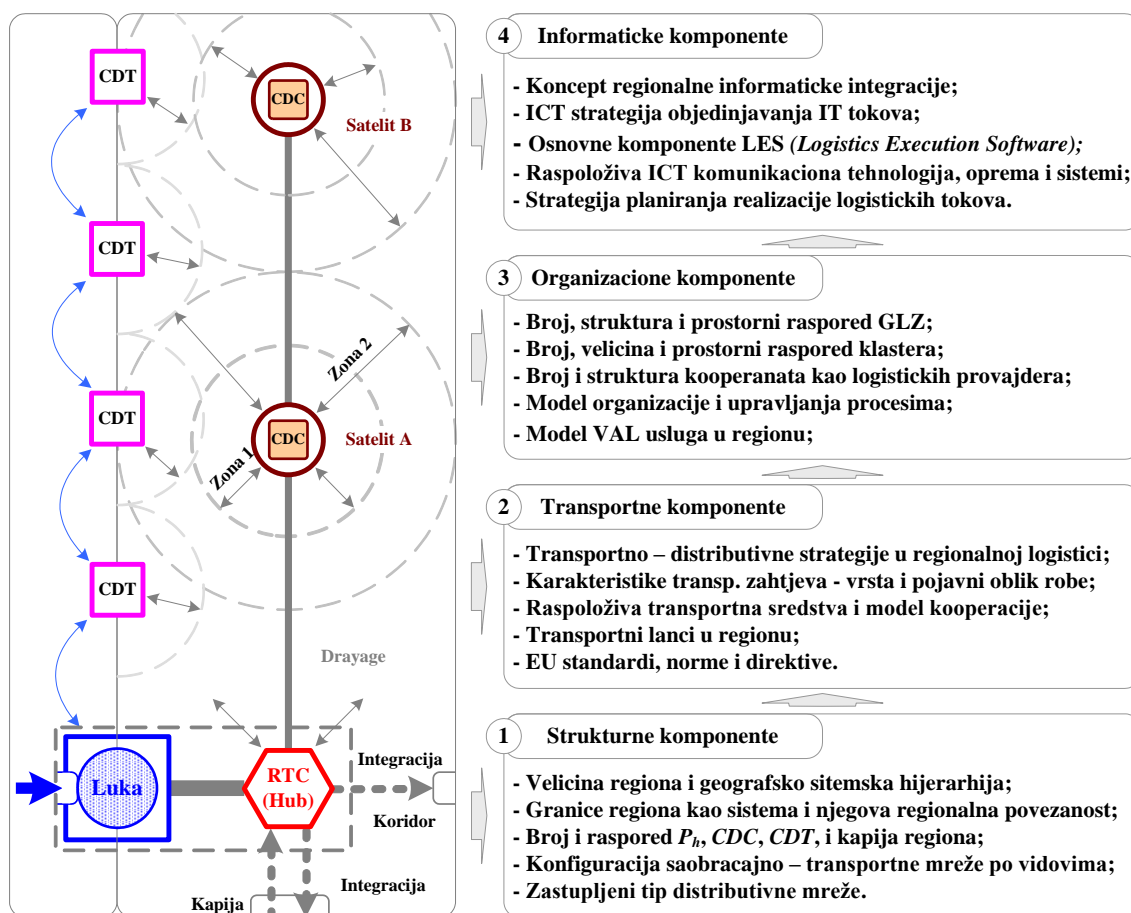
#### A. Sistemski koncept MoLoTuRe modela

Strateški problem koji treba riješiti jeste, *struktura optimalne regionalne logističke mreže* (minimalni logistički kapaciteti u funkciji maksimalnog zadovoljenja potreba GLZ). To je proces kreiranja sistema sa jasno definisanim (*Slika 7.6.*): (i) brojem, strukturom, prostornim rasporedom LC kao  $P_h$  (Hub), (ii) brojem fiksnih satelita CLC,  $I(i) = \{1, 2, 3, \dots, m\}$ , (iii) brojem varijabilnih satelita CDT,  $L(l) = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ , i (iv) brojem zona opsluge  $J(j) = \{1, 2, 3, \dots, p\}$ . Okolinu sistema sa jedne strane čine globalne logističke mreže, a sa druge strane to su  $z$  kao konkretni korisnici skoncentrisani u okviru neke zone  $j$ , iz skupa  $J$ . Zavisno od veličine regiona, struktura sistema se definiše shodnom nekom tipskom varijantnom rešenju, koje se uzima kao osnov za dalje razmatranje kod razvoja MoLoTuRe modela. Pri tome je neophodno pronaći odgovore i na sledeća pitanja:

- ✓ koji je optimalan broj fiksnih satelita za neki region (pitanje koliko?),
- ✓ koji je momenat uspostavljanja varijabilnih satelita (pitanje koji?),
- ✓ koju robu homogenizovati i koje informacije treba povezati (pitanje šta?),
- ✓ u kojoj količini dopremiti i distribuirati robu, (pitanje zašto?),
- ✓ na kojoj lokaciji distribuirati robu prvo (pitanje gdje?),

- ✓ koju strategiju distribucije primijeniti (pitanje kako i kada?),
- ✓ koju tehnologiju primijeniti za očekivani kvalitet usluge (pitanje kako?),
- ✓ koje aktivnosti u pojedinim fazama realizacije tokova primijeniti (pitanje ko?).

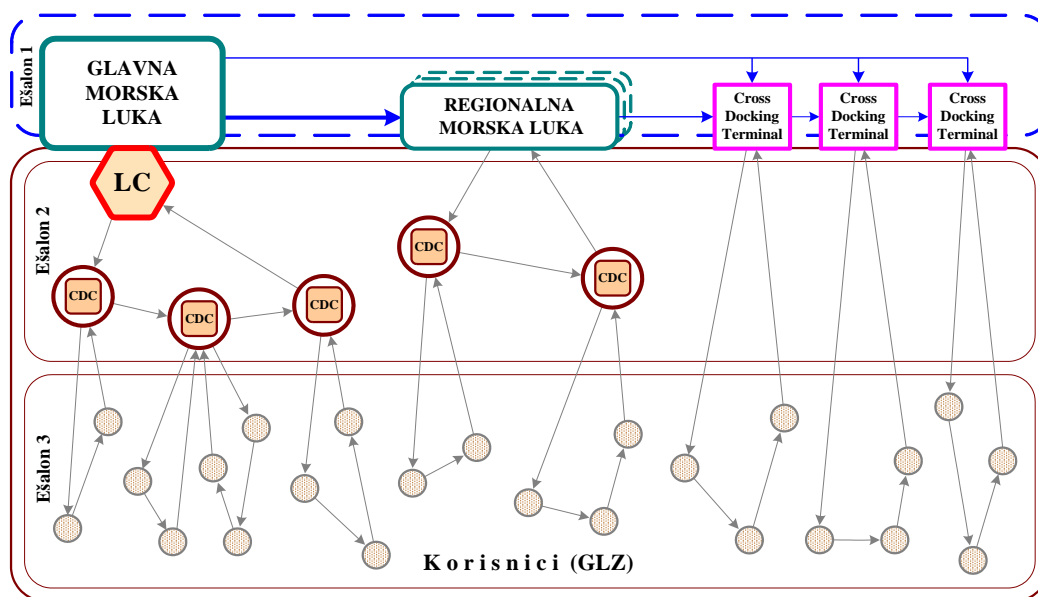
Posmatra se dakle, multiešalonski sistem logistike PTR, koji treba da bude tako optimizovan, da može zadovoljiti potrebe GLZ sa očekivanim kvalitetom usluge uz minimizaciju troškova poslovanja i u ekstremnim slučajevima neizvjesnosti.



Slika 7.6: Struktura bitnih komponenti u procesu inženjeringa MoLoTuRe modela

Morska luka kao visoko sofisticirani LS je identifikovana kao bitan sistem, i hardver u razvoju novog MoLoTuRe modela. Zbog širih logističkih, integracionih i optimizacionih mogućnosti, luke se kod razvoja MoLoTuRe modela posmatraju kao sistemi od strateškog značaja. Regionalna logistika i «*Port orjentisani logistički lanci*», se u ovom radu posmatraju kao prirodno uparenje, i rešenje sa velikim nivoom prilagodivosti. Kod razvoja sistemskog koncepta, važno pitanje se odnosi na definisanje lokacije glavnog LC

u okviru neke od raspoloživih morskih luka kao  $p$ -Hub [141] regionalnog značaja. Pored toga, važno pitanje jeste, kakva treba da izgleda mrežna struktura ešalona u PTR (CDC i CDT). Fokus u ovom radu je dat na valorizaciju vodne površine, i već izgrađenih pristaništa duž obale, u cilju razvoja varijabilnih satelita u formi CDT. Ovakvi sistemski koncept, omogućava međuvidovsku adaptaciju *more – drum* (Slika 7.7.) i preraspodjelu robnog rada u uslovima izraženih potreba.



Slika 7.7: Multiešalonska struktura sistema MoLoTuRe modela

Među vidovska adaptacija treba, da u periodu ljetne turističke sezone omogući preraspodjelu transportnog rada sa druma na more i smanji broj vozila na ulicama u priobalnim zonama. Shodno tome, moguće je definisati osnovnu mrežnu strukturu i to:

1. **Mrežna struktura tip «A»:** U zavisnosti od veličine PTR (mali, srednji i veliki), čine je jedan ili više habova povezanih sa satelitima u formi CDC; i
2. **Mrežna struktura tip «B»:** Sačinjava je jedan ili više habova, povezanih sa svojim CDC satelitima na kopnenoj strani, i mrežom varijabilnih satelita u formi CDT sa morske strane (uspostavljaju se samo ljeti).

Mrežna struktura tip «A» prepoznata je kao dobar sistemski koncept za period van turističke sezone, koji je prepoznat kao tradicionalni koncept. Za period ljetne turističke sezone, kada se povećava broja LZ, i kada dolazi do promjene strukture i karakteristika LZ, dobar sistemski koncept jeste mrežna struktura tip «B», koja valorizuje more kao transportni put. U ovom radu ovaj tip se posmatra kao unapređeno rešenje.



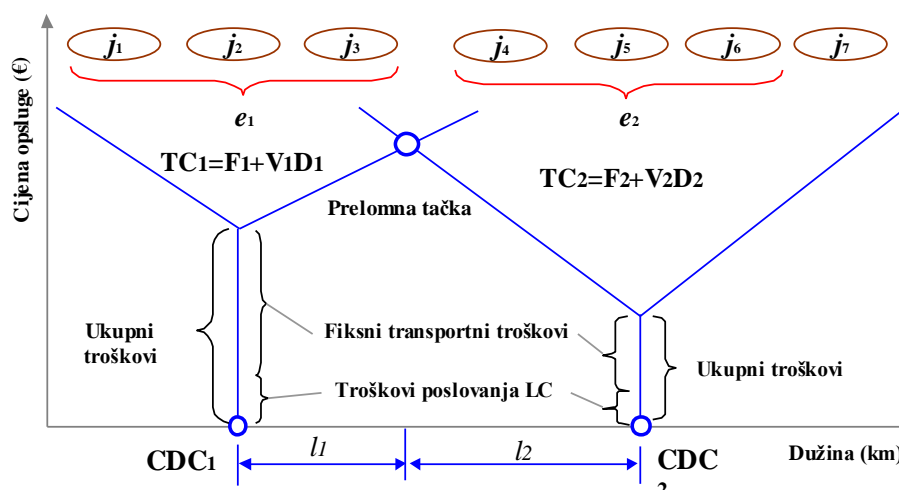
Bitna razlika kod planiranja logističke mreže PTR od planiranja ostalih mreža jeste, što je lokacija regionalnog haba unaprijed definisana samom lokacijom morske luke. Lokacija može biti bilo gdje na mreži (tamo gdje je luka locirana). Polazi se od toga, da je region privredno i turistički intenzivan, i da je moguće logističke procese identifikovati i kvantifikovati. S obzirom da region sačinjava više gradova različite veličine, i više turističkih mjesta duž morske obale, potrebno je locirati na povoljnim lokacijama CDC, i CDT kao satelite haba, u cilju optimizacije logističkih tokova i procesa. Tu se kao cilj prepoznaje i eliminacija zastoja u radu, i potpuno zadovoljenje svih regionalnih funkcija, prije svega stanovanja i turizma. Veoma često je potrebno već definisane lokacije CDT uklopiti u novo rešenje i povezati u regionalni sistemski koncept. Svi CDC treba da su sličnih karakteristika i da imaju potpunu tehnološku razvijenost (Tabela 7.3.). Međutim CDT imaju različite karakteristike, shodno tome za koje sredstvo su namijenjeni (cargobike ili cargohopper), i treba da su djelimično tehnološki razvijeni. Bez obzira koji su kooperanti prisutni u okviru CDC, ekonomičnost je najmanje zahtijevana zajednička funkcija cilja, po pravilu iskazana nekim faktorom uštede koji treba da se ostvari u procesu njihovog funkcionisanja.

Tabela 7.3: Potrebna razvijenost podsistema CDC i CDT

Br.	Podsistemi LC	Zastupljenost u okviru CDC	Zastupljenost u okviru CDT
1.	Prijemno - otpremni prostor	■	■
2.	Pretovarni front	■	■
	Pomorski	■	■
	Drumski	■	■
3.	Prostor za formiranje i rasformiranje tovarnih jedinica	■	■
4.	Prostor za vaganje robe	■	
5.	Prostor za oplemenjivanje robe	■	
6.	Prijemno - otpremne saobraćajnice	■	■
7.	Prostor za skladištenje i držanje zaliha	■	
8.	Skladišni prostor za iznajmljivanje trećim licima	■	
9.	Skladišni prostor za reciklažnu robu	■	
10.	Skladišni prostor za carinski pregled robe	■	
11.	Prostor za skladištenje robe sa temperaturnim režimom	■	
12.	Dostavna vozila	■	■
13.	Upravljački informacioni sistem	■	
14.	Upravna zgrada	■	
15.	Prateće službe i servisi	■	

Shodno zahtjevima, problem rešenja se dominantno svodi na nivo definisanja lokacije CDC i CDT i njihovo sistemsko povezivanje. Odabir optimalne lokacije CDC i CDT je kompleksan problem, koji se može rešavati na različite načine. Odabir lokacije CDC unutar već zadate mreže, moguće je vršiti alokacijom ne-hab čvorova u odnosu na hab,

tako da ukupni troškovi transporta budu minimalni. Metoda alokacije uzima [13] najkraća rastojanja,  $d_{ij}$ , između svih čvorova ( $i, j$ ), ne vodeći računa pri tom, da li je mreža potpuno uobličena, i da li je rešenje praktično upotrebljivo. Kod procesa alociranja, prioritetni su oni čvorovi sa većim vrijednostima transportnog rada  $Q_{ij} \cdot d_{ij}$ . Ovako definisan heuristički pristup naziva se *Alternate costweight allocator* – ACWA. Pored ove metode, problem lociranja CDC i CDT moguće je rešavati bazičnom optimizacionom procedurom, heurističkim i metaheurističkim metodama. Jedna od bazičnih metoda za definisanje potencijalnih lokacija CDC i CDT jeste metoda koja se zasniva na gravitacionom modelu i Rilijevom zakonu (Slika 7.8.). Ista kao osnov uzima broj zona  $j$  opsluge, i shodno zoni preferencije opsluge, određuje se potencijalna lokacija nekog CDC i CDT.

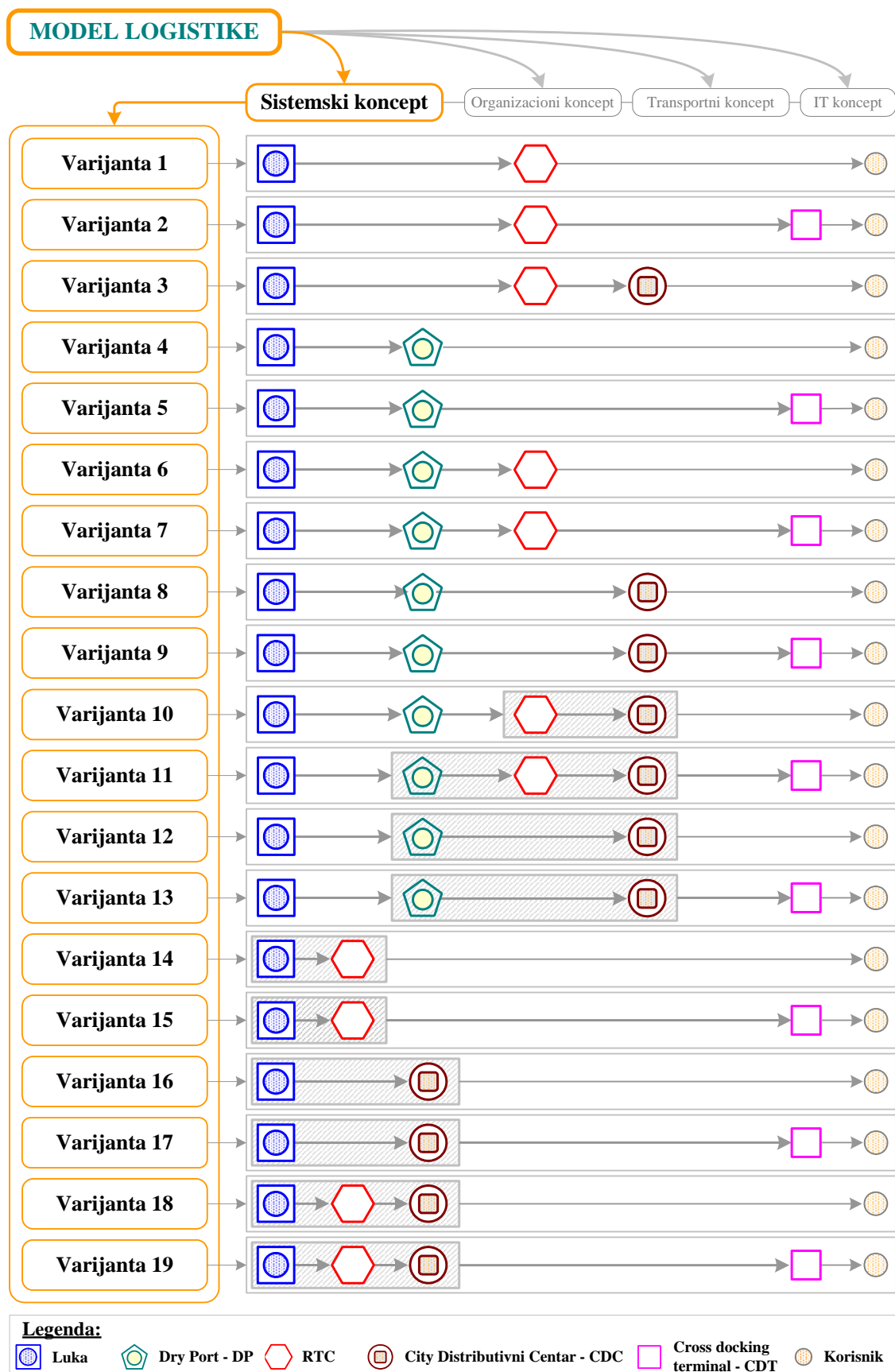


Slika 7.8: Proces definisanja zone preferencije CDC

Prelomna tačka izračunava se kao: 
$$P_{t1} = \frac{F_2 + MV_2 - F_2}{V_1 + V_2} \quad (45)$$

Gdje je:  $P_{t1}$  - udaljenost od  $CDC_1$  do prelomne tačke;  $F_1$  - troškovi usluge na poziciji 1;  $F_2$  - troškovi usluge na poziciji 2;  $V_1$  - troškova koji se mijenjaju sa udaljavanjem od lokacije 1;  $V_2$  - troškova koji se mijenjaju sa udaljavanjem od lokacije 2;  $M$  - ukupna razdaljina između lokacije 1 i 2. U skladu sa Rilijevim zakonom, prelomna tačka je tamo gde je relativna atraktivnost između dva centra jednaka. Svi GLZ sa lijeve strane prelomne tačke, šalju zahtjev i snabdijevaju se iz  $CDC_1$ , a svi GLZ od prelomne tačke na desno šalju zahtjeve i snabdijevaju se iz  $CDC_2$ . Ovakva pristup korišćene je u radu [112] gdje su zone preferencije podijeljene između dva CDC i to Bar i Zelenika.

Obuhvat mogućih sistemskih rešenja modela šematski je rezimiran u okviru Slike 7.9.



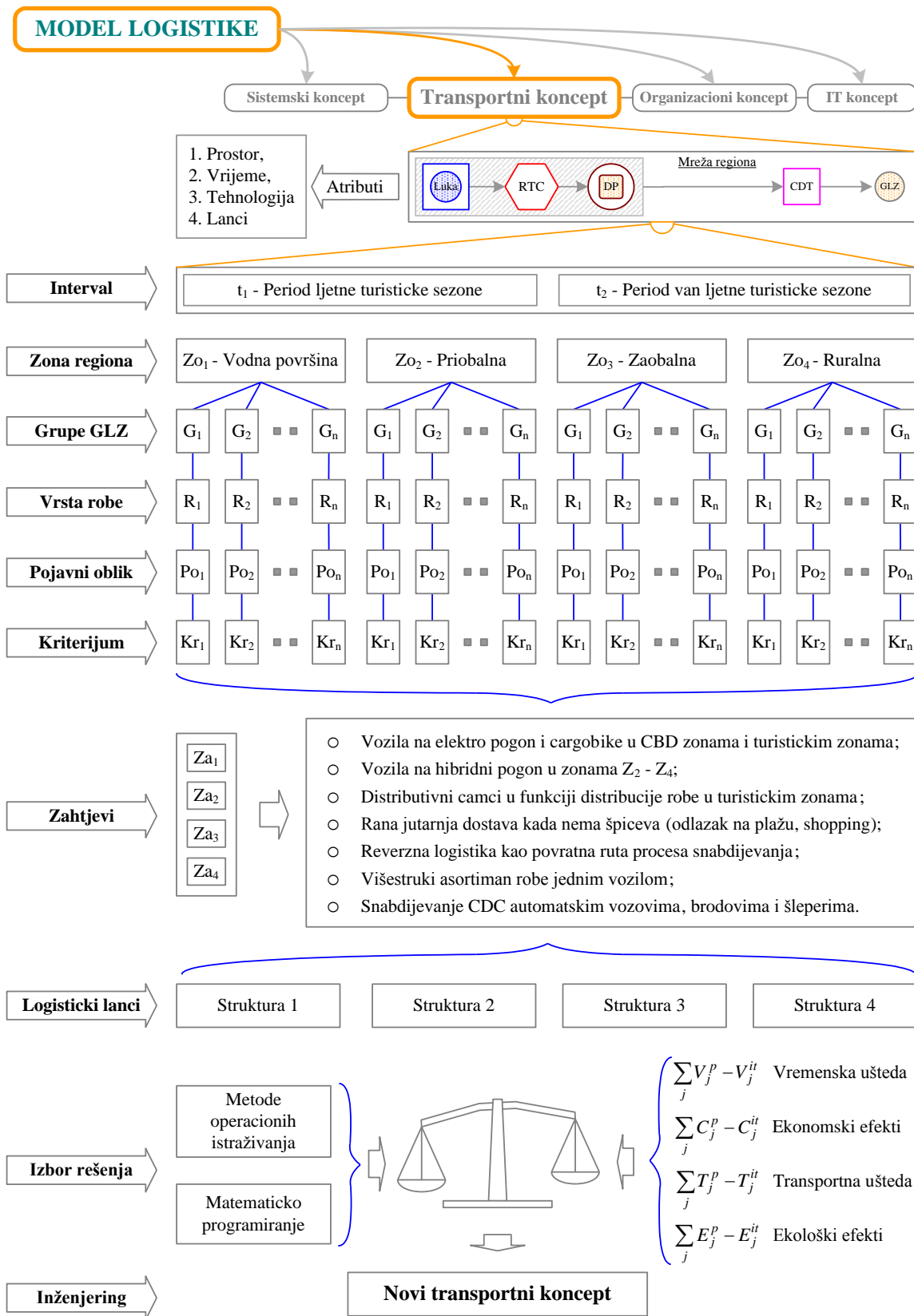
Slika 7.9: Obuhvatnost predloženog MoLoTuRe modela

U ovom radu se za rešavanje problema izbora lokacija CDC i CDT iz skupa raspoloživih, predlaže matematički model nazvan «*Dynamic multiechelon, multiitem locating problem with heterogenous fleet*» – *DYMEMULP*. Model optimizuje proces snabdijevanja u multiešalonskom sistemu distribucije, za dva vremenska perioda tokom intervala od jedne godine, u kojima egzistira više skupova različitih tipova vozila, koja mogu opsluživati pojedine zone snabdijevanja u okviru nekog klastera sa različitim atributima, koristeći pri tom različite transportne lance.

## B. Transportni koncept MoLoTuRe modela

Osnova svih transportnih procesa jeste, generisanje potreba za robnim tokovima, koja se javlja kao posledica potrošnje i transfera robe. Transportna aktivnost usko je povezana sa strategijom planiranja realizacije logističkih tokova. Ova strategija predstavlja osnovu razvoja MoLoTuRe modela i oslanja se na DRP platformu, koja je zasnovana na *pull* pristupu. DRP platforma, obezbeđuje realizaciju lanaca snabdijevanja kroz četiri faze [206]: (i) identifikacija potreba najnižeg nivoa u lancu i sabiranje zahtjeva GLZ u jedinici vremena, (ii) kreiranje narudžbenice do sledećeg višeg nivoa, (iii) izazivanje tražnje na višem nivou zbog narudžbina sa nižeg nivoa, (iv) ponovno generisanje narudžbenica do najvišeg nivoa i popuna zaliha. Kod DRP platforme, pokretač svih logističkih procesa jeste EDI dispozicija. Obradom EDI porudžbine i otpremom tražene količine robe iz LC, u skladištu dolazi do smanjenja zaliha do reperne vrijednosti, nakon čega se iz LIS-a šalje EDI poruka za popunu zaliha snabdjevačima. Prispjećem poruke, snabdjevač potvrđuje njen prijem i mogućnosti njene realizacije. Završetkom potrebnih procesa, snabdjevač šalje poruku sa podacima sistemu za planiranje transporta TIPS (*Transport Information Planing Systems*). Obradena informacija u TIPS-u, vraća se u IS snabdjevača, koji preko EDI veze šalje informaciju u LIS. Nakon verifikacije poruke, LIS vraća potvrdnu informaciju snabdjevaču o prispjeću informacije i početku realizacije zahtjeva. Ovakve platforme spadaju u integrisane strategije upravljanja lancima snabdijevanja. Znači, u svakom satelitu iz skupa CDC i CDT u nekom PTR, transportno sredstvo će dostaviti onoliko robe kolika je potražnja od skupa identifikovanih GLZ.

Proces distribucije treba da bude zasnovan na transportnim lancima sa eko vozilima, pogotovo u najužim gradskim i turističkim zonama (*Slika 7.10.*).



Slika 7.10: Pristup definisanja novog transportnog koncepta za PTR

Za razvoj transportnog koncepta uzeto je pet skupova unificiranih transportnih sredstava  $k$ ,  $k \in K$ : (i) šleper nosivosti od 26t, (ii) brod na solarno – električni pogon, nosivosti 20t, (iii) kamion na dizel pogon, nosivosti 5t, (iv) vozilo na solarno – električni pogon – *cargohopper*, nosivosti 5t, i (v) vozilo na manuelni pogon – *cargobike*, nosivosti 0,5t. Ova transportna sredstva realizuju neki od šest zastupljenih tipova transportnog lanca i to:

- ✓ **Tip 1:** šleper → dostavni kamion;
- ✓ **Tip 2:** brod → *cargohopper*;
- ✓ **Tip 3:** brod → *cargobike*;
- ✓ **Tip 4:** šleper → brod → *cargohopper*;
- ✓ **Tip 5:** šleper → brod → *cargobike*;
- ✓ **Tip 6:** šleper → brod.

Za svako transportno sredstvo, definiše se plan ruta. Najčešće korišćena tehnika za definisanje ruta u strategiji isporuka «dan prije» jeste dobro poznati *Clarke and Wright* algoritam. Rute možemo definisati [95, 97, 110, 114] i primjenom trouglastog fuzzy broja  $\varphi(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ . U ovom slučaju, plan ruta se definiše na osnovu fuzzy uslova, a to je kapacitet vozila, što je kao osnova korišćeno u radu [112] za određivanja ruta i prosječne dužine rute dostavnih sredstava u procesu distribucije robe. Ovdje fuzzy broj [114] predstavlja potražnju  $j$ -tog GLZ označenog kao  $\varphi_j$  ( $\varphi_{1j}, \varphi_{2j}, \varphi_{3j}$ ). Kako je gore naglašeno, sva definisana transportna sredstva su unificirana i imaju isti kapacitet koji se označava sa  $Q$ . Nakon što  $k$  opsluži GLZ, raspoloživi kapacitet vozila će iznositi  $Q_k = Q - \sum_{j=1}^k \varphi_j$ , a formulacija fuzzy broja je:

$$Q_k = \left( Q - \sum_{j=1}^k \varphi_{3j}, Q - \sum_{j=1}^k \varphi_{2j}, Q - \sum_{j=1}^k \varphi_{1j} \right) = (q_{1,k}, q_{2,k}, q_{3,k}) \quad (46)$$

Kredibilitet da potražnja sljedećeg GLZ  $z$  neće prelaziti preostali kapacitet vozila dobija se:

$$c_r = c_r \{ \varphi_{k+1} \leq Q_k \} = c_r \left\{ \left( \varphi_{1,k+1} - q_{3,k}, \varphi_{2,k+1} - q_{2,k}, \varphi_{3,k+1} - q_{1,k} \right) \leq 0 \right\} \quad (47)$$

$$c_r \{ \varphi_{k+1} \leq Q_k \} = \begin{cases} 0, & \\ \frac{q_{3,k} - \varphi_{1,k+1}}{2 * (q_{3,k} - \varphi_{1,k+1} + \varphi_{2,k+1} - q_{2,k})}, & \text{if } \varphi_{1,k+1} \geq q_{3,k} \\ \frac{\varphi_{3,k+1} - q_{1,k} - 2 * (\varphi_{2,k+1} - q_{2,k})}{2 * (\varphi_{2,k} - \varphi_{2,k+1} + \varphi_{3,k+1} - q_{1,k})}, & \text{if } \varphi_{1,k+1} \leq q_{3,k}, \varphi_{2,k+1} \geq q_{2,k} \\ \frac{\varphi_{3,k+1} - q_{1,k} - 2 * (\varphi_{2,k+1} - q_{2,k})}{2 * (\varphi_{2,k} - \varphi_{2,k+1} + \varphi_{3,k+1} - q_{1,k})}, & \text{if } \varphi_{2,k+1} \leq q_{2,k}, \varphi_{3,k+1} \geq q_{1,k} \\ 1 & \text{if } \varphi_{3,k+1} \leq q_{1,k} \end{cases} \quad (48)$$

Potražnja svakog  $z$  treba biti zadovoljena po mogućnosti sa jednim od vozila iz datog skupa tipova transportnih sredstava  $K = k(1, 2, 3, 4, 5)$ , dok ukupno opterećenje svake rute ne smije prelaziti kapacitet tog sredstva. Svaka ruta počinje i završava se u isti LC. Ukupna potražnja dodijeljenih zona mora biti manja ili jednaka kapacitetu LC. Skladišni prostor u okviru LC  $S_p = \{g\}$  ima dovoljno prostora da zadovolji potrebe u intervalu  $T$ ,

odnosno  $S_p \geq \left( \sum_{i=1}^k q_j \sum_{j=1}^l W \right) T$  gdje  $\sum_{i=1}^k q_j$  predstavlja ukupnu potražnju GLZ, a  $\sum_{j=1}^l W$

predstavlja ukupnu frekvenciju isporuka. Kada se nekom LC dodijeli  $k$  GLZ za njihovu opslugu, kapacitet ovog LC se može predstaviti sa  $P$  gdje je  $P_k = P - \sum_{j=1}^k \varphi_j, P_k$ , a njegova formulacija uz pravila *fuzzy* aritmetike je [114]:

$$P_k = \left( P - \sum_{j=1}^k \varphi_{3j}, P - \sum_{j=1}^k \varphi_{2j}, P - \sum_{j=1}^k \varphi_{1j} \right) = (p_{1,k}, p_{2,k}, p_{3,k}) \quad (49)$$

$$c_r = c_r \{ \varphi_{k+1} \leq Q_k \} = c_r \left\{ \left( \varphi_{1,k+1} - p_{3,k}, \varphi_{2,k+1} - p_{2,k}, \varphi_{3,k+1} - p_{1,k} \right) \leq 0 \right\} \quad (50)$$

$$c_r \{ \varphi_{k+1} \leq P_k \} = \begin{cases} 0, & \\ \frac{p_{3,k} - \varphi_{1,k+1}}{2 * (p_{3,k} - \varphi_{1,k+1} + \varphi_{2,k+1} - p_{2,k})}, & \text{if } \varphi_{1,k+1} \geq p_{3,k} \\ \frac{\varphi_{3,k+1} - p_{1,k} - 2 * (\varphi_{2,k+1} - p_{2,k})}{2 * (p_{2,k} - \varphi_{2,k+1} + \varphi_{3,k+1} - p_{1,k})}, & \text{if } \varphi_{1,k+1} \leq p_{3,k}, \varphi_{2,k+1} \geq p_{2,k} \\ \frac{\varphi_{3,k+1} - p_{1,k} - 2 * (\varphi_{2,k+1} - p_{2,k})}{2 * (p_{2,k} - \varphi_{2,k+1} + \varphi_{3,k+1} - p_{1,k})}, & \text{if } \varphi_{2,k+1} \leq p_{2,k}, \varphi_{3,k+1} \geq p_{1,k} \\ 1 & \text{if } \varphi_{3,k+1} \leq p_{1,k} \end{cases} \quad (51)$$

Shodno formulaciji (51), ruta nekog transportnog sredstva  $k$  se formira tako, što se vodi računa o njegovom preostalom kapacitetu nakon opsluge prvog  $z$ . Ako je preostali kapacitet sredstva  $k$  nakon ispunjenja zahtjeva prvog  $z$  veći od potražnje sljedećeg  $z$ , onda postoji šansa da sredstvo opsluži i njega. Što je veća razlika između raspoloživog kapaciteta vozila  $k$  i potražnje sljedećeg  $z$ , to je veća šansa da se on opsluži. Indeks preferencije  $Cr$ , kreće se između  $[0,1]$ , i označava preferenciju da se pošalje vozilo da opsluži sljedećeg  $z$ , nakon što je izvršio opslugu prethodnog  $z$  u skladu sa formulacijom (51). Kada je  $Cr = 1$ , onda je izvjesno da će vozilo opslužiti sledećeg  $z$ . Shodno vrijednosti  $Cr$ , tj. da potražnja  $z$  neće preći preostali kapacitet vozila, onda se mora donijeti odluka o tome, kada pokrenuti vozilo. Transportno sredstvo  $k$  će se pokrenuti u momentu potpune ili dozvoljene popunjenosti. Proces se ne prekida dok se svi zahtjevi  $z$  ne ispune.

Na osnovu formulacije (48), ako je kapacitet LC veći od potražnje sledećeg  $z$ , onda je LC u mogućnosti da zadovolji potrebe istog veći. Ovo se može takođe opisati sa indeksom preferencije  $Cr$  čija vrijednost se kreće između  $[0,1]$ . Kada je  $Cr=0$ , LC ne može da prihvati zahtjev  $z$  za opslugom. Kada je  $Cr=1$ , LC apsolutno može da opsluži zahtjeve koji dolaze od  $z$ . Indeks preferencije za raspodjelu  $z$  na pojedine LC možemo označiti  $Cr^{**}$ , čija se vrijednost takođe kreće u granicama  $[0,1]$ . Stoga, ako je odnos  $Cr$  i  $Cr^{**}$  ispunjen, pripadajući LC treba da opsluži dospjele zahtjeve narednih  $z$ , a u suprotnom  $z$  treba da sačeka opslugu ili da potraži uslugu od drugog otvorenog LC ako je u pitanju hitan zahtjev. Ovaj postupak je u iteraciji do zadovoljenja i poslednjeg zahjeva nekog  $z$ .

Stvarna vrijednost potražnje  $z$  ima u određenim slučajevima elemente stohastike, pa je vrijednost pojedinih zahtjeva poznata samo kad EDI dispozicija stigne u LC. Zbog neizvjesnosti potražnje, dostavno vozilo možda neće moći servisirati zahtjev  $z$  zbog nedovoljnog kapaciteta vozila. U takvim situacijama dostavno vozilo se vraća u LC na utovar, a zatim se vraća kod  $z$  gdje je stalo, i nakon toga nastavlja ostatak planirane rute. Ovakva situacija rezultira većim pređenim putem dostavnog vozila zbog povećane neizvjesnosti u zahtjevu. Dakle, dodatna udaljenost se uzima u obzir kada postoje oscilacije u procjeni potrebne količine robe i narušavanja planirane rute.

Parametri  $Cr^*$  i  $Cr^{**}$  koji se subjektivno određuje imaju veliki uticaj na definisanje ukupne dužine planirane rute. Niže vrijednosti parametra  $Cr^*$  izražavaju želju dispečera za korištenje kapaciteta vozila najviše što se može postići (teži se da stepen iskorišćenja tovarnog prostora bude  $\eta_1 \approx 1$ ). Ova vrijednost rezultira kraćom dužinom rute. Niže vrijednosti parametra  $Cr^*$  utiču na povećanje broja  $z$  koje treba opslužiti, a zbog nepotpune opsluge, vozilo nije u mogućnosti da ih servisira u potpunosti, pa se ostavlja da se proces završi drugom turom, što povećava ukupnu pređenu kilometražu vozila.

Prethodno opisan postupak definisanja ruta, moguće je realizovati nekom heurističkom procedurom ili uz pomoć tehnike računarske simulacije, što je bio slučaj u definisanju ruta za potrebe istraživanja u radu [112]. Ovako definisane rute koje su u procesu definisanja imale ograničene mogućnosti variranja zbog ograničene infrastrukturne raspoloživosti u **DYMEMULP** optimizacionoj proceduri predstavlja ulazni podatak, koji se tretira kao trošak koje transportno sredstvo ostvarure u svom radnom procesu.



Efikasnost transportnog koncepta utvrđuje se preko četiri pokazatelja:

- ✓ **Vremenske uštede**, koja se utvrđuje kao razlika ukupnih vremena realizacije transportnih lanaca  $\sum_j V_j^p - V_j^{it}$  za slučaj razvijenog transportnog koncepta, odnosno, primjene među vidovske i unutar vidovske adaptacije transporta u realizaciji procesa fizičke distribucije robe (negativne vrijednosti ovih efekata govore o prisustvu nepovljinog modal splita u korist drumskog transporta);
- ✓ **Ekonomski efekti**, koji se utvrđuju kao razlika ukupnih transportnih troškova  $\sum_j C_j^p - C_j^{it}$  za slučaj razvijenog transportnog koncepta, odnosno, primjene među vidovske i unutar vidovske adaptacije transporta u realizaciji procesa fizičke distribucije robe (shodno tome, negativne vrijednosti ekonomskih efekata, odnosno negativne vrijednosti ušteda govore o višim troškovima realizacije transporta primjenom novih tehnologija i transportnih lanaca);
- ✓ **Transportna ušteda**, koja se utvrđuje kao razlika ukupno pređenih tonskih kilometara kamiona i dostavnih vozila u realizaciji transportnih lanaca  $\sum_j T_j^p - T_j^{it}$  za razvijeni transportni koncept, odnosno, urađene među vidovske i unutar vidovske adaptacije transporta u procesu fizičke distribucije robe;
- ✓ **Ekološki efekti**, utvrđuju se kao razlika  $\sum_j E_j^p - E_j^{it}$  u štetnoj emisiji gasova transportnih sredstava, koja se javlja kao posledica realizacije transportnih lanaca, za slučaj razvijenog transportnog koncepta, odnosno primjene novih tehnologija, modela kooperacije i transportnih lanaca u realizaciji procesa fizičke distribucije robe. Efekti štetne emisije, bazirani su na utvrđivanju količine emitovanog produkta sagorijevanja SUS motara, iskazani za jedinicu transportnog rada tona/km.

### 7.3. Faza implementacije MoLoTuRe modela

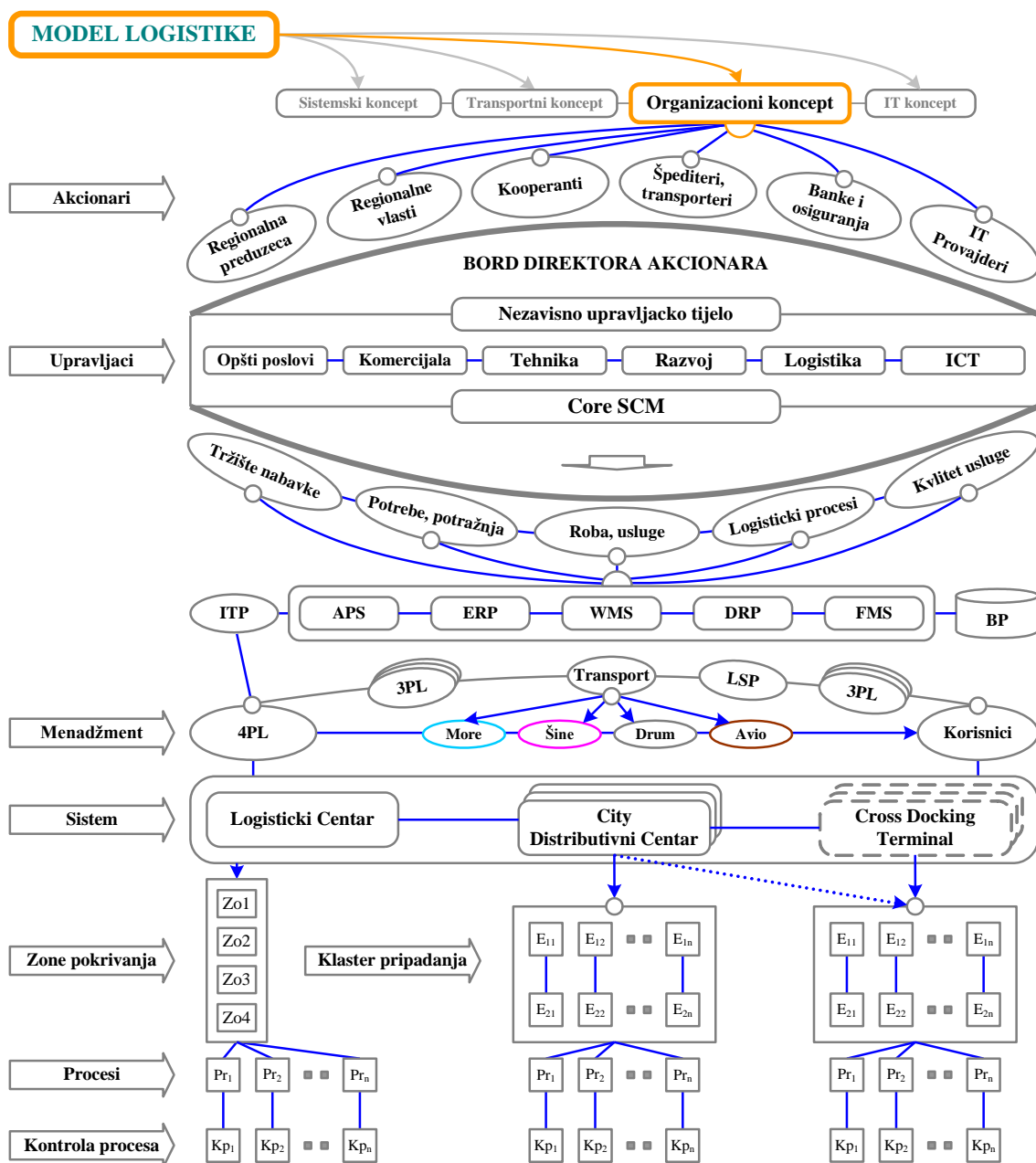
#### A. Organizaciono - upravljački koncept MoLoTuRe modela

Savremeni logistički lanci imaju globalni karakter i primjenu opštih logističkih principa u svim karikama lanca. Njihov fundament jeste, uslužna djelatnost, zasnovana na primjeni principa **EEQI** (*Economy, Ecology, Quality, Inovation*) u upravljanju postojećim procesima, i kod razvoja **VAL** usluga. Dakle, pružanje **VAL** usluga, primjena **EEQI** principa i razvoj prilagodivog sistema logistike su prirodna uparenja i moćan način odgovora novim potrebama i trendovima. To je moguće ostvariti višenivojskim planiranjem (strategijsko, taktičko i operativno) 4K procesa (*Slika 7.11.*) preko integrisanog upravljanja, zasnovanog na *Core* SCM modelu, gdje kooperanti  $\Psi(\psi) = (1, 2, \dots, n)$  prepuštaju upravljanje nezavisnom operateru, koji primjenjuje **LEAN** koncept logistike. Model *Core* SCM obuhvata aktivnosti *coordination, collaboration* i *integration* kao najvažnije strategijske komponente, koje su izvan djelokruga logistike pojedinih subjekata, u čijem su središtu konkurentski prioriteti, struktura lanaca, fizička i tehnička infrastruktura, *e* - biznis, lokacija kapaciteta (terminali, CDC, LC i dr.).

Posmatrano s aspekta uvođenja integrisane logistike, relevantna je deskriptivna definicija menadžmenta SCM preko njegovih ključnih komponenti: strategija integracije, operativna strategija, izbor kanala distribucije, strategija servisa potrošača i upravljanje imovinom i opremom (izbor opreme, lokacije CDC, CDT i sl.). Primjena nove logike je osnov regionalne logističke integracije, prema kojoj svaka funkcionalna oblast treba maksimalno da doprinese opštem rezultatu koji povećava logističku kompetentnost regiona. To podrazumijeva prevazilaženje lokalnih razmišljanja i izolovanih ambicija pojedinih subjekata RL, koja se moraju podrediti integrisanoj međufunkcionalnoj logističkoj koordinaciji, u kojoj su sve karike jednako značajne za ukupan rezultat.

Cilj kome se teži, sistem totalno integrisane logitike, mora biti veoma elastičan i prilagodljiv rastućim promjenama u mnogim segmentima okruženja, a posebno tržišnom, tehnološkom i transportnom. Organizovanje integrisane logistike, nije moguće postići u jednoj fazi i u kratkom vremenskom roku. Za njenu realizaciju neophodan je višefazni pristup koji bi trebao da uključiti sledeću korelaciju: *procesni model* → *sistemska analiza* → *Porterova lanac vrijednosti* → *SERVQUAL model* → *model*

*regionalne logistike* → *integrirana logistika*. Nakon završetka regionalnih procesa, moguće je početi uspostavljanje eksternih integracionih procesa u finkciji razvoja šire logističke konceptualne paradigme, koja bi regionu ostvarila tržišne komparativne prednosti. To znači, da bi PTR sa uspostavljanjem sistema novih vrijednosti, trebao da razvije višu sferu logistike. Mogući organizacioni model jeste, model «morska luka kao centralni teretni integrator». Podsystem morske luke u formi LC (Dry port, RTC), prikuplja, organizuje, i nudi osnovne logističke i VAL usluge u PTR po prihvatljivoj cijeni uz očekivani kvalitet usluge (savremeni koncept «od vrata do vrata»).



Slika 7.11: Organizacioni koncept regionalne logistike

Koncept integrisane logistike je odgovor na procese globalizacije, liberalizacije, deregulacije, harmonizacije i regionalnog metabolizma. Ovaj koncept treba da bude snažan generator i promoter sveopštih logističkih integracijskih procesa i to u *horizontalnoj* (međusobna integracija regionalnih subjekata) i *vertikalnoj* ravni (međuregionalna integracija). Spajanjem i preraspodjelom u logistici, treba da se ostvari: (i) *sinergijska* komparativna prednost svih subjekata u RL, (ii) veća transportno-logistička efikasnost na nivou PTR, primjenom čistih tehnologija distribucije robe, (iii) smanjenje troškova u svim podsistemima RL do 50%, (iv) bolje korišćenje infrastrukturnih kapaciteta, (v) racionalizacija ulaganja u razvojne projekte, opremu i kapacitete sistema, srazmjerno potrebama i trendovima, (vi) veći stepen ekološke prilagodivosti ukupnog regionalnog sistema logistike, (vii) veća tipizacija i usaglašavanje logističkih operacija, (viii) povećanje osjećaja opšte odgovornosti u okviru jedinstvene ciljane logističke funkcije – stvaranja dodatne vrijednosti, i (ix) veći stepen međufunkcionalne i međuorganizacione koordinacije.

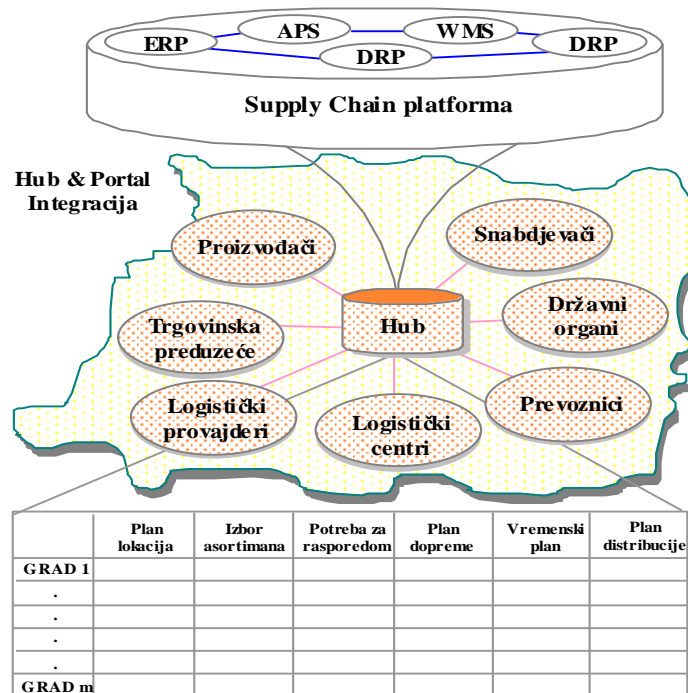
Lambert [94] i ostali teoretičari smatraju, da svi provajderi i subjekti u okviru jednog logističkog lanca moraju prevazići sopstvene okvire i usvojiti principe procesne i partnerske organizacije raznih logističkih funkcija u lancu isporuka, sa odnosima koji su dugoročni i podrazumijevaju značajnu strategijsku koordinaciju. Oni polaze od konkretnih razvojnih pretpostavki poslovne saradnje, komunikacije i partnerstva, a rezultiraju i određenim korisnim efektima primjene koncepta *Core SCM*. Osnovni preduslovi su, spremnost svih učesnika u logističkom lancu za zajednički nastup, povjerenje, potpuna posvećenost poslovima, međuzavisnost, organizaciona kompatibilnost, zajednička vizija, učešće u ključnim procesima, prihvatanje zajedničkog vodstva i podrške rukovodstvu. Oni su neophodni za integrisanje i uspješnu realizaciju sistemskog, strategijskog i procesnog pristupa. Njihovo ispunjavanje omogućava brojne koristi, koje se mogu razložiti na dva nivoa. Na prvom nivou su, razmjena informacija, podjela rizika i koristi, kooperacija, integracija ključnih procesa, dugoročnost i stabilnost poslovnih odnosa i kvalitetna međufunkcionalna koordinacija. Na drugom nivou su, niže cijene, veća potrošačka vrijednost i zadovoljstvo za korisnike, kao i stvaranje trajne i održive konkurentne prednosti. Povezivanja dva nivoa je osnova primjene UPIT modela upravljanja kao suštinski važnog za rad prilagodivih regionalnih logističkih sistemskih rešenja.

## B. Informatički koncept MoLoTuRe modela

Informatička ekspanzija utiče na: (i) promjene u načinu poslovanja, (ii) način razmišljanja, (iii) procese upravljanja, (iv) stvaranje tehnoloških pretpostavki za razvoj novih sistema. Ona ima uticaja na razvoj novih formi i kooperativnih oblika između pojedinih LS i procesa. Kao takva, ona predstavlja osnovu za realizaciju procesa totalne optimizacije logističkih procesa, utičući istovremeno na povećanje kvaliteta logističke usluge. Promjene u sferi ICT utiču na stvaranje osnove za optimalno planiranje, projektovanje, upravljanje i kontrolu svih logističkih procesa. Savremeni SCM zahtijeva povezivanje u cilju koordinacije tokova materijala, robe, usluga i informacija od početnog snabdevača do krajnjeg korisnika u okviru jednog sistema. Cilj SCM jeste efikasna realizacija koncepta 7P pri zadovoljavanju potreba korisnika logističke usluge.

Zbog svog značaja i uloge koje informacije imaju u svim karikama nekog lanca snabdijevanja, traži se da budu pravovremene, kompletne, pouzdane i u svakom trenutku dostupne. Njihovo objedinjavanje u okviru jedinstvenog logističkog informacionog sistema (LIS) danas je imperativ kome se teži. Ključni činioci u razvoju LIS-a su [186]:

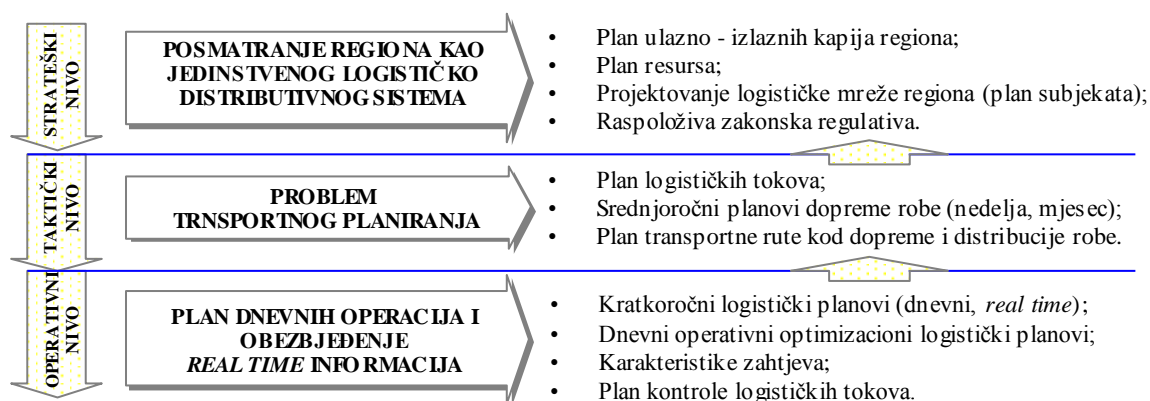
1. **Principi razvoja**, zasniva se na konceptu «Hub and Portal» (Slika 7.12.) i obezbjeđenju bitnih pretpostavki kao što su:



Slika 7.12: Koncept «Hub and Portal» informatičke regionalne integracije

- ✓ *Integralnost* LIS treba da doprinese jedinstvenom tretiranju svih raspoloživih informacionih resursa u regionu iz oblasti planiranja, praćenja, usmjeravanja i kontrolisanja logističkih lanaca;
- ✓ *Otvorenost* LIS treba da stvori takve pretpostavke za slobodnu integraciju različitih struktura regionalnih subjekata;
- ✓ *Tranzitivnost*, LIS treba da obezbijedi, da razvijeni sistemi u okviru njega mogu prenositi podatke ka drugim sistemima u okruženju i obratno.

2. **Zastupljena metodologija** objedinjavanja informacionih tokova, zasnovana je na kombinaciji *top to bottom* i *bottom to top* pristupa (Slika 7.13.).



Slika 7.13: Metodologija objedinjavanja informacionih tokova

3. **Način funkcionisanja.** Pretpostavke rada LIS-a su: (i) automatizovani ulazi podataka u sistem, (ii) postojanje jedinstvene baze podataka, (iii) centralizovani pristup i jedinstvena obrada podataka, (iv) decentralizovani izlazi.
4. **Zastupljena informaciono komunikaciona tehnologija.** U skladu sa potrebama, u okviru LIS-a su zastupljena i povezana savremena telematska rešenja: (i) GIS (*Geographic Information System*), (ii) identifikacioni i senzor sistemi, (iii) sistemi za pozicioniranje i upravljanje vozilima, i (iv) komunikacione tehnologije.

Novi ICT doprinose redefinisavanju koncepta upravljanja lancima snabdevanja u pravcu pravovremene razmjene informacija između učesnika u lancu. Platforme koje su bitno doprinijele razvoju ovog koncepta su ERP i APS. One nude brojne mogućnosti, prije svega, pružanja informacija o potražnji, ponudi, proizvodnji, cijenama i drugim informacijama vezanim za promet robe. Za praćenje robe u lancu snabdijevanja danas su bitne RFID tehnologije, koje omogućavaju efikasno praćenje svih procesa.

## 7.4. Faza testa MoLoTuRe modela

Kako je naglašeno u prethodnom dijelu rada, za potrebe testiranja predloženog MoLoTuRe modela, predložena je originalna optimizacijska procedura, sa radnim nazivom **DYMEMULP**. Ista je bazirana na matematičkoj formulaciji niza parametara, promenljivih i drugih veličinama koje su opisane u nastavku:

- ✓ Shodno prostorno - kvantitativnoj komponenti, jedan PTR čini skup klastera  $\varepsilon = \{e\}$ , koji su podijeljeni na zone  $j$ ,  $j \in J$  koje predstavljaju najniži nivo posmatranja. U okviru zona se nalaze GLZ  $z$ ,  $z \in Z$ , koji iniciraju optimizaciju logističkih procesa, prvenstveno koristeći među vidovsku adaptaciju na relaciji *drum - more* i unutar vidovsku adaptaciju na relaciji *kamion – eko vozila*;
- ✓ Svaki GLZ iz skupa  $Z = \{z\}$  predstavlja subjekat sa identifikacionim brojem (ID) i nizom atributa  $D = \{d_z\}$ , kao što su: GIS pozicija  $(x, y)$ , količina  $q(d_z)$  proizvoda  $h(d_z) \in H$ , koju potražuje u periodu  $t(d_z)$  u okviru zone  $j(d_z)$ , koji trebaju biti dostavljeni u vremenskom intervalu  $[t_l(d_z), - t_m(d_z)]$ , nekom korisniku  $z(d_z)$ , sa što kraćim vremenom opsluge. Frekvencija isporuke  $W(d_z)$ , veličina jedne isporuke  $Vis(d_z)$  i zahtevano vrijeme isporuke  $Zvi(d_z)$  su takođe atributi. Vrijednosti  $q(d_z)$  i  $W(d_z)$  su veličine koje se definišu u okviru kvantitativne O-D matrice.
- ✓ Sve zastupljene vrste  $z$ , shodno bitnim karakteristikama LZ (vrsta robe, pojavni oblik, učestalost LZ, intenzitet LZ, stohastika,...) koje imaju, podijeljene su u pet osnovnih grupa  $G = \{1, \dots, 5\}$ , radi lakšeg sprovođenja procesa optimizacije. Za svaki klaster  $e$  i zonu  $j$ , poznata je raspodjela objekata po definisanim grupama:

$$RG_e^s = \left\{ \begin{matrix} G_1 & G_2 & G_3 & G_4 & G_5 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 & p_5 \end{matrix} \right\}, \quad \sum_{t=1}^5 p_t = 1 \quad (52)$$

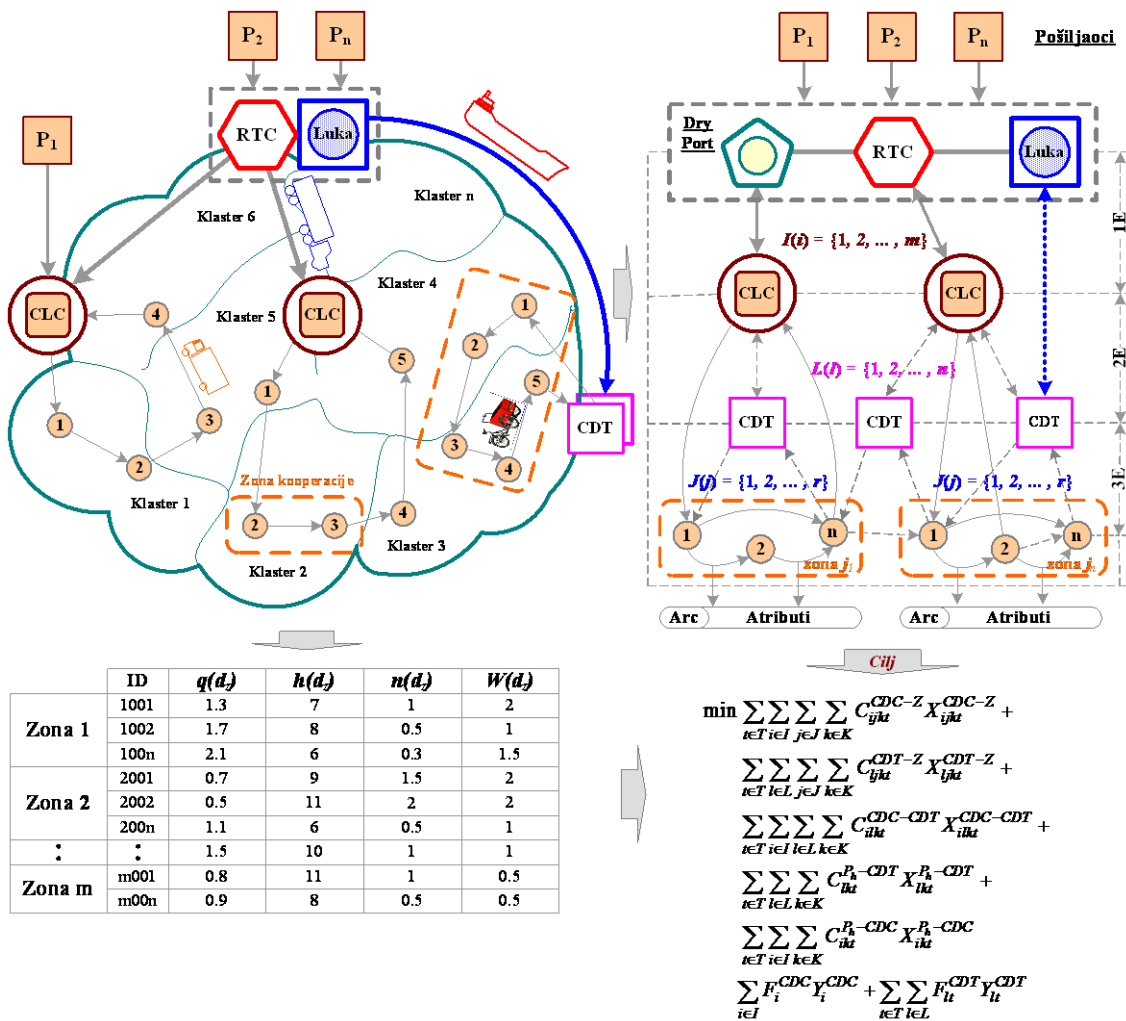
odnosno,

$$No_e^s = \left\{ \begin{matrix} G_1 & G_2 & G_3 & G_4 & G_5 \\ No_e^k(1) & No_e^k(2) & No_e^k(3) & No_e^k(4) & No_e^k(5) \end{matrix} \right\}, \quad \sum_{t=1}^5 No_e^s(t) = No_e^s; \quad (53)$$

- ✓ Svaki GLZ  $z$  ima definisanu strategiju isporuke, a to je strategija «dan prije». Cilj definisanja strategije isporuke robe jeste, da se odredi vrijeme isporuke, a shodno njemu da se odredi i plan ruta na osnovu pristupa *klasterizacija - zoning - ruting*;

- ✓ Svaki klaster  $e$ , ima definisan graf  $A = B \times V$  transportne mreže, koji je predstavljen sa: (i) *klasom čvorova*  $B = \{1, \dots, n\}$ , i (ii) *klasom veza*  $V = B \times B$ . Čvorovi predstavljaju bridove i raskrsnice koji su identifikovani GPS pozicioniranjem i kasnije GIS obrađeni u cilju definisanja topografske mreže. Najveći broj  $z$  su locirani na lukovima grafa, pa je kapacitet mreže određen preko kapaciteta veza i čvorova (na bridu kao krajnjem čvoru može biti neki objekat  $z$  iz skupa pripadanja). Radi se dakle o *capacitated arc problemu*, koji se identifikuje kao realni logistički problem u procesu fizičke distribucije;
- ✓ Mrežnu strukturu čini multiešalonski sistem fizičke distribucije (*Slika 7.14.*). Glavni regionalni LC kao  $p$ -Hub ( $P_h$ ), lociran je u okviru morske luke i ima unaprijed zadatu lokaciju samom određenošću lokacije luke. Fiksni sateliti nekog  $P_h$ , koji su u formi CDC,  $I = \{i\}$ , uspostavljaju se tokom čitave godine. Njihova potencijalna lokacija određuje se na osnovu preferencijalnih zona opsluge, i to na obodu gradova, na povoljnim lokacijama u pogledu saobraćajne infrastrukture i prostorne raspoloživosti. Težnja je, da se eliminiše dupliranje kapaciteta, pa se jedan CDC koristi za opsluga više zona snabdijevanja. Njihov potencijalni broj određuje veličina PTR i karakteristike  $q_j$ . Karakteriše ih puna tehnološka razvijenost, multimodalnost i interoperabilnost. Svaki satelit  $i \in I$  ima definisan kapacitet, tehnologiju rada i skup transportnih sredstava  $k$  za proces fizičke distribucije. U periodu godine, kada poraste broj GLZ, a time i potražnja za robom  $h(q_j + q_j^*) \in H$  u cilju minimizacije teretnog transporta (*min-max* kriterijum) uvodi se drugi skup satelita, skup varijabilnih satelita  $L = \{l\}$ . To su jednostavni CDT, koji imaju djelimičnu tehnološku razvijenost (imaju pretovarnu, sortirnu i pufer skladišnu funkciju). Njihova potencijalna lokacija uglavnom je određena samom lokacijom pristaništa u okviru neke zone  $l$  duž obale regiona. Indikatorom  $\delta_{lt}$  definiše se mogućnost otvaranja CDT  $l$  u periodu  $t$ ,  $\delta_{lt} = \{0,1\}$ , tj, omogućuje se otvaranje CDT samo u periodu  $t_2$ . Sateliti CDT mogu biti snabdijevani iz  $P_h$ , CDC, ili iz oba, tj, kako uslov ekonomičnost odredi u datom momentu;





Slika 7.14: Multiešalonska struktura sistema kao osnov razvoja MoLoTuRe modela

- ✓ Definisanjem mrežne strukture i određivanjem potencijalnih lokacija za uspostavljanje satelita  $i$  i  $j$ , određuju se rastojanja  $d$ , pa se uvodi sledeća notacija:
  - $d_{ikt}$  Rastojanje od  $P_h$  do CDC  $i$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$  u periodu  $t$ ;
  - $d_{lkt}$  Rastojanje od  $P_h$  do CDT  $l$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$  u periodu  $t$ ;
  - $d_{ijkt}$  Rastojanje od CDC  $i$  do zone  $j$ , ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$  u periodu  $t$ ;
  - $d_{ljkt}$  Rastojanje od CDT  $l$  do zone  $j$ , ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$  u periodu  $t$ ;
  - $d_{ilkt}$  Rastojanje od CDC  $i$  do CDT  $l$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$  u periodu  $t$ ;

- ✓ Kooperanti  $\Psi(\psi) = (1, 2, \dots, n)$  koji egzistiraju u okviru  $P_h$  i CDC s hodno nekom izmjeritelju  $(t, m^3)$ , definišu potrebe za  $z$  po zonama regiona u obliku kvantitativne O-D matrice i prepuštaju upravljanje nezavisnom operateru, koji primjenjuje **LEAN** koncept logistike;
- ✓ Svaki  $P_h$ , CDC, i CDT, posjeduje neki skup transportnih sredstava  $k$ ,  $k \in K$ , koja se koriste u transportnom procesu između ešalona. Skup  $K$  čini pet unificiranih tipova transportnih sredstava, pri čemu sledeći indeksi označavaju iste:
  - $k = 1$ , kamion sa dizel pogonom, nosivosti  $g_1=5t$  i prosječnim iskorišćenjem nosivosti  $\eta_1 = 0.9$ ,
  - $k = 2$ , teretno transportno sredstvo *cargohopper* na solarno - električni pogon, nosivosti  $g_2=5t$  i prosječnim iskorišćenjem nosivosti  $\eta_2 = 0.9$ ,
  - $k = 3$ , teretno biciklo (*cargobike*) na manuelni pogon, nosivosti  $g_3=0.5t$  i prosječnim iskorišćenjem nosivosti  $\eta_3 = 0.9$ ,
  - $k = 4$ , distributivni čamac za prevoz tereta na solarno - električni pogon, nosivosti  $g_4=20t$  i prosječnim iskorišćenjem nosivosti  $\eta_4 = 0.9$ ,
  - $k = 5$ , šleper sa dizel pogonom, nosivosti  $g_5=26t$  i prosječnim iskorišćenjem nosivosti  $\eta_5 = 0.9$ ,
- ✓ Transportna sredstva iz skupa  $K$ , realizuju transportne procese u vremenskom intervalu  $T$ , pri čemu je  $T = 365$  dana. Vremenski interval  $T$  sadrži proizvoljan broj vremenskih perioda  $t$ ,  $t \in T$  stacionarne tražnje (generisanih LZ), dužine  $n_t$ , pri čemu je  $\sum_{t \in T} n_t = 365$ . Karakteristično je da neki PTR ima dva perioda: (i) ljetnja turistička sezona (cca  $n_1=120$  dana) i (ii) vansezona (cca  $n_2=245$  dana).

Kod multiešalonskog sistema distribucije robe, potrebno je uraditi transportnu optimizaciju, koristeći vidovsku adaptaciju i to: (i) u prvom ešalonu na relaciji  $P_h$  - CDT, (ii) u drugom ešalonu na relaciji CDC-CDT i (iii) u trećem ešalonu na relaciji CDT - zona  $j$ . Optimizacija se odnosi na period  $t_2$ ;

- ✓ Prisustvo različitih vrsta i tipova  $z$  utiče na generisanje različite vrste robe, koja se često međusobno isključuje, pa se ne može koristiti isti tip vozila (npr. distribucija hrane i hardverskih proizvoda). Ovaj problem se rešava eliminacijom ograničenja ili dodavanjem novih u formulacijama modela, što kod velikih

regiona sa većim brojem  $z$ , može da predstavlja problem, jer je potrebno usložniti model zbog velikog broja isključenja. Formulacija MoLoTuRe modela u ovom radu, odnosi se na 5 grupa unificiranih tipova transportnih sredstava za povezivanje tri ešalona sistema distribucije, pri čemu je fokus stavljen na najbitnije  $z$ , vezane za turizam, ugostiteljstvo i trgovinu prehrambene robe, kod kojih je moguće izvršiti proces homogenizacije robe. Snabdijevanje grupa  $z$  iz oblasti industrije, salona namještaja, itd., vezuje se za nekonsolidovanu isporuku i direktne kanale distribucije, pa isti nisu predmet razmatranja ovog modela;

- ✓ Shodno karakteru regionalnih funkcija (stanovanje, turizam, itd), priobalni pojas hijerarhijske zonske određenosti PTR (vidi sliku 4.5.), najbitniji je za optimizaciju, zbog velike koncentracije  $z$  iz turističke, ugostiteljske i prehrambe djelatnosti, koji generešu najviše transportnog rada u toku dana, a i najbitniji su sa aspekta RL.
- ✓ Pretpostavka je, da skladišni prostor  $S_p = \{g_r\}$  u okviru  $P_h$  i CDC može da zadovolji skladišne potrebe u intervalu posmatranja  $T$ , odnosno  $S_p \geq \left( \sum_{i=1} q_{r,j} \sum_{j=1} W \right) T$ , gdje je  $\sum_{i=1} q_j$  ukupna potražnja GLZ, a  $\sum_{j=1} W$  ukupna frekvencija isporuka. Ukupni kapaciteti  $P_h$  i CDC u prva dva ešalona, moraju biti  $\geq q_{jt}$  od potražnje pripadajućih zona  $j$ ;
- ✓ Konsolidovani proces snabdijevanja realizuje se tako, što se iz  $P_h$  upućuje zbirna količina  $q \in Q$  proizvoda ka jednom ili više satelita iz skupa  $I$  ili  $L$ . Radi se o makro-makro robnim tokovima, koji se realizuju sredstvima tipa  $k_4$  i  $k_5$ . Završetkom procesa snabdijevanja stvaraju se uslovi za realizaciju procesa fizičke distribucije;
- ✓ Proces fizičke distribucije robe realizuje se iz nekog satelita  $i, i \in I$  ili  $l, l \in L$  u regionu, tako što se zbirna količina  $q \in Q$  određenih proizvoda upućuje ka skupu  $Z(z) = (1, 2, \dots, m)$  za definisanu zonu  $j, j \in J$ . Ovaj proces realizuje se sredstvima tipa  $k_1, k_2, k_3$  i  $k_4$ . Za realizaciju procesa fizičke distribucije robe zadužen je neutralni davalac transportne usluge. Obaveza ovog davaoca transportne usluge je da: (i) investira u transportna sredstva, (ii) vrši redovno i periodično održavanje istih, (iii) organizuje i realizuje proces distribucije robe, (iv) organizuje i realizuje proces povratne logistike u okviru povratne vožnje vozila, (v) definiše plan ruta, i (vi) vrši naplatu usluge;

- ✓ Transportna sredstva  $k$ ,  $k \in K$  imaju unaprijed definisane rute kretanja  $r_{kt}$ , u periodu  $t$ . Svaka ruta je definisana na osnovu: (i) ukupne potražnje  $\sum_{i=1} q_{jt}$  GLZ  $z$  u zoni  $j$  u periodu  $t$ , (ii) nosivosti transportnog sredstva  $g_k$ , i (iii) lokacija satelita  $i$  i  $j$ . Svaka zona  $j$  ima definisanu srednju dužinu rute  $\bar{d}_{jkt}$  koja se realizuje vozilom  $k$  u periodu  $t$ . U opštem slučaju te rute su različite dužine, budući da se odnose na snabdijevanje korisnika na različitim lukovima transportne mreže neke zone  $j$ . Saglasno tome, ukoliko je broj ruta  $r_{jkt}$ , a njihova dužina  $d(r_{jkt})$ , tada je

$$\bar{d}_{jkt} = \frac{\sum_{e=1}^{r_{jkt}} d(e)}{r_{jkt}}. \text{ Na osnovu ovoga, možemo odredit da transportno sredstvo:}$$

- $k_5$ ,  $k_5 \in K$  ide po definisanoj ruti  $r_{P_h k_5 t}$  dopremajući određenu količinu  $q_{jt}$  robe iz  $P_h$  u pripadajući satelit  $i$ , vraćajući se ponovo u  $P_h$   $\phi(k_5) = \{P_h, i = 1, \dots, |\phi(k_5)|\}$  nakon završenog transportnog procesa, kada je spremno za drugu turu, shodno operativnom planu rada;
- $k_4$ ,  $k_4 \in K$ , ide po definisanim rutama  $r_{P_h i k_4 t}$ ,  $r_{P_h l k_4 t}$  i  $r_{l j k_4 t}$  u okviru PTR sa morske strane. Sredstvo  $k_4$  doprema količinu  $q_{jt}$  robe u periodu  $t_2$  iz  $P_h$  u sateli  $i$  ili  $l$ , ili više njih, vraćajući se ponovo u isti  $P_h$   $\phi(k_4) = \{P_h, i = 1, \dots, |\phi(k_4)|\}$  nakon završenog procesa, a može robu distribuirati od satelita  $i$  do zone  $j$  direktno;
- $k_2$ ,  $k_2 \in K$ , ide po definisanoj ruti  $r_{l j k_2 t}$  od satelita  $l$  do neke zone  $j$ . Vozilo distribuira datu količinu  $q_{jt}$  robe iz satelita  $l$ , i vraća se ponovo u isti satelit  $\phi(k_2) = \{l \in L, i = 1, \dots, |\phi(k_2)|\}$  nakon završetka procesa. Lokacije satelita  $l$  određuje pripadnost ruta  $r_{l j k_2 t}$  zonama preferencije  $l$  u periodu  $t_2$ ;
- $k_3$ ,  $k_3 \in K$ , ide po definisanoj ruti  $r_{l j k_3 t}$ , od satelita  $l$  do zone  $j$ . Sredstvo  $k_3$  distribuira količinu  $q_{jt}$  robe iz pripadajućeg satelita  $l$ , i vraća se ponovo u isti satelit  $\phi(k_3) = \{l \in L, i = 1, \dots, |\phi(k_3)|\}$  nakon završetka procesa, kada je spremno za drugi radni zadatak. Transportna sredstva  $k_2$  i  $k_3$  imaju sinhronizovan rad

sa transportnim sredstvom  $k_4$ . Ona imaju funkciju unutar vidovske adaptacije i eliminaciju prisustva kamiona u turističkim zonama u špicu turističke sezone;

- ✓ Korišćenje pojedinog tipa transportnog sredstva  $k$  definisan je preko indikatora:
  - $\delta_{jkt}$  Koeficijent, indikator mogućnosti korišćenja vozila tipa  $k$  za snabdijevanje zone  $j$  u periodu  $t$ ,  $\delta_{jkt} = \{0,1\}$ ;
  - $\delta_{lkt}$  Koeficijent, indikator mogućnosti korišćenja vozila tipa  $k$  za snabdijevanje CDT  $l$  u periodu  $t$ ,  $\delta_{lkt} = \{0,1\}$ .
- ✓ Definisana rastojanja između ešalona zahtijevaju da se definišu jedinični troškovi  $\xi_k$  korišćenja vozila tipa  $k$  za prevoz robe na rastojanju od 1km. Isti se definišu posebnim proračunom za svaki tip vozila ponaosob;
- ✓  $C_{ijkt}^{CDC-Z}$  Troškovi jedne ture otpreme robe na rastojanju od CDC  $i$  do zone  $j$  i unutar zone  $j$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$ ,  $C_{ijkt}^{CDC-Z} = (d_{ijkt} + \bar{d}_{jkt})\xi_k$ ;
- ✓  $C_{ljkt}^{CDT-Z}$  Troškovi jedne ture otpreme robe na rastojanju od CDT  $l$  do zone  $j$  i unutar zone  $j$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$ ,  $C_{ljkt}^{CDT-Z} = (d_{ljkt} + \bar{d}_{jkt})\xi_k$ ;
- ✓  $C_{ikt}^{P_h-CDC}$  Troškovi jedne ture otpreme robe na rastojanju od  $P_h$  do CDC  $i$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$ ,  $C_{ikt}^{P_h-CDC} = d_{ikt}\xi_k$ ;
- ✓  $C_{lkt}^{P_h-CDT}$  Troškovi jedne ture otpreme robe na rastojanju od  $P_h$  do CDT  $l$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$ ,  $C_{lkt}^{P_h-CDT} = d_{lkt}\xi_k$ ;
- ✓  $C_{ilkt}^{CDC-CDT}$  Troškovi jedne ture otpreme robe na rastojanju od CDC  $i$  do CDT  $l$  ukoliko se snabdijevanje vrši vozilom tipa  $k$ ,  $C_{ilkt}^{CDC-CDT} = d_{ilkt}\xi_k$ ;
- ✓  $F_i^{CDC}$  Troškovi otvaranja CDC  $i$  svedeni na interval  $T$  (godišnji nivo);
- ✓  $F_l^{CDT}$  Troškovi otvaranja CDT  $l$  svedeni na interval  $T$  (godišnji nivo);
- ✓  $X_{ijkt}^{CDC-Z}$  Ukupan broj tura vozila tipa  $k$  kojima se roba tokom perioda  $t$  otprema iz CDC  $i$  u zonu  $j$ ;
- ✓  $X_{ljkt}^{CDT-Z}$  Ukupan broj tura vozila tipa  $k$  kojima se roba tokom perioda  $t$  otprema iz CDT  $l$  u zonu  $j$ ;

- ✓  $X_{ikt}^{P_h-CDC}$  Ukupan broj tura vozila tipa  $k$  kojima se roba tokom perioda  $t$  otprema iz  $P_h$  u CDC  $i$ ;
- ✓  $X_{lkt}^{P_h-CDT}$  Ukupan broj tura vozila tipa  $k$  kojima se roba tokom perioda  $t$  otprema iz  $P_h$  u CDT  $l$ ;
- ✓  $X_{ilkt}^{CDC-CDT}$  Ukupan broj tura vozila tipa  $k$  kojima se roba tokom perioda  $t$  otprema iz CDC  $i$  u CDT  $l$ ;
- ✓  $Y_i^{CDC}$  Binarna promjenljiva koja ima vrijednost 1 ako se na lokaciji  $i$  otvara CDC i 0 u suprotnom;
- ✓  $Y_l^{CDT}$  Binarna promjenljiva koja ima vrijednost 1 ako se na lokaciji  $l$  otvara CDT i 0 u suprotnom;
- ✓  $M_t$  Dovoljno velik pozitivan broj korišćen u linearizaciji ograničenja,  

$$M_t = \sum_{j \in J} q_{jt}$$

Koristeći prethodnu notaciju definisana je matematička formulacija predloženog **DYMEMULP** modela:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} C_{ijkt}^{CDC-Z} X_{ijkt}^{CDC-Z} + \sum_{t \in T} \sum_{l \in L} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} C_{ljkt}^{CDT-Z} X_{ljkt}^{CDT-Z} + \\ & \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{l \in L} \sum_{k \in K} C_{ilkt}^{CDC-CDT} X_{ilkt}^{CDC-CDT} + \sum_{t \in T} \sum_{l \in L} \sum_{k \in K} C_{lkt}^{P_h-CDT} X_{lkt}^{P_h-CDT} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} C_{ikt}^{P_h-CDC} X_{ikt}^{P_h-CDC} \quad (54) \\ & \sum_{i \in I} F_i^{CDC} Y_i^{CDC} + \sum_{t \in T} \sum_{l \in L} F_{lt}^{CDT} Y_{lt}^{CDT} \end{aligned}$$

Uz sledeća ograničenja:

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{ijkt}^{CDC-Z} + \sum_{l \in L} \sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{ljkt}^{CDT-Z} \geq q_{jt} \quad \forall t \in T \quad \forall j \in J \quad (55)$$

$$\sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{lkt}^{P_h-CDT} + \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{ilkt}^{CDC-CDT} - \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{ljkt}^{CDT-Z} \geq 0 \quad \forall t \in T \quad \forall l \in L \quad (56)$$

$$\sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{ikt}^{P_h-CDC} - \sum_{l \in L} \sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{ilkt}^{CDC-CDT} - \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} g_k \eta_k X_{ijkt}^{CDC-Z} \geq 0 \quad \forall t \in T \quad \forall i \in I \quad (57)$$

$$X_{ikt}^{P_h-CDC} \leq M_t Y_i^{CDC} \quad \forall i \in I \quad \forall k \in K \quad \forall t \in T \quad (58)$$

$$X_{lkt}^{P_h-CDT} \leq M_t \delta_{lkt} Y_{lkt}^{CDT} \quad \forall l \in L \quad \forall k \in K \quad \forall t \in T \quad (59)$$

$$X_{ilkt}^{CDC-CDT} \leq M_t \delta_{lkt} Y_{lkt}^{CDT} \quad \forall i \in I \quad \forall l \in L \quad \forall k \in K \quad \forall t \in T \quad (60)$$

$$X_{ilkt}^{CDC-CDT} \leq M_t Y_i^{CDC} \quad \forall i \in I \forall l \in L \forall k \in K \forall t \in T \quad (61)$$

$$X_{ijkt}^{CDC-Z} \leq M_t \delta_{jkt} Y_i^{CDC} \quad \forall i \in I \forall j \in J \forall k \in K \forall t \in T \quad (62)$$

$$X_{ljkt}^{CDT-Z} \leq M_t \delta_{jkt} Y_l^{CDT} \quad \forall l \in L \forall j \in J \forall k \in K \forall t \in T \quad (63)$$

$$X_{ikt}^{P_h-CDC}, X_{ikt}^{P_h-CDT}, X_{ilkt}^{DC-DT}, X_{ijkt}^{CDC-Z}, X_{ljkt}^{CDT-Z} \in N \cup \{0\} \quad (64)$$

$$Y_i^{CDC}, Y_l^{CDT} \in \{0,1\} \quad (65)$$

Funkcija cilja (54) teži da minimizuje troškove snabdijevanja definisanih zona PTR izborom najpogodnijih lokacija CDT i CDT, čije otvaranje je povezano sa određenim fiksnim troškovima, kao i korišćenjem najpogodnijih transportnih lanaca. Ograničenje (55) obezbjeđuje da se u definisane zone regiona isporuči količina robe koja se zahtijeva u svakom od posmatranih perioda. Skupovi ograničenja (56) i (57) predstavljaju tipična ograničenja konzervacije toka, dok ograničenja (58) - (63) obezbjeđuju da se tok snabdijevanja može realizovati samo u slučaju da su izvorišni i odredišni čvorovi, CDC i CDT otvoreni, Ograničenja (64) i (65) definišu domene promjenljivih.

## 7.5. Testni primjer i rezultati

Da bi testirali **DYMEMULP** model, definisana su dva seta slučajno generisanih primjera (instanci) problema: primjeri srednjih dimenzija ( $\Omega$ ) i primjeri velikih dimenzija ( $\Lambda$ ). Primjeri su generisani na slučajan način, prema definisanom konceptu, budući da postojeća literatura ne nudi testne (benčmark) probleme koji bi u dovoljnoj mjeri odgovarali ovdje posmatranom problemu. Koncept generisanja testnih primjera obuhvatio je:

- ✓ različiti broj slučajno generiranih zona  $j$ ,
- ✓ različite, slučajno generisane količine robe  $q_{it}$ , koja se distribuira u zonama snabdijevanja, pri čemu je rast buduće potražnje  $R_d^{*q}, \forall d \in D$  variran od +100% - 400% u odnosu na sadašnju potražnju  $\sum_q^m S_o$  dobijena u studiji slučaja.
- ✓ različit, slučajno generisan broj satelita  $i, i \in I$  i  $l \in L$  čiji prostorni raspored je takođe generisan na slučajan način,

- ✓ slučajno generisanja rastojanja između pojedinih čvorova mreže:  $d_{ikt}$ ,  $d_{lkt}$ ,  $d_{ilk_t}$ ,  $d_{ijkt}$ ,  $d_{jkt}$ ,  $d_{ijk_t}$ ,
- ✓ različite varijante troškova otvaranja satelita  $F_i^{CDC}$  i  $F_i^{CDT}$ , generisanih u opsegu realnih troškova izgradnje, dobijenih na osnovu urađenih tehnoloških rešenja,

Opsezi simuliranih vrednosti parametara modela prikazani su u tabeli 7.4. Generisano je ukupno 100 instanci: 50 instanci tipa  $\Omega$  i 50 instanci tipa  $\Lambda$ .

Tabela 7.4: Ulazni podaci za testne primjere tipa  $\Omega$  i tipa  $\Lambda$

Opis parametra	Ulazna vrijednost parametra		
$F_i^{CDC}$ (€/godini)	[698.460,80 - 713.449,48]		
$F_i^{CDT}$ (€/godini)	tip1 = 2.023 -	tip2 = 7.612 -	tip3 = 8.637 -
Količina robe $q_{jt}$	$\Omega = U \sim (10, 4600)$ $\Omega = U \sim (10, 5200)$ $\Omega = U \sim (10, 4600)$	$\Lambda = U \sim (10, 4200)$ $\Lambda = U \sim (10, 4400)$ $\Lambda = U \sim (10, 4600)$	
Vremenski horizont	365 dana		
Vremenski period	$t_1 = 245$ dana,	$t_2 = 120$ dana	
Broj zona snabdijevanja	$\Omega = U \sim (40, 100)$	$\Lambda = U \sim (100, 180)$	
Broj potencijalnih lokacija CDC	$\Omega = U \sim (4, 15)$	$\Lambda = U \sim (16, 45)$	
Broj potencijalnih lokacija CDT	$\Omega = U \sim (16, 50)$	$\Lambda = U \sim (50, 100)$	
Distance P-CDC (km)	$d_{ikt} = U \sim (1, 200)$		
Distance P-CDT (km)	$d_{lkt} = U \sim (1, 150)$		
Distance CDC - CDT (km)	$d_{ilk_t} = U \sim (1, 140)$		
Distance CDC-Z	$d_{ijkt} = U \sim (1, 200)$		
Distance CDT-Z	$d_{ijk_{2t}} = U \sim (1, 20)$ , $d_{ijk_{3t}} = U \sim (1, 2)$ ,		
Prosječna dužina rute u okviru zone Z [K, km]	$d_{jk_{1t}} = U \sim (1, 20)$ , $d_{jk_{2t}} = U \sim (1, 15)$ , $d_{jk_{3t}} = U \sim (1, 2)$		
Jedinični trošak srestava [K, € / km ]	[k <sub>1</sub> , 0.69], [k <sub>2</sub> , 0.22], [k <sub>3</sub> , 0.13], [k <sub>4</sub> , 0.35], [k <sub>5</sub> , 0.99]		
Nosivost transportnih sredstava [K, tona]	[k <sub>1</sub> , 5], [k <sub>2</sub> , 5], [k <sub>3</sub> , 0,5], [k <sub>4</sub> , 20], [k <sub>5</sub> , 26]		
Prosječni stepen iskorišćenja nosivosti sredstava	$\eta_k = 0.9$		

Definisani skup testnih instanci, rešavan je primjenom predloženog **DYMEMULP** modela, korišćenjem programa CPLEX 12.2. na računaru sa procesorom Intel i3-540 na 3.07GHz, 4GB RAM memorije. Analiza je realizovana sa ograničenim vremenom rešavanja problema, koje je iznosilo 3600 sekundi. Međutim, sve test instance sa mogućim optimalnim rešenjem, riješene su optimalno u vremenu kraćem od definisanog ograničenja. Rezultati dobijeni implementacijom predloženog **DYMEMULP** modela prikazani su u tabeli 7.5.



Tabela 7.5: Ulazni podaci i rezultati testa za testne primjere tipa  $\Omega$  i tipa  $\Lambda$ 

Instanca	CDC	CDT	zone	$q_{j1}$	$q_{j2}$	Brzina rešenja (sec)
$\Omega_1$	3	22	66	142566.3	171079.6	1.01
$\Omega_2$	7	43	54	152335.3	182802.3	3.53
$\Omega_3$	8	23	59	130008.8	156010.5	1.97
$\Omega_4$	5	46	69	166692.4	208365.5	3.00
$\Omega_5$	9	35	48	129914.4	155897.3	2.90
$\Omega_6$	11	39	71	167423.4	209279.3	2.73
$\Omega_7$	4	46	81	189303.6	236629.4	2.62
$\Omega_8$	10	30	64	148259.7	177911.6	1.64
$\Omega_9$	8	28	88	207522.2	259402.8	2.32
$\Omega_{10}$	10	48	95	217477.4	271846.7	3.68
$\Omega_{11}$	6	29	64	155618.6	186742.4	1.45
$\Omega_{12}$	14	30	78	203761.1	254701.3	3.28
$\Omega_{13}$	3	24	72	190381.6	237977.0	1.04
$\Omega_{14}$	12	43	62	135595.7	162714.9	4.21
$\Omega_{15}$	14	30	66	141480.5	169776.6	10.17
$\Omega_{16}$	5	50	96	225613.8	282017.3	3.60
$\Omega_{17}$	8	42	71	172288.8	215361.0	4.03
$\Omega_{18}$	11	41	64	154886.2	185863.4	4.59
$\Omega_{19}$	11	19	41	106416.1	127699.3	0.97
$\Omega_{20}$	14	33	43	120072.9	144087.4	1.64
$\Omega_{21}$	12	44	82	218887.9	273609.9	18.64
$\Omega_{22}$	4	24	100	221265.8	265519.0	2.31
$\Omega_{23}$	11	43	67	147839.2	177407.0	15.83
$\Omega_{24}$	10	31	43	103939.2	124727.0	1.36
$\Omega_{25}$	8	43	72	192302.2	240377.7	3.71
$\Omega_{26}$	2	23	90	192379.3	240474.1	1.29
$\Omega_{27}$	14	24	58	115428.9	138514.6	10.13
$\Omega_{28}$	13	23	70	176249.4	220311.8	3.92
$\Omega_{29}$	12	50	63	148910.4	178692.4	4.10
$\Omega_{30}$	8	33	95	204769.2	255961.4	2.59
$\Omega_{31}$	11	46	54	146054.0	175264.8	3.89
$\Omega_{32}$	10	25	76	204967.9	247018.6	2.15
$\Omega_{33}$	14	28	74	166256.5	207820.7	1.83
$\Omega_{34}$	13	35	51	153002.1	183602.5	12.04
$\Omega_{35}$	8	50	85	181887.1	227359.0	2.50
$\Omega_{36}$	9	37	88	199872.9	249841.1	5.69
$\Omega_{37}$	14	46	95	216223.9	270279.9	54.36
$\Omega_{38}$	14	38	89	174606.3	218257.9	7.25
$\Omega_{39}$	9	44	87	208963.1	261203.9	4.60
$\Omega_{40}$	10	31	62	136212.1	163454.6	1.89
$\Omega_{41}$	8	39	54	152155.9	182587.1	2.29
$\Omega_{42}$	4	19	94	249844.2	312305.2	1.65
$\Omega_{43}$	15	50	100	277956.2	333547.4	5.71
$\Omega_{44}$	6	31	77	201512.7	251890.9	14.01
$\Omega_{45}$	9	35	65	142418.1	170901.8	3.60
$\Omega_{46}$	6	41	94	235121.3	293901.6	4.29
$\Omega_{47}$	9	24	66	160094.5	192113.3	2.15
$\Omega_{48}$	7	25	98	270468.6	324562.4	4.85
$\Omega_{49}$	12	18	84	204078.3	255097.9	6.55
$\Omega_{50}$	9	35	97	279453.5	335344.2	9.44
$\Lambda_{51}$	17	72	146	377940.4	453528.5	165.36
$\Lambda_{52}$	30	75	160	377334.5	452801.4	130.14
$\Lambda_{53}$	24	65	113	264910.7	317892.9	123.16
$\Lambda_{54}$	18	62	128	304401.6	365281.9	49.72
$\Lambda_{55}$	18	56	117	255448.4	306538.1	335.39
$\Lambda_{56}$	18	72	152	358912.5	430695.0	23.00
$\Lambda_{57}$	29	69	122	235159.0	282190.8	62.60
$\Lambda_{58}$	18	65	154	364151.4	436981.7	75.25

Λ59	29	59	120	262066.5	314479.8	39.87
Λ60	28	63	150	386017.1	463220.5	22.51
Λ61	26	62	139	287081.9	344498.3	16.46
Λ62	27	55	136	308859.7	370631.7	129.37
Λ63	26	56	117	255448.4	306538.1	71.54
Λ64	19	64	154	348173.3	417807.9	983.76
Λ65	20	56	133	301198.2	361437.9	1101.88
Λ66	19	58	132	299911.5	359893.8	159.98
Λ67	30	68	106	246223.0	295467.6	220.37
Λ68	22	61	126	300166.4	360199.7	161.07
Λ69	18	53	144	280253.0	336303.6	805.85
Λ70	30	70	101	235504.6	282605.5	752.39
Λ71	26	60	143	296190.7	355428.8	45.32
Λ72	21	70	103	239987.3	287984.7	57.35
Λ73	20	68	156	333148.5	399778.2	29.89
Λ74	30	59	133	301198.2	361437.9	116.08
Λ75	27	60	125	255521.9	306626.2	214.60
Λ76	22	62	145	283562.9	340275.4	177.26
Λ77	21	74	113	268193.1	321831.7	74.36
Λ78	19	72	150	304306.7	365168.1	1691.71
Λ79	28	66	105	230974.7	277169.6	226.54
Λ80	30	68	139	299448.1	359337.7	887.15
Λ81	25	58	148	308881.0	370657.2	39.53
Λ82	27	68	110	233685.0	280422.0	90.33
Λ83	16	52	152	396142.3	475370.8	40.20
Λ84	40	90	180	409460.4	491352.5	0.00 <sup>1</sup>
Λ85	25	53	101	242643.9	291172.7	45.10
Λ86	19	60	157	410144.7	492173.6	546.75
Λ87	26	69	143	326795.0	392154.0	1135.03
Λ88	22	66	108	237927.8	285513.4	57.59
Λ89	18	65	111	253322.5	303987.0	12.92
Λ90	45	90	180	458195.4	549834.4	0.00
Λ91	17	53	135	288596.3	346315.6	16.69
Λ92	19	57	122	263202.1	315842.5	19.63
Λ93	28	65	118	263973.4	316768.1	26.83
Λ94	27	61	137	301503.0	361803.6	15.62
Λ95	23	64	157	328372.9	394047.5	209.56
Λ96	29	62	119	278353.6	334024.3	3249.53
Λ97	30	75	150	374064.0	448876.8	228.79
Λ98	29	53	124	270244.9	324293.9	333.34
Λ99	19	53	145	321799.8	386159.8	76.85
Λ100	31	81	163	465740.4	558888.5	0.00

Testiranje *DYMEMULP* modela imalo je za cilj, prije svega, da se odrede mogućnosti modela, tj dimenzije problema koje mogu biti riješene optimalno, čime se definišu i tipovi realnih problema koji se mogu riješiti optimalno. Testiranjem *DYMEMULP* modela, pokazano je, da se u prihvatljivom vremenu mogu dobiti optimalna rešenja svih instanci tipa  $\Omega$  i tipa  $A$  do nivoa  $I = 30\text{CDC}$ ,  $L = 75\text{CDT}$ ,  $J = 160$  zona snabdijevanja,  $K = 5$  raspoloživost skupova transportnih sredstava,  $T = 1$  vremenski interval sa dva perioda posmatrana. U okviru definisanih primjera varirano je 12 vrsta podataka.

<sup>1</sup> Testni primjer sa CPU vremenom 0.00 označava, da nije mogao biti optimalno riješen. Program optimalno rešava instance do 30 CDC, 75 CDT, 160 zona.

## PRIMJENA MODELA U PRIMORSKIM TURISTIČKIM REGIONIMA

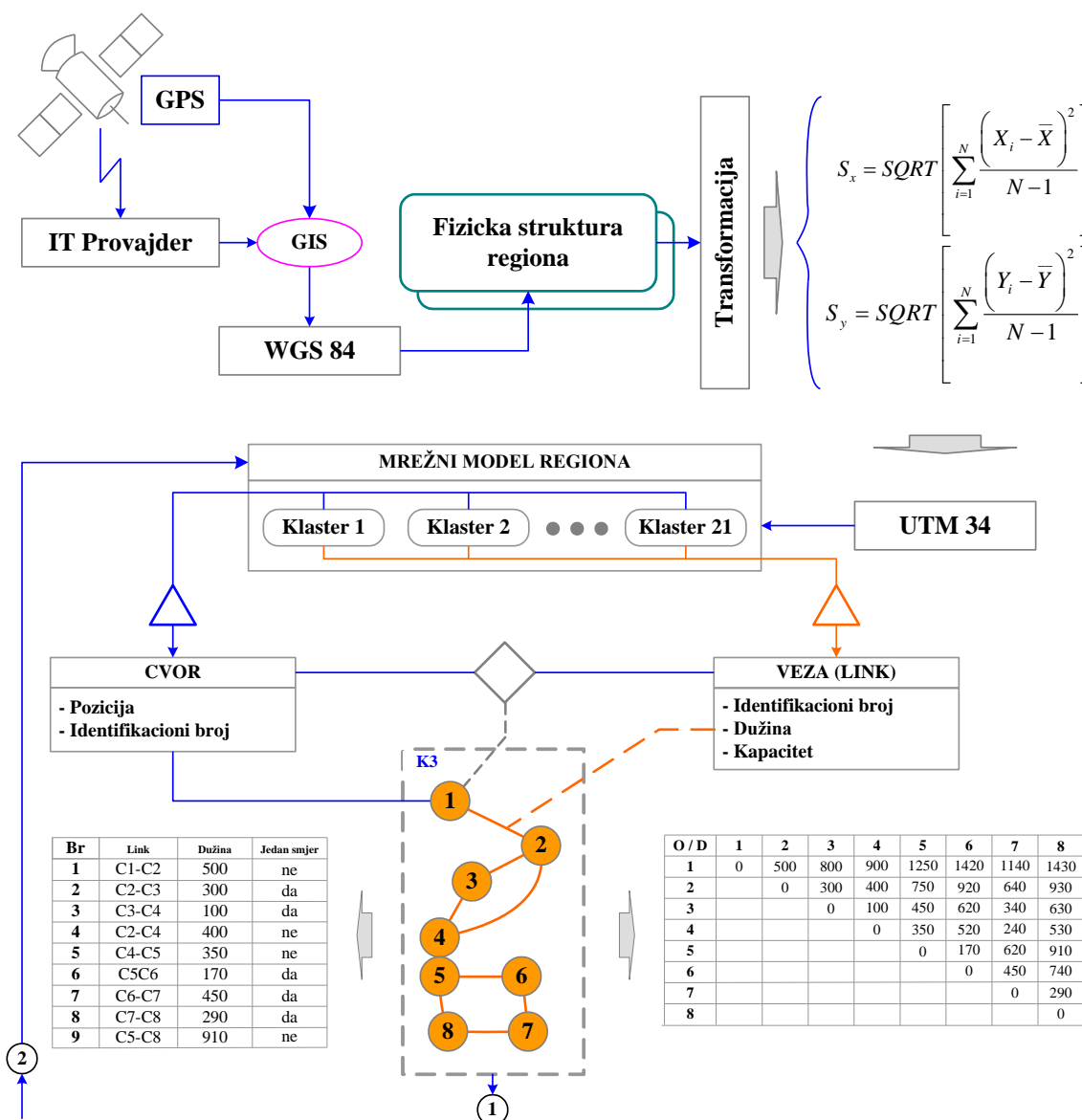
Predložena *DYMEMULP* optimizacija za razvoj MoLoTuRe modela testirana je na primjeru regiona crnogorsko primorje. Shodno izraženim potrebama, razvoj novog MoLoTuRe rešenja za region crnogorsko primorje, sistemski posmatrano, zasnovan je na multiešalonskom sistemu distribucije, redizajniranju logističko - transportnog čvora u Baru i valorizaciju njegovih prednosti, prvenstveno posmatrano zbog njegove povezanosti sa više vidova transporta i definisanih planova razvoja međunarodnog RTC, koji će predstavljati centralni element razvoja MoLoTuRe modela za ovaj region. Prikupljeni i dostupni empirijski podaci, stvorili su dobru osnovu za unapređenje postojećeg rešenja, na način što je: (i) valorizovana postojeća mreža pristaništa za razvoj CDT, i (ii) more iskorišćeno kao besplatni put za razvoj kooperativnog modela distribucije. Pristup u procesu rešavanja problema RL za region crnogorsko primorje jeste «*klasterizacija – zoning - lokacijski problem – model kooperacije – fizička distribucija robe*».

### 8.1. Postupak razvoja MoLoTuRe modela za primjer primorskog turističkog regiona Crne Gore

Algoritam razvoja MoLoTuRe modela, shodno opisu u prethodnom dijelu rada, ima četiri bitne razvojne faze, zasnovane na UPIT pristupu, koje su međusobno povezane i usklađene. Zbog činjenice, da u posmatranom regionu postoji samo jedna međunarodna pomorska luka, unaprijed je zadata i usvojena lokacija haba, a to je lokacija Luke Bar. Samom određenošću luke, određena je i lokacija glavnog LC u formi RTC.

**Faza 1: Utvrđivanje potreba i zahtjeva krajnjih korisnika**

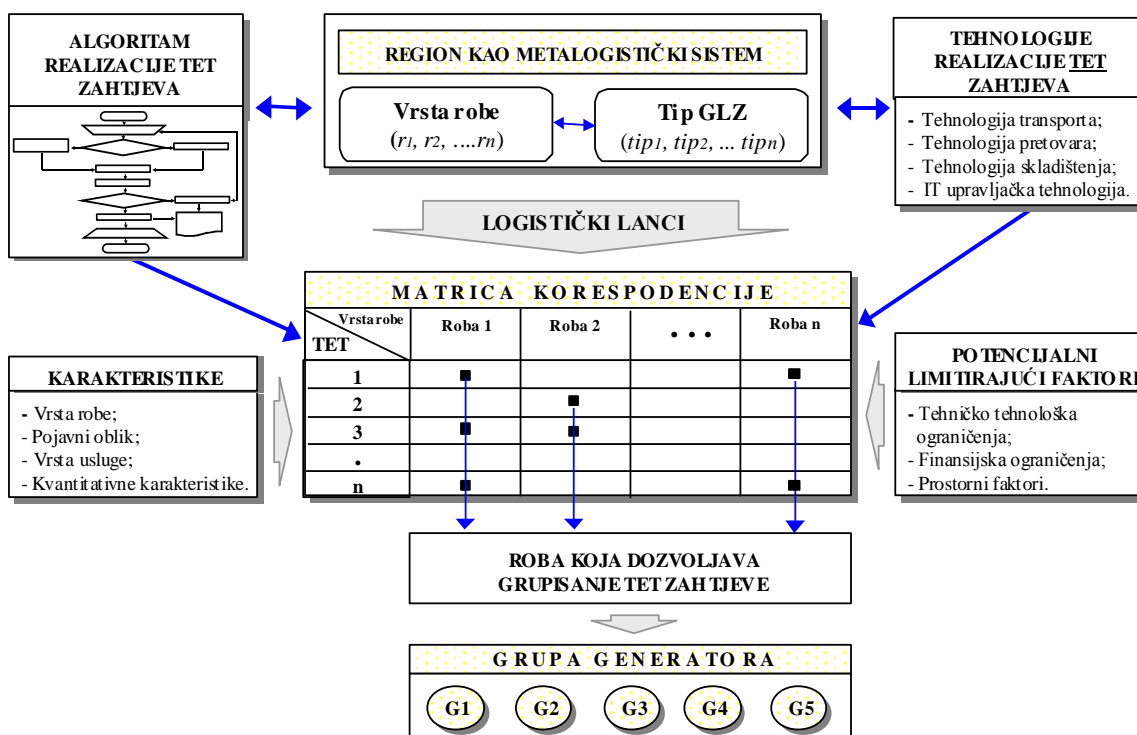
**Inicijalizacija** čvorova i lukova saobraćajne mreže regiona (Slika 8.1.) urađena je preko GPS sistema u WGS84 koordinantnom sistemu. Kako je UTM34 zvanični projekcioni koordinatni sistem u Crnoj Gori u kojem su mjerne jedinice metri, a radi lakše obrade i dalje analize, tj., da bi se računanje udaljenosti tačaka radilo u ravni, a ne na Elipsoidu, svi podaci iz WGS84 koordinantnog sistema prebačeni su u UTM34 koordinantni sistem, i to u *ESRI Shape* - UTM34 standardni GIS format, kojeg podržava svaki GIS alat. Projekcija svih podataka (saobraćajna mreža, prostorni raspored GLZ i centriodi klastera i zona) je urađena u Google Earth i prebačena u QGIS programu (verzija 2.2.).



Slika 8.1: Primjena algoritma procesa inicijalizacije

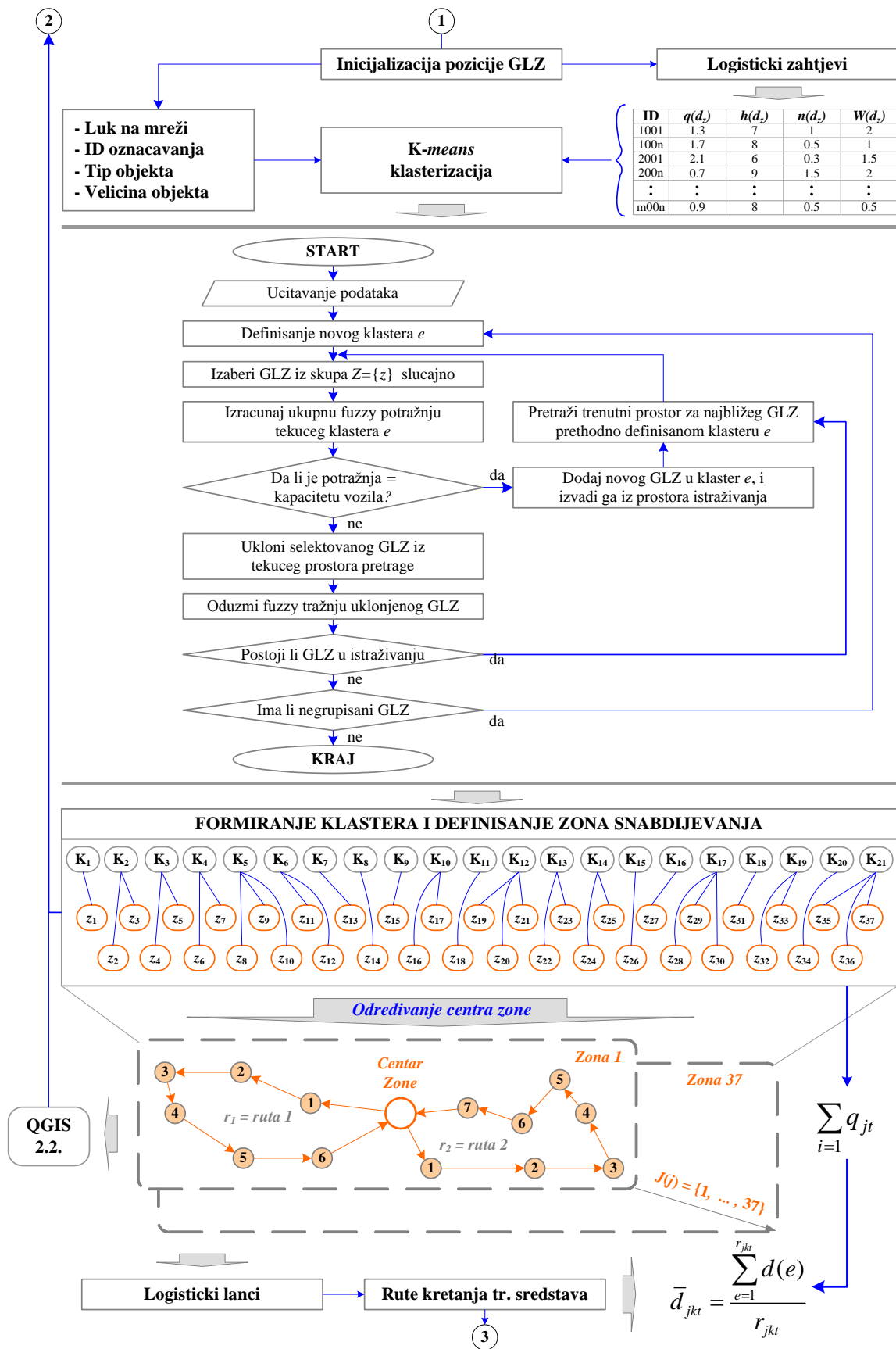
**Kvalifikacija i kvantifikacija.** Nakon utvrđivanja topografske mreže regiona<sup>1</sup>, potrebno je izvršiti identifikaciju i kvantifikaciju, koja je će stvoriti uslove za proces definisanja klastera, zona, matrica distanci i kvantitativnih O-D matrica. Objekti, predstavljeni kao GLZ nalaze se na lukovima mreže. Svaki GLZ iz skupa  $Z=\{z\}$  predstavlja subjekat sa identifikacionim brojem (ID) i nizom atributa  $D=\{d_z\}$ , kao što su: GIS pozicija  $(x, y)$ , količina  $q(d_z)$  proizvoda  $h(d_z) \in H$ , koju potražuje u periodu  $t(d_z)$  u okviru zone  $j(d_z)$ . Frekvencija isporuke  $W(d_z)$ , veličina jedne isporuke  $Vis(d_z)$  i zahtjevano vrijeme isporuke  $Zvi(d_z)$  su takođe atributi. Vrijednosti  $q(d_z)$  i  $W(d_z)$  su veličine koje se definišu u okviru kvantitativne O-D matrice za svaku zonu ponaosob.

U regionu postoji mnogo vrsta i tipova GLZ. Sve zastupljene vrste, shodno bitnim karakteristikama (veličina, namjena, vrsta robe koju generišu, učestalost LZ, intenzitet LZ, stohastika, ...) koje imaju, treba grupisati u manje grupe (Slika 8.2.) radi lakšeg analiziranja i sprovođenja procesa optimizacije. Proces kvalifikacije i kvantifikacije ima više povezanih faza, koje su grafički interpretirane na slici 8.3.



Slika 8.2: Interakcijska veza između TET zahtjeva pojedinih grupa GLZ

<sup>1</sup> Topografska mreža regiona sa svim atributima prezentovana je u prilogu ovog rada.



Slika 8.3: Algoritam procesa kvalifikacija i kvantifikacija

Zbog nedostatka podataka, izvršeno je fizičko brojanje GLZ na svakom luku [112] inicijalizovane mreže regiona. Dobijeni broj GLZ grupisan je u pet osnovnih grupa  $G = \{1, \dots, 5\}$ . Tako, grupu 1 čine GLZ vezani za regionalnu industriju, grupu 2 čine GLZ vezani za građevinarstvo, grupu 3 čine GLZ vezani za trgovinu, grupu 4 čine GLZ vezani za hotelijerstvo i ugostiteljstvo, i grupu 5 čine ostali GLZ.

$$RG_e^s = \left\{ \begin{matrix} G_1 & G_2 & G_3 & G_4 & G_5 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 & p_5 \end{matrix} \right\}, \quad \sum_{t=1}^5 p_t = 1 \quad (66)$$

odnosno,

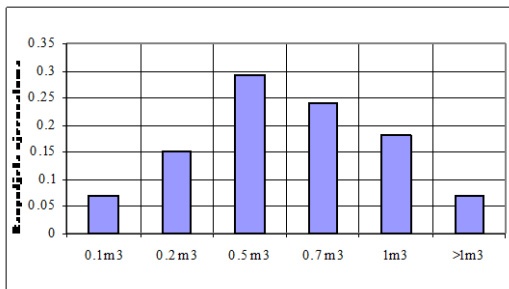
$$No_e^s = \left\{ \begin{matrix} G_1 & G_2 & G_3 & G_4 & G_5 \\ No_e^k(1) & No_e^k(2) & No_e^k(3) & No_e^k(4) & No_e^k(5) \end{matrix} \right\}, \quad \sum_{t=1}^5 No_e^s(t) = No_e^s \quad (67)$$

Iz skupa dobijenih grupa GLZ, za proces optimizacije, izdvojeni su GLZ (*Tabela 8.1.*) koji pripadaju grupi 3 hotelijerstvo i ugostiteljstvo i GLZ vezani za prehrambenu trgovinu iz grupe 4. Pošlo se od toga, da struktura robe i njene fizičko hemijske osobine omogućavaju sprvođenje procesa homogenizacije i zbirne distribucije. Utvrđeno je, da u regionu (*Tabela 8.1.*) egzistira 1456 GLZ van i 2365 GLZ u toku ljetne turističke sezone iz grupa GLZ koji su navedeni kao predmet analize [112].

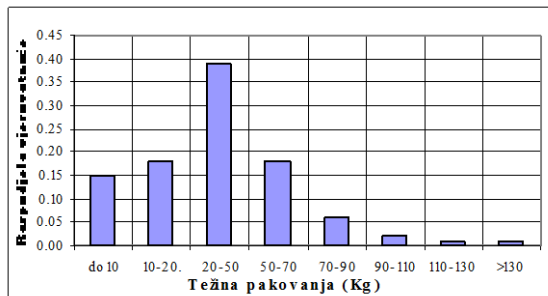
*Tabela 8.1: Popis GLZ za region CG primorje (sezona-S/ Van Sezona-VS)*

Br.	VRSTA OBJEKTA	BROJ GENERATORA													
		Ulcinj		Bar		Budva		Tivat		Kotor		H.Novi		$\Sigma$	
		S	VS	S	VS	S	VS	S	VS	S	VS	S	VS	S	VS
1	Minimarketi	59	56	112	101	96	68	18	13	39	38	56	51	380	327
2	Samoposluge	4	4	17	16	11	11	9	9	8	8	16	16	65	64
3	Diskonti pića	4	4	10	9	11	10	2	2	3	2	10	9	40	36
4	Piljare	8	3	15	5	21	3	5	3	8	6	7	5	64	25
5	Mesare	6	5	17	16	5	4	2	2	6	6	5	5	41	38
6	Pekare	9	6	15	12	14	10	5	5	10	9	10	7	63	49
7	Ulični sladoledi	23	0	59	0	76	0	15	0	17	0	45	0	235	0
8	Bolnice, domovi zdr. i ambulante	5	5	22	21	13	14	1	1	5	5	4	4	50	50
9	Kiosci	23	19	59	45	65	48	17	15	35	30	57	51	256	208
10	Kafići, roštilji i poslastičare	67	48	165	84	172	52	92	81	64	43	88	35	648	343
11	Ugostiteljski objekti	22	1	81	59	84	46	13	6	31	25	56	42	287	179
12	Hoteli	36	33	16	5	52	11	9	6	11	6	18	11	142	72
13	Pijace	2	2	5	3	3	3	1	1	4	4	3	3	18	16
14	Škole, vrtići i domovi učenika	0	4	0	12	0	4	0	1	0	5	0	3	0	29
15	Odmarališta	4	0	3	0	45	0	1	0	2	0	1	0	56	0
16	Benzinske pumpe i plinske stanice	3	3	3	3	4	4	5	5	3	3	2	2	20	20
<b>UKUPNO</b>		<b>275</b>	<b>193</b>	<b>599</b>	<b>391</b>	<b>672</b>	<b>288</b>	<b>195</b>	<b>150</b>	<b>246</b>	<b>190</b>	<b>378</b>	<b>244</b>	<b>2365</b>	<b>1456</b>

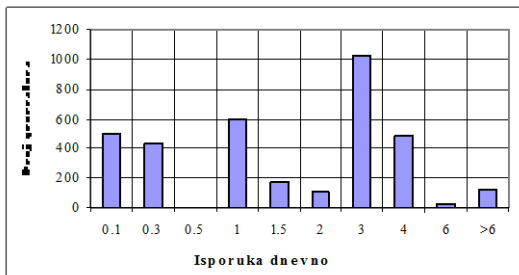
Svaki GLZ iz definisanih grupa ima svoje karakteristike po pitanju LZ koje generiše ka nekom CDC (*Slika 8.4.*).



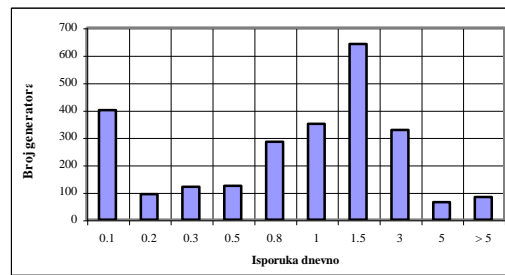
a): Vjerovatnoća veličine jedne isporuke



b): Vjerovatnoće mase jednog pakovanja



c): Objekata u generisanju zahtjeva u sezoni



d): Objekti u generisanju zahtjeva van sezone

Slika 8.4: Atributi logističkih zahtjeva GLZ (podaci korišćeni u radu [112])

Procesom k-means klasterizacije za izdvojene GLZ, definisano je da postoji **21 klaster** i **37 zona** snabdijevanja. Za svaku zonu  $j$ ,  $j \in J$  utvrđen je centar mreže (osnov definisanja prosječne dužine rute) korišćenjem programa *Python ver. 2.7.8.* koji ima sledeći kod:

### a) Definisanje udaljenosti između čvorova

```
def udaljenost(A, B):
    return ((A[0] - B[0])**2 + (A[1] - B[1])**2)**(0.5)
def korak_aproksimacije(T, tacke):
    W = x = y = 0.0
    for S in tacke:
        d = udaljenost(T, S)
        if d != 0:
            w = 1.0 / d
            W += w
            x += S[0] * w
            y += S[1] * w
    return x / W, y / W
def geometrijski_median(tacke, epsilon):
    i = 1
    n = float(len(tacke))
    T = tuple(sum(T[i] for T in tacke) / n for i in range(2))
    # Tacka T, koja predstavlja centroid skupa tacaka, tj. za njene koordinate
    while True:
        S = korak_aproksimacije(T, tacke)
        i += 1
        if udaljenost(T, S) < epsilon:
            # print 'Broj izvršenih iteracija algoritma: ', i
            return S, i
        T = S
```



**b) Definisanje centroida**

```

import csv
from GM import *

from conversion import *
# funkcije za konverziju koordinantnih sistema UTM <-> WGS: UTM 0.3.1 - https://pypi.python.org/pypi/utm

def obradi_zona(zona):
    with open('zone/' + zona + '.csv', 'rb') as csvfile: data = [tuple(map(float, row)) for row in csv.reader(csvfile)]

    data_utm = tuple((from_latlon(data[i][0], data[i][1]) for i in range (len(data))))

    print "
    print '-----'
    print 'Mreza: ', mreza
    print 'zona: ', zona
    print 'Broj tacaka u zoni: ', len(data)
    print '-----'
    S, i = geometrijski_median(data_utm, epsilon)

    S = to_latlon(S[0], S[1], 34, 'T')
    # Transformacija koordinata iz UTM 34 koordinantnog sistema u WGS84 (latitite, longitude)

    print 'Broj izvršenih iteracija algoritma: ', i
    print 'Koordinate rezultata (geometrijskog mediana):'
    print S
    print "
    print "

epsilon = 0.000001

obradi_zona('Ulcinj_1')
obradi_zona('Ulcinj_2_obala')
obradi_zona('Ulcinj_2_kopno')
obradi_zona('Utjeha_obala')
obradi_zona('Utjeha_kopno')
obradi_zona('V_pijesak_obala')
obradi_zona('V_pijesak_kopno')
obradi_zona('Bar_jug')
obradi_zona('Bar_centar')
obradi_zona('Bar_sjever')
obradi_zona('Sutomore_obala')
obradi_zona('Sutomore_kopno')
obradi_zona('Canj')
obradi_zona('Buljarica')
obradi_zona('Petrovac')
obradi_zona('Rezevici_Przno_obala')
obradi_zona('Rezevici_Przno_kopno')
obradi_zona('Becici')
obradi_zona('Budva_st_grad')
obradi_zona('Budva_1')
obradi_zona('Budva_2')
obradi_zona('Lastva_obala')
obradi_zona('Lastva_kopno')
obradi_zona('Kukuljina')
obradi_zona('Krtole_obala')
obradi_zona('Krtole_kopno')
obradi_zona('Tivat')

```

```

obradi_zona('Kotor_st_grad')
obradi_zona('Kotor_obala')
obradi_zona('Kotor_kopno')
obradi_zona('Orahovac_Kamenari')
obradi_zona('Kamenari_Zelenika_obala')
obradi_zona('Kamenari_Zelenika_kopno')
obradi_zona('Zelenika_Meljine')
obradi_zona('H-Novi_obala')
obradi_zona('H_Novi_kopno')
obradi_zona('Igallo')

print "
print '-----'
print '-----'
print "

obradi_zona('Sve_Zone')
# obrada centra mreže regiona

```

Sada kada postoje centri zona (Tabela 8.2.), moguće je definisati rute u okviru istih.

Tabela 8.2: Popis definisanih zona regiona crnogorsko primorje

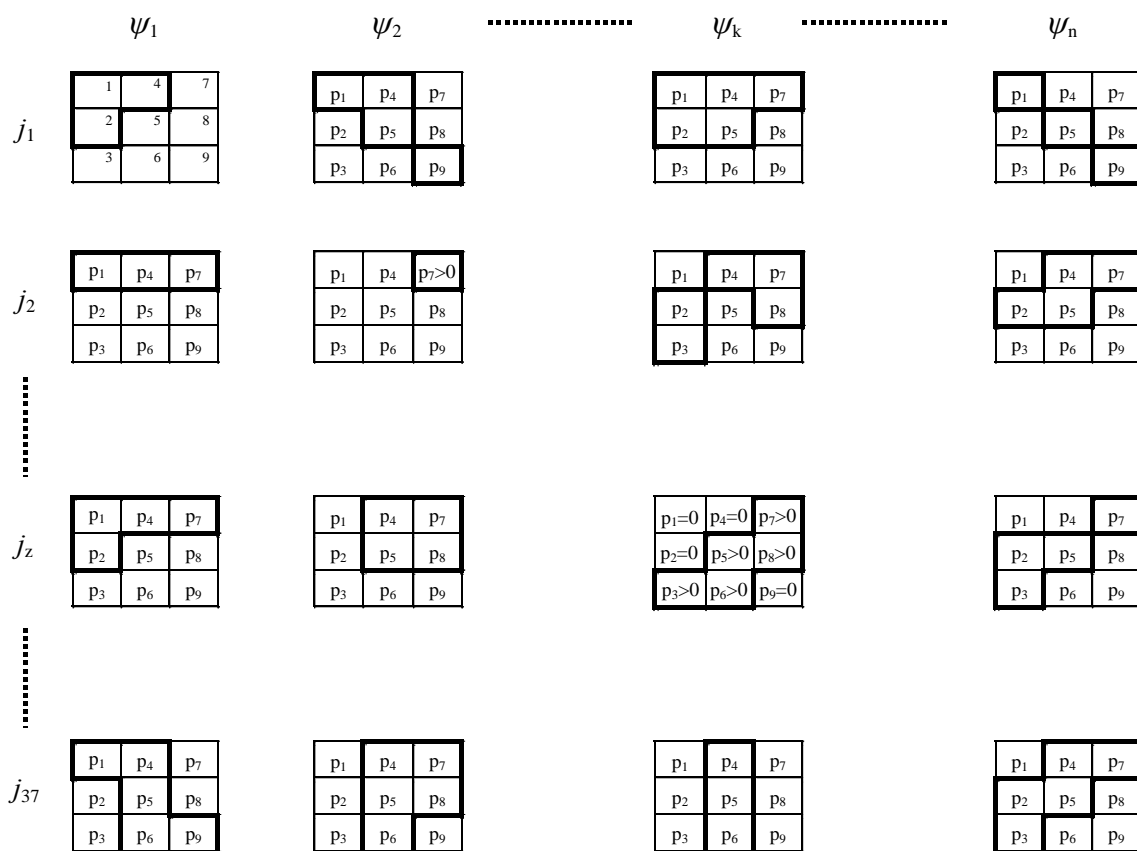
Rb	Zone		Količina robe (tona)		
	Koordinate centra zone	Naziv	t <sub>1</sub> (245 dana)	t <sub>2</sub> (120 dana)	
1	41.90366	19.30238	Ulcinj 1	3479.0	5331.6
2	41.92446	19.20389	Ulcinj 2 obala	4625.6	5502.0
3	41.93088	19.20890	Ulcinj 2 kopno	5740.4	4956.0
4	42.01074	19.15131	Utjeha obala	210.7	1530.0
5	42.00226	19.15009	Utjeha kopno	889.4	825.6
6	42.03487	19.14284	V.Pijesak obala	200.9	1615.2
7	42.03104	19.14835	V.Pijesak kopno	1180.9	902.4
8	42.08588	19.12449	Bar Jug	7274.1	4150.8
9	42.09894	19.09848	Bar Centar	12669.0	6661.2
10	42.11309	19.09005	Bar Sjever	2682.8	1776.0
11	42.13570	19.05846	Sutomore obala	948.2	4047.6
12	42.14239	19.04604	Sutomore kopno	2871.4	1771.2
13	42.15984	19.00254	Canj	298.9	2386.8
14	42.19520	18.96362	Buljarica	210.7	2151.6
15	42.20648	18.94352	Petrovac	2033.5	4812.0
16	42.25659	18.89279	Rezevici-Przno obala	343.0	1711.2
17	42.25608	18.89779	Rezevici-Przno kopno	722.8	1413.6
18	42.28141	18.87562	Becici	1038.8	5386.8
19	42.27811	18.83799	Budva st. grad	1016.8	2874.0
20	42.28441	18.83831	Budva 1	3153.2	7856.4
21	42.29033	18.84173	Budva 2	4838.8	6808.8
22	42.35625	18.70447	Lastva obala	107.8	871.2
23	42.36039	18.76014	Lastva kopno	2021.3	1422.0
24	42.41391	18.63647	Krtole obala	999.6	1545.6
25	42.39643	18.67185	Krtole kopno	1675.8	1204.8
26	42.41613	18.71773	Kukoljina	1185.8	1288.8
27	42.42930	18.69728	Tivat	5889.8	5822.4
28	42.42474	18.77017	Kotor st. grad	3540.3	2142.0
29	42.44896	18.76556	Kotor obala	3782.8	3841.2
30	42.44899	18.76616	Kotor kopno	5105.8	3312.0
31	42.48991	18.69327	Orahovac-Kamenari	1151.5	1573.2
32	42.44003	18.62599	Kamenari-Zelenika obala	3155.6	6566.4
33	42.44189	18.62523	Kamenari-Zelenika kopno	2393.7	2468.4
34	42.45301	18.57246	Zelenika-Meljine	2374.1	1662.0
35	42.44996	18.53552	H.Novi obala	3104.2	5064.0
36	42.45303	18.53758	H.Novi kopno	4804.5	4650.0
37	42.45862	18.51501	Igallo	5620.3	5719.2
<b>UKUPNO</b>				<b>103341.0</b>	<b>123624.0</b>

Svaka zona snabdevanja opisana je sledećim bitnim atributima:

A) broj objekata  $No_z$ , sa definisanom vjerovatnoćom pripadnosti po zonama:

$$P(No) = \left\{ \begin{matrix} j_1 & j_2 & \dots & j_z & \dots & j_{37} \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nz} & \dots & p_{n37} \end{matrix} \right\}, \quad p_{nj} = \frac{N_{oj}}{\sum_{l=1}^{37} N_{ol}} = \frac{N_{oj}}{N_o} \quad (68)$$

Svaki izdvojeni GLZ (Slika 8.5.) ima definisanog kooperanata  $\psi_{(1-n)}$  koji vrše njihovo snabdijevanje:



Slika 8.5. Raspodjela broja izdvojenih GLZ i kooperanata po zonama snabdijevanja

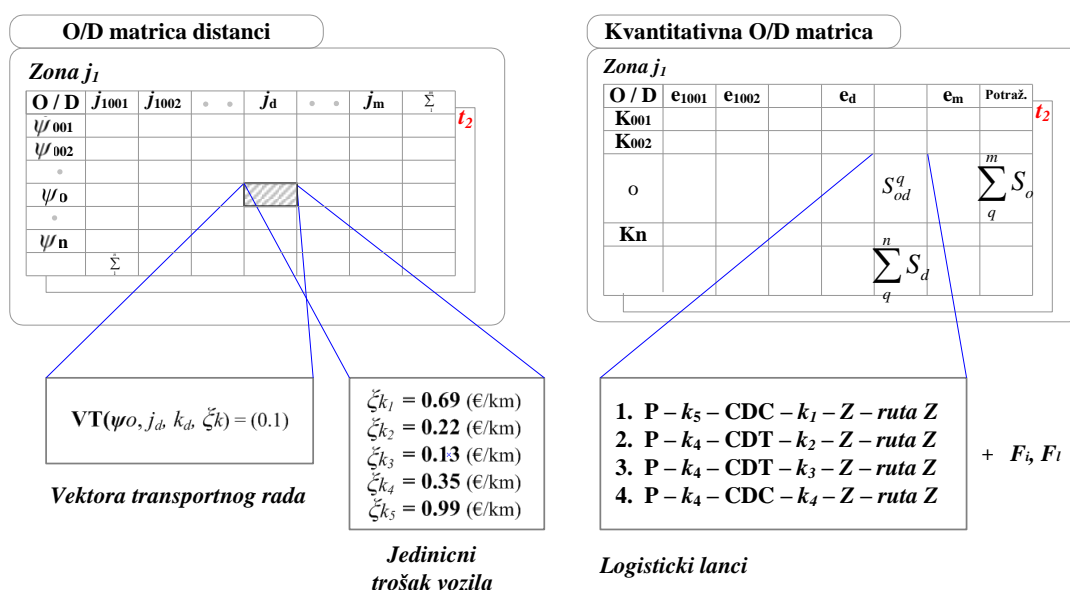
B) prosječan broj isporuka  $\bar{f}$  u toku dana  $No_z \times \bar{\lambda}_{jt}$ ,

$$P(\bar{f}) = \left\{ \begin{matrix} j_1 & j_2 & \dots & j_z & \dots & j_{37} \\ p_{f1} & p_{f2} & \dots & p_{fz} & \dots & p_{f37} \end{matrix} \right\}, \quad p_{fj} = \frac{N_{oj} \times \bar{\lambda}_j}{\sum_{j=1}^{37} (N_{oj} \times \bar{\lambda}_j)} = \frac{\bar{f}_j}{\bar{f}} \quad (69)$$

C) prosječna dnevna količina  $\bar{q}$  isporučene robe  $N_{oz} \times \bar{\lambda}_{jt} \times \bar{q}_{jt}$ , po zonama snabdijevanja:

$$P(\bar{q}) = \left\{ \begin{matrix} j_1 & j_2 & \dots & j_z & \dots & j_{37} \\ p_{q1} & p_{q2} & \dots & p_{qz} & \dots & p_{q37} \end{matrix} \right\}, \quad P_{qj} = \frac{N_{oj} \times \bar{\lambda}_j \times \bar{q}}{\sum_{j=1}^{37} (N_{oj} \times \bar{\lambda}_j \times \bar{q})} = \frac{\bar{q}_j}{\bar{q}} \quad (70)$$

Transportni proces je predstavljen kao vektor transportnog rada (Slika 8.6.). Ostvareni transportni rad, može se izraziti kao suma ostvarenog rada po svakoj vožnji sa robom, koji se dobija kao proizvod broja prevezenih tona robe i rastojanja na kojem je prevoz izvršen. Ako se transportni rad pomnoži sa jediničnim troškom vozila dobija se trošak tog rada.



Slika 8.6: Proces definisanja transportnog rada

Kako u regionu crnogorsko primorje postoji multiešalonski sitem distribucije, ukupni transportni rad predstavlja (Slika 8.7.) zbir rada pojedinačnih procesa transporta između ešalona. Matematička formulacija pristupa utvrđivanja transportnog rada za prevoz robe može se predstaviti na sledeći način:

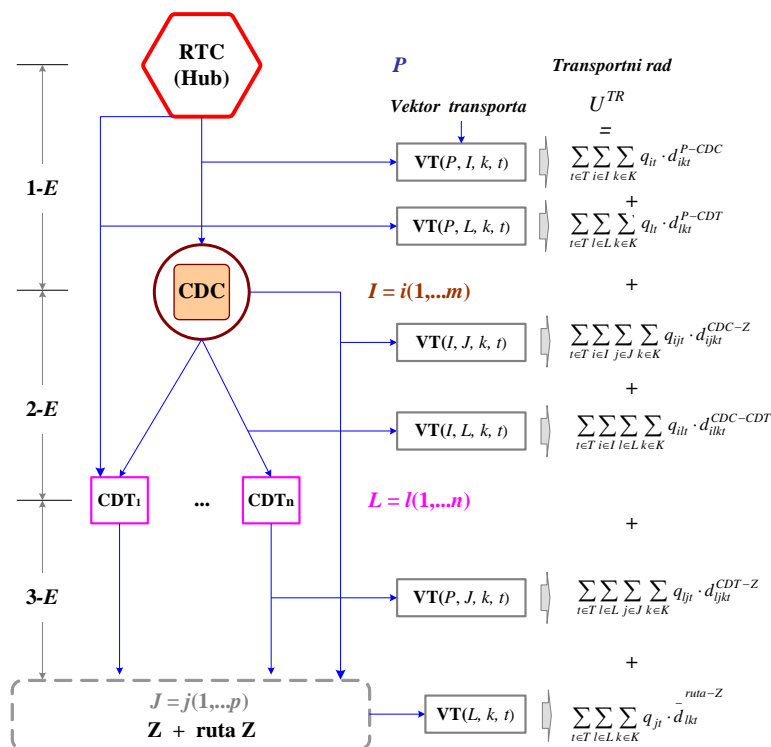
$$U^{TR} = \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} q_{it} \cdot d_{ikt}^{P-CDC} + \sum_{t \in T} \sum_{l \in L} \sum_{k \in K} q_{lt} \cdot d_{lkt}^{P-CDT} + \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} q_{ijt} \cdot d_{ijkt}^{CDC-Z} +$$

$$\sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \sum_{l \in L} \sum_{k \in K} q_{ilt} \cdot d_{ilkt}^{CDC-CDT} + \sum_{t \in T} \sum_{l \in L} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} q_{ljt} \cdot d_{ljkt}^{CDT-Z} + \sum_{t \in T} \sum_{l \in L} \sum_{k \in K} q_{jt} \cdot \bar{d}_{lkt}^{ruta-Z}$$

(71) pri čemu je:

$q_{et}$  - Količina robe u tonama između ešalona  $e$  u periodu  $t$ ,  $i$

$d_{et}$  - Rastojanje prevoza robe između ešalona u periodu  $t$ .



Slika 8.7: Postupak definisanja vektora dransportnog rada

Za potrebe određivanja ukupnog troška transportnog rada potrebno je definisati jedinične troškove  $\zeta_k$  dostavnih vozila (Tabela 8.3.). Suma pređenih kilometara transportnih sredstava

$$k, \text{ pomnožena sa } \zeta \text{ predstavlja trošak transportnog rada: } C = \sum_{i=1} \sum_{l=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} \sum_{t=1} d_t \cdot \zeta_k$$

Tabela 8.3: Proračun jediničnih troškova tranportnih sredstava iz skupa K

Opis	Transportno sredstvo									
	$k_1$		$k_2$		$k_3$		$k_4$		$k_5$	
	€/danu	€/km	€/danu	€/km	€/danu	€/km	€/danu	€/km	€/danu	€/km
<b>I Troškovi realizacije transportne usluge</b>	<b>155.09</b>	<b>0.57</b>	<b>87.97</b>	<b>0.18</b>	<b>24.17</b>	<b>0.07</b>	<b>213.38</b>	<b>0.26</b>	<b>207.28</b>	<b>0.76</b>
1.1. Troškovi goriva	88.77	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	5.76	0.01	115.07	0.42
1.2. Troškovi električne energije	0.00	0.00	36.25	0.07	0.00	0.00	62.50	0.08	0.00	0.00
1.3. Troškovi guma	3.87	0.01	2.15	0.00	0.20	0.005	0.00	0.00	19.95	0.07
1.4. Troškovi maziva	2.71	0.010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.75	0.003
1.5. Troškovi zarada neposrednih izvršilaca	36.43	0.13	36.43	0.07	21.71	0.02	53.37	0.06	21.71	0.08
1.6. Troškovi svjedožbe o sposobnosti broda za plovidbu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.81	0.01	0.00	0.00
1.7. Trošak redovnog godišnjeg pregleda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.48	0.01	0.00	0.00
1.7. Troškovi registracije	7.53	0.03	3.63	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	25.31	0.09
1.8. Troškovi servisa i održavanja	7.67	0.03	4.60	0.01	0.75	0.02	26.67	0.03	12.66	0.05
1.9. Troškovi zaštite na radu	0.33	0.001	0.33	0.00	1.00	0.02	0.49	0.001	0.33	0.00
1.10. Naknada za ceste	2.30	0.01	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.29	0.01
1.11. Naknada za korišćenje objekata sigurnosti plovidbe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.33	0.03	0.00	0.00
1.12. Nepredviđeni trošak	5.48	0.02	2.28	0.00	0.50	0.01	2.19	0.00	8.22	0.03
<b>II Opšti troškovi</b>	<b>8.58</b>	<b>0.031</b>	<b>4.59</b>	<b>0.01</b>	<b>0.58</b>	<b>0.01</b>	<b>24.47</b>	<b>0.029</b>	<b>15.62</b>	<b>0.06</b>
2.1. Troškovi administracije i režije	1.10	0.004	1.00	0.00	0.16	0.00	3.33	0.004	1.67	0.006
2.2. Eko naknada	0.30	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.30	0.001
2.3. Troškovi menadžmenta nadzora i kontrole	1.10	0.004	1.00	0.00	0.16	0.00	3.33	0.004	1.67	0.006
2.4. Kamata za kredit	6.09	0.022	2.59	0.01	0.26	0.01	17.81	0.021	12.00	0.044
<b>II Amortizacija</b>	<b>24.11</b>	<b>0.09</b>	<b>17.42</b>	<b>0.03</b>	<b>1.76</b>	<b>0.04</b>	<b>54.79</b>	<b>0.07</b>	<b>47.49</b>	<b>0.17</b>
<b>UKUPNO (I+II+III)</b>	<b>187.78</b>	<b>0.69</b>	<b>109.98</b>	<b>0.22</b>	<b>26.51</b>	<b>0.13</b>	<b>292.65</b>	<b>0.35</b>	<b>270.40</b>	<b>0.99</b>

U cilju izračunavanja troška transportnog rada, u sledećim tabelama date su distance za sve ešalone sistema distribucije i to za relaciju:  $P_h$ -CDC,  $P_h$ -CDT, CDC-CDT, CDC-Z, CDT-Z.

Tabela 8.4: Distance na relaciji  $P_h$ - CDC (km)

CDC	Drum		More	
	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$
1	2.00	2.00	0.00	0.00
2	139.20	417.60	162.98	162.98
3	156.40	469.20	125.94	125.94

Tabela 8.5: Distance na relaciji CDC - Zona

CDT	CDC Bar				CDC Verige				CDC Zelenika			
	Drum		More		Drum		More		Drum		More	
	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$
1	68.0	204.0	0.0	0.0	204.4	613.2	0.0	0.0	222.0	666.0	0.0	0.0
2	57.2	171.6	0.0	0.0	193.4	580.2	0.0	0.0	210.0	630.0	0.0	0.0
3	53.2	159.6	0.0	0.0	189.4	568.2	0.0	0.0	206.0	618.0	0.0	0.0
4	29.8	89.4	25.8	25.8	166.0	498.0	174.0	174.0	183.4	550.2	151.8	151.8
5	30.8	92.4	0.0	0.0	167.0	501.0	0.0	0.0	184.4	553.2	0.0	0.0
6	23.4	70.2	19.2	19.2	159.8	479.4	167.4	167.4	177.0	531.0	145.2	145.2
7	22.0	66.0	0.0	0.0	158.4	475.2	0.0	0.0	175.6	526.8	0.0	0.0
8	6.8	20.4	0.0	0.0	143.2	429.6	0.0	0.0	160.4	481.2	0.0	0.0
9	3.0	9.0	0.0	0.0	137.4	412.2	0.0	0.0	154.8	464.4	0.0	0.0
10	6.2	18.6	0.0	0.0	134.4	403.2	0.0	0.0	151.6	454.8	0.0	0.0
11	13.8	41.4	0.0	0.0	125.0	375.0	0.0	0.0	142.2	426.6	0.0	0.0
12	17.0	51.0	0.0	0.0	122.4	367.2	0.0	0.0	139.6	418.8	0.0	0.0
13	28.0	84.0	0.0	0.0	117.0	351.0	0.0	0.0	134.4	403.2	0.0	0.0
14	39.4	118.2	0.0	0.0	102.0	306.0	0.0	0.0	119.2	357.6	0.0	0.0
15	43.0	129.0	0.0	0.0	97.8	293.4	0.0	0.0	115.0	345.0	0.0	0.0
16	63.0	189.0	55.6	55.6	81.6	244.8	92.6	92.6	98.8	296.4	70.4	70.4
17	60.4	181.2	0.0	0.0	79.0	237.0	0.0	0.0	96.2	288.6	0.0	0.0
18	70.2	210.6	0.0	0.0	70.0	210.0	0.0	0.0	87.2	261.6	0.0	0.0
19	79.0	237.0	0.0	0.0	61.8	185.4	0.0	0.0	79.2	237.6	0.0	0.0
20	77.8	233.4	0.0	0.0	62.2	186.6	0.0	0.0	79.4	238.2	0.0	0.0
21	78.0	234.0	0.0	0.0	64.4	193.2	0.0	0.0	81.8	245.4	0.0	0.0
22	125.8	377.4	36.7	36.7	47.2	141.6	66.8	66.8	64.6	193.8	44.6	44.6
23	104.6	313.8	0.0	0.0	34.8	104.4	0.0	0.0	52.0	156.0	0.0	0.0
24	131.6	394.8	142.2	142.2	46.0	138.0	6.0	6.0	63.2	189.6	14.0	14.0
25	126.0	378.0	0.0	0.0	40.4	121.2	0.0	0.0	57.6	172.8	0.0	0.0
26	119.0	357.0	0.0	0.0	20.4	61.2	0.0	0.0	37.6	112.8	0.0	0.0
27	123.8	371.4	148.2	148.2	16.8	50.4	3.0	3.0	34.4	103.2	22.4	22.4
28	122.2	366.6	0.0	0.0	32.7	98.1	0.0	0.0	53.6	160.8	0.0	0.0
29	128.4	385.2	170.0	170.0	46.8	140.4	22.2	22.2	60.4	181.2	44.4	44.4
30	128.4	385.2	0.0	0.0	46.0	138.0	0.0	0.0	60.6	181.8	0.0	0.0
31	151.0	453.0	181.9	181.9	23.6	70.8	19.2	19.2	49.8	149.4	28.0	28.0
32	147.0	441.0	147.5	147.5	16.6	49.8	14.6	14.6	11.0	33.0	10.8	10.8
33	146.2	438.6	0.0	0.0	16.0	48.0	0.0	0.0	10.2	30.6	0.0	0.0
34	157.6	472.8	0.0	0.0	27.8	83.4	0.0	0.0	1.6	4.8	0.0	0.0
35	169.6	508.8	128.8	128.8	35.0	105.0	27.2	27.2	13.2	39.6	5.0	5.0
36	163.2	489.6	0.0	0.0	33.0	99.0	0.0	0.0	6.8	20.4	0.0	0.0
37	169.6	508.8	0.0	0.0	39.4	118.2	0.0	0.0	13.2	39.6	0.0	0.0

Tabela 8.6: Distance na relaciji  $P_h$  - CDT

CDT	Drum		More	
	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$
1	58.80	231.20	52.80	52.80
2	57.70	226.80	49.60	49.60
3	29.00	112.00	25.80	25.80
4	21.88	83.52	19.20	19.20
5	16.12	60.48	12.20	12.20
6	29.94	115.76	23.40	23.40
7	40.62	158.48	29.60	29.60
8	44.48	173.92	33.50	33.50
9	63.10	248.40	55.60	55.60
10	72.80	287.20	62.80	62.80
11	78.78	311.12	69.80	69.80
12	125.60	498.40	143.60	143.60
13	123.60	490.40	170.38	170.38
14	167.80	667.20	117.80	117.80
15	170.00	676.00	113.00	113.00

Tabela 8.7: Distance na relaciji CDC - CDT

CDT	CDC Bar				CDC Verige				CDC Zelenika			
	Drum		More		Drum		More		Drum		More	
	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$
1	57.80	231.20	52.80	52.80	194.00	776.00	196.40	196.40	212.00	848.00	178.74	178.74
2	56.70	226.80	49.60	49.60	193.80	775.20	193.20	193.20	210.00	840.00	175.54	175.54
3	28.00	112.00	25.80	25.80	166.20	664.80	169.40	169.40	183.40	733.60	151.74	151.74
4	20.88	83.52	19.20	19.20	159.40	637.60	162.80	162.80	176.60	706.40	145.14	145.14
5	15.12	60.48	12.20	12.20	123.40	493.60	131.40	131.40	140.60	562.40	113.74	113.74
6	28.94	115.76	23.40	23.40	118.60	474.40	120.20	120.20	135.80	543.20	102.54	102.54
7	39.62	158.48	29.60	29.60	103.40	413.60	114.00	114.00	120.60	482.40	96.34	96.34
8	43.48	173.92	33.50	33.50	99.20	396.80	110.10	110.10	116.40	465.60	92.44	92.44
9	62.10	248.40	55.60	55.60	81.60	326.40	88.00	88.00	98.80	395.20	70.34	70.34
10	71.80	287.20	62.80	62.80	67.20	268.80	80.80	80.80	84.40	337.60	63.14	63.14
11	77.78	311.12	69.80	69.80	61.60	246.40	73.80	73.80	78.80	315.20	56.14	56.14
12	124.60	498.40	143.60	143.60	16.20	64.80	5.00	5.00	35.00	140.00	25.00	25.00
13	122.60	490.40	170.38	170.38	32.20	128.80	22.22	22.22	54.40	217.60	44.45	44.45
14	166.80	667.20	117.80	117.80	40.20	160.80	29.20	29.20	10.40	41.60	5.40	5.40
15	169.00	676.00	113.00	113.00	42.20	168.80	34.00	34.00	12.60	50.40	10.20	10.20

Tabela 8.8: Distance na relaciji CDT-Z

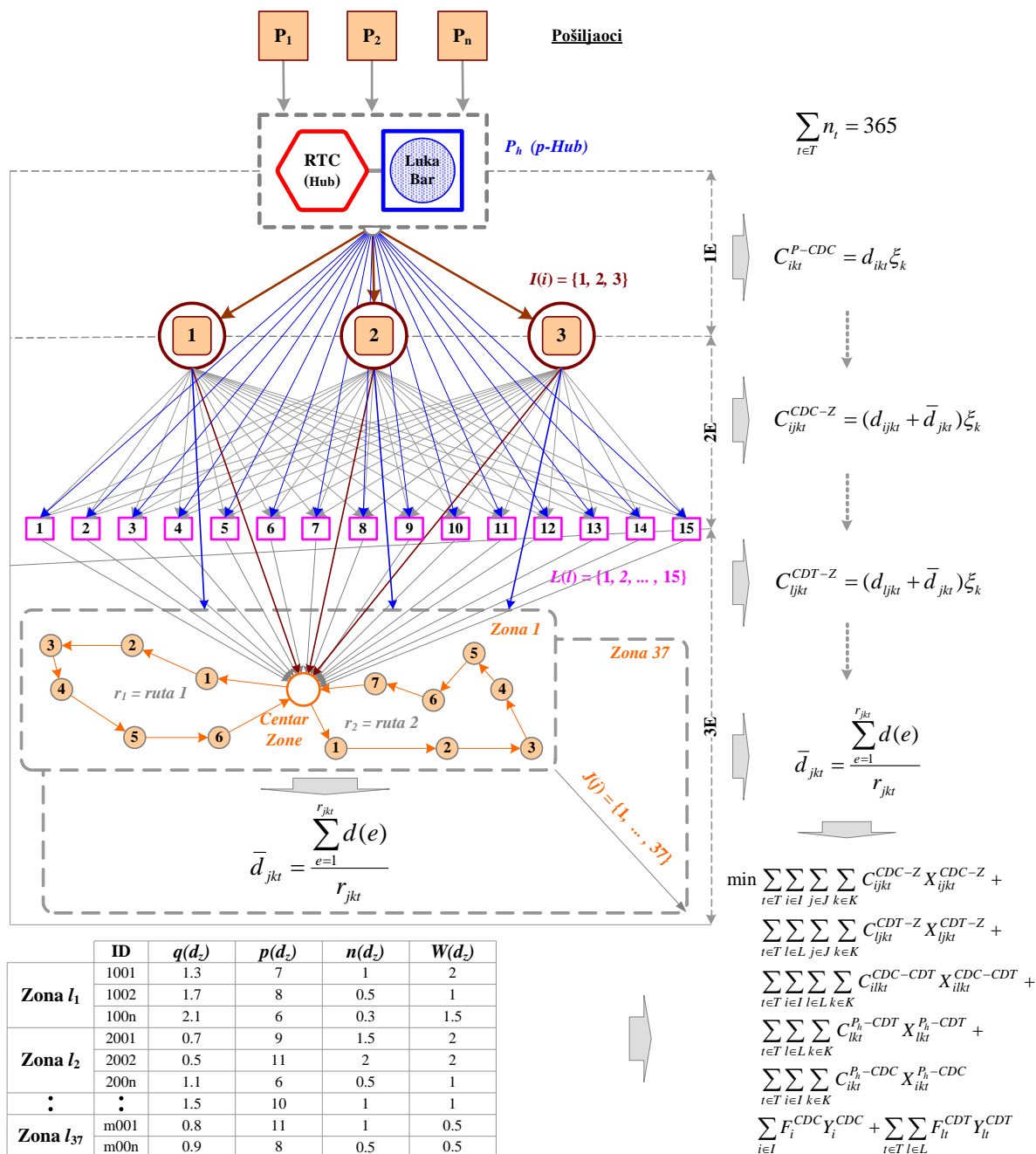
Zona	Cross Docking Terminal (broj)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	11	22.4	39.6	47	82	95.4	105.2	110.2	128.8	138.6	144.6	189.8	188.6	229.6	234.8
2	28	0.4	26.2	33.6	68.8	82.2	78.6	83.6	115.6	125.2	131.4	179	175.2	218.8	224
3	7.4	4.4	24.6	31.8	67	80.4	76.8	81.8	113.8	123.4	129.6	175	173.6	214.8	220
4	29	31	0.2	7.4	42.4	55.8	52.2	57.2	89.2	98.8	105	151.6	149	191.4	196.6
5	27	26.8	2.2	9.4	44.6	58	54.4	59.4	91.4	101	107.2	152.6	151.2	192.4	197.6
6	36.8	38.2	10.4	0.4	35	48.4	44.8	49.8	81.8	91.4	97.6	143.2	141.4	183	188.2
7	35.6	35.4	7.8	1	36	49.4	45.8	50.8	82.8	92.4	98.6	144.2	142.4	184	189.2
8	50.8	50.6	23	16.2	20.8	34.2	30.6	35.6	67.6	77.2	83.4	129	127.2	168.8	174
9	56.8	56.6	29	22.4	14.6	28	24.4	29.4	61.4	71	77.2	122.8	121	162.6	167.8
10	61.6	61.4	33.8	27.2	13.2	24.8	23	28	60	69.6	75.8	121.4	119.6	161.2	166.4
11	69	68.8	41.2	34.6	2	15.4	11.8	16.8	48.8	58.4	64.6	110.2	108.4	150	155.2
12	72.2	72	44.4	37.8	1.1	12.6	10.9	15.9	47.9	57.5	63.7	109.3	107.5	149.1	154.3
13	82.8	82.6	55	48.4	12.2	1.5	22	27	59	68.6	74.8	120.4	118.6	160.2	165.4
14	93.8	93.6	66	59.4	23.2	18.2	1.2	6.2	38.2	47.8	54	99.6	97.8	139.4	144.6
15	97.8	97.6	70	63.4	27.2	22.4	7.2	1.5	33.5	43.1	49.3	94.9	93.1	134.7	139.9
16	117.8	117.6	90	83.4	47.2	42.2	27.2	22.8	2.4	9.6	15.8	61.4	59.6	101.2	106.4
17	115	114.8	87.2	80.6	44.4	39.6	24.6	20.2	3.6	12.2	18.4	64	62.2	103.8	109
18	125	124.8	97.2	90.6	54.4	49.6	34.6	30.2	10.2	3.4	9.6	55.2	53.4	95	100.2
19	133.8	133.6	106	99.4	63.2	58.4	43.4	39	21.4	7	0.4	47.2	45.4	87	92.2
20	132.4	132.2	104.6	98	61.8	57	42	37.6	20	5.6	2.6	47.6	45.8	87.4	92.6
21	133	132.8	105.2	98.6	62.4	57.6	42.6	38.2	20.4	6	3.4	50	48.2	89.8	95
22	180.6	180.4	152.8	146.2	110	105.2	90.2	85.8	68.2	53.8	48.2	32.8	30.6	72.6	77.8
23	159.2	159	131.4	124.8	88.6	83.8	68.8	64.4	46.8	32.4	26.8	20.2	18.2	60	65.2
24	186.6	186.4	158.8	152.2	116	111.2	96.2	91.8	74.2	59.8	54	31.6	29.4	71.4	76.6
25	181	180.8	153.2	146.6	110.4	105.6	90.6	86.2	68.6	54.2	48.4	26	23.8	65.8	71
26	173.6	173.4	145.8	139.2	103	98.2	83.2	78.8	61.2	46.8	41	5.8	16.4	45.6	50.8
27	179.4	179.2	151.6	145	108.8	104	89	84.6	67	52.6	46.8	0.3	22.2	40.1	45.3
28	177	176.8	149.2	142.6	106.4	101.6	86.6	82.2	64.6	50.2	44.4	22	0.6	61	66.2
29	183	182.8	155.2	148.6	112.4	107.6	92.6	88.2	70.6	56.2	50.4	28	5.8	69	73.4
30	183	182.8	155.2	148.6	112.4	107.6	92.6	88.2	70.6	56.2	50.4	28	5.8	67	72.4
31	206	205.8	178.2	171.6	135.4	130.6	115.6	111.2	93.6	79.2	73.4	50.6	28.4	57	62.2
32	196.4	196.2	168.6	162	125.8	121	106	101.6	84	69.6	63.8	18.6	39.2	22.6	28
33	195.2	195	167.4	160.8	124.6	119.8	104.8	100.4	82.8	68.4	62.6	17.6	38	23.2	28.4
34	212	211.8	184.2	177.6	141.4	136.6	121.6	117.2	99.6	85.2	79.4	35.2	55.2	7.6	13
35	224	223.8	196.2	189.6	153.4	148.6	133.6	129.2	111.6	97.2	91.4	42.2	67.2	0.8	5.8
36	218	217.8	190.2	183.6	147.4	142.6	127.6	123.2	105.6	91.2	85.4	40.4	60.8	4	5.8
37	224	223.8	196.2	189.6	153.4	148.6	133.6	129.2	111.6	97.2	91.4	46.8	66.6	8.8	1

Za potrebe kvantifikacije troškova uspostavljanja CDC autor je uradio tipsko tehnološko rešenje CDC u AutoCAD-u. Shodno rešenju, troškovi uspostavljanja CDC su sledeći: (i)  $CDC_1$  - Bar 698.460,80€, (ii)  $CDC_2$  - Verige 713.449,48€, i (iii)  $CDC_3$  - Zelenika 702.460,80€. Razlika u vrijednosti se javlja zbog različite vrijednosti pripremnih radova na lokaciji. Uzete su tri varijante: (a) da postoji izgrađena infrastruktura, pa je potrebno izvršiti samo zakup lokacije ( $CDC_1$  - Bar), (b) da je djelimično izgrađena infrastruktura, i da treba dodatno ulaganje ( $CDC_2$  - Zelenika), (c) da se radi o greenfield investiciji, koja podrazumijeva kompletan postupak izgradnje novog CDC ( $CDC_3$ -Verige). Takođe su urađana tri tipska tehnološka rešenja za CDT. Jedno rešenje je za cargobike čiji trošak uspostavljanja iznosi 2.023,45€, drugo rešenje jeste za cargohopper sa vrijednošću od 7.612,45€ i treće rešenje je kombinacija ova dva 8.637,81€.



**Faza 2: Faza planiranja sistema i procesa**

Potencijalnu mrežnu stukturu čine (Slika 8.8.) jedan  $P_h$  u Baru, tri CDC kao sateliti u Baru, Verigama i Zelenici, i 15 CDT koji su interakcijski povezani sa  $P_h$  i CDC-a. Svaki CDT povezan je sa jednom od 37 zona opsluge u regionu. Kapaciteti CDC-a su veći od ukupne potražnje GLZ, i isti ne predstavljaju faktor ograničenja u modelu.



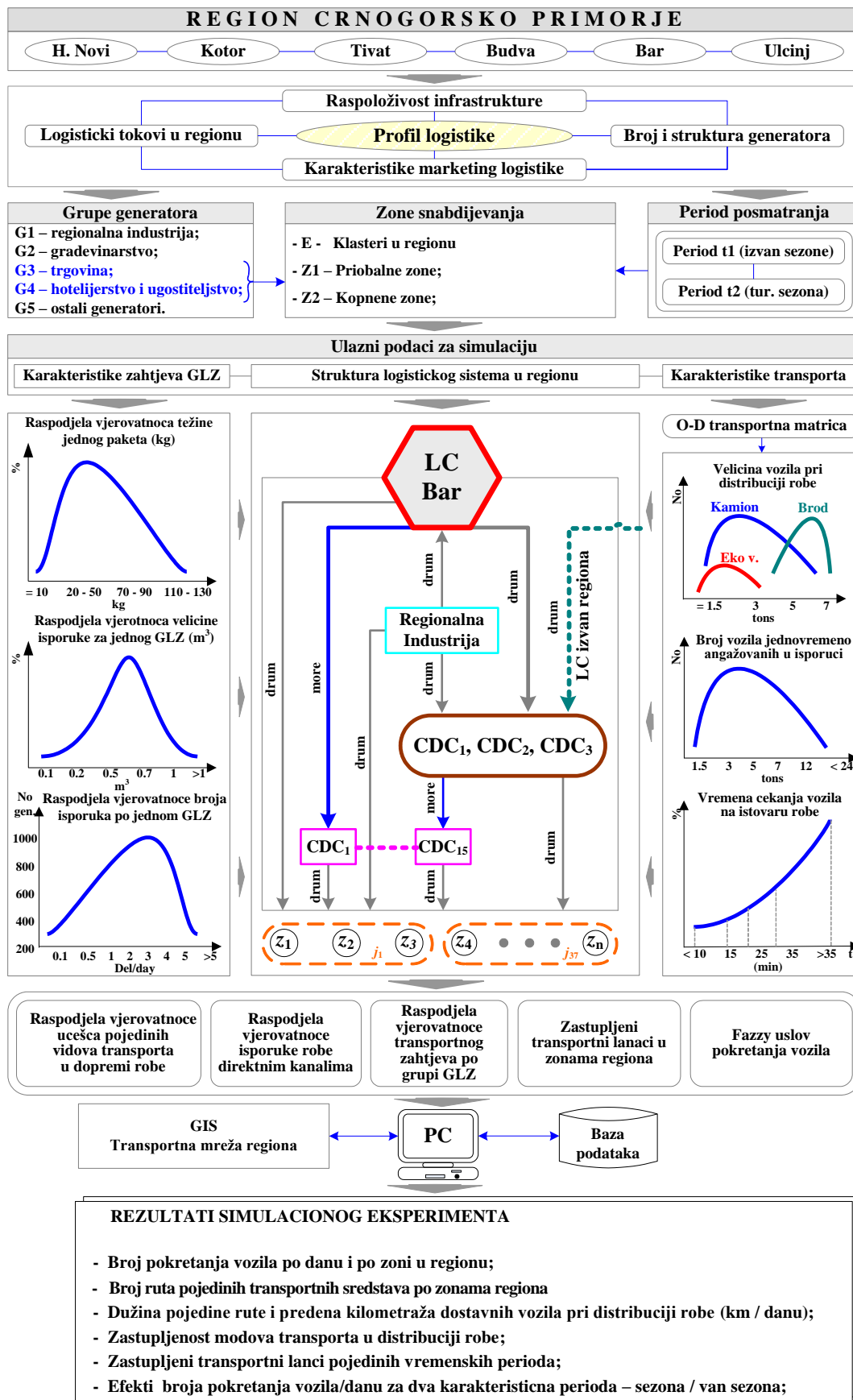
Slika 8.8: Potencijalna struktura multiešalonskog sistema distribucije

Za razvoj transportnog koncepta uzeto je da postoji svih pet skupova unificiranih transportnih sredstava  $k$ ,  $k \in K$ : (i) šleper nosivosti od 26t, (ii) brod nosivosti 20t, (iii) kamion na dizel pogon, nosivosti 5t, (iv) *cargohopper*, nosivosti 5t, i (v) *cargobike* nosivosti 0.5t. Ova transportna sredstva realizuju neki od šest definisanih tipova transportnog lanca i to: (i) **tip 1**: Šleper – dostavni kamion, (ii) **tip 2**: brod – *cargohopper*, (iii) **tip 3**: brod – *cargobike*, (iv) **tip 4**: šleper – brod – *cargohopper*, (v) **tip 5**: šleper – brod – *cargobike*, (vi) **tip 6**: šleper – brod.

Simulacionom tehnikom (*Slika 8.9.*) u programskom paketu Arena 7.01 definisan je ukupan broj ruta [112] i njihova prosječna dužina po zonama regiona (*Tabela 8.9.*). Sve rute predstavljaju konstantu i ne mijenjaju se tokom vremenskih intervala  $t_1$  i  $t_2$  u periodu  $T$ . Ovako definisane rute u *DYMEMULP* optimizacionoj proceduri se tretiraju kao trošak, koji transportno sredstvo ostvaruje u procesu fizičke distribucije robe. Promjenom transportnog lanca, mijenja se jedinični trosak  $\zeta_k$  za transportno sredstvo  $k$ ,  $k \in K$ .

Tabela 8.9: Prosječna dužina rute po zonama regiona (u km)

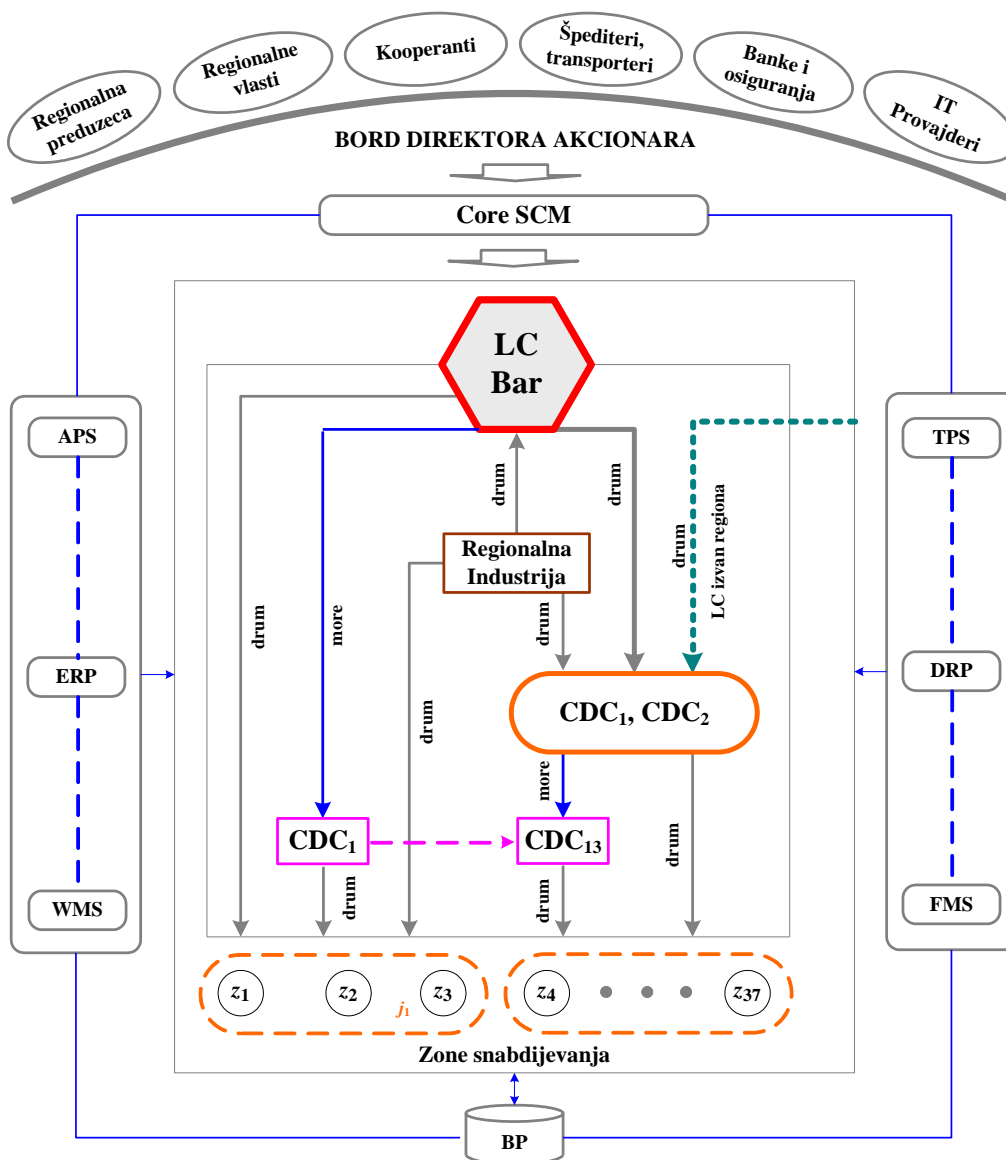
Zona	Vozilo	Period	Dužina	Zona	Vozilo	Period	Dužina	Zona	Vozilo	Period	Dužina	Zona	Vozilo	Period	Dužina
1	1	1	9.7	10	1	2	58.48	20	1	1	3.32	29	1	1	8.07
1	1	2	38.8	10	2	2	29.24	20	1	2	16.88	29	1	2	33.2
1	2	2	11.2	11	1	1	2.4	20	2	2	8.44	29	2	2	16.2
2	1	1	3.43	11	1	2	9.6	21	1	1	4.9	29	4	2	8.1
2	1	2	13.72	11	2	2	4.8	21	1	2	20.12	30	1	1	4.7
2	2	2	3.44	12	1	1	12.6	21	2	2	10.06	30	1	2	21.6
2	3	2	1.7	12	1	2	50.4	21	3	2	3.4	30	2	2	10.8
3	1	1	11.64	12	2	2	25.2	22	1	1	37	31	1	1	22.32
3	1	2	46.56	13	1	1	3.6	22	1	2	148	31	1	2	89.28
3	2	2	12.84	13	1	2	14.4	22	4	2	22	31	4	2	19.4
4	1	1	1.46	13	3	2	2.4	23	1	1	29.8	32	1	1	11.76
4	1	2	5.84	14	1	1	7.96	23	1	2	125.6	32	1	2	47.04
4	3	2	0.75	14	1	2	31.84	23	2	2	31.4	32	2	2	23.52
5	1	1	8.62	14	3	2	1.8	24	1	1	9.6	32	4	2	11.92
5	1	2	34.48	15	1	1	2.37	24	1	2	40.8	33	1	1	17.89
5	3	2	4.7	15	1	2	9.48	24	4	2	9.4	33	1	2	71.56
6	1	1	1.5	15	2	2	4.74	25	1	1	13.3	33	2	2	35.78
6	1	2	6	15	3	2	3.8	25	1	2	54.8	34	1	1	3.65
6	3	2	0.7	16	1	1	3.23	25	2	2	13.7	34	1	2	15.8
7	1	1	2.52	16	1	2	12.92	26	1	1	8.65	34	2	2	7.9
7	1	2	10.08	16	3	2	2.2	26	1	2	34.6	35	1	1	6.57
7	3	2	1.5	17	1	1	6.62	26	2	2	8.65	35	1	2	28.4
8	1	1	12.9	17	1	2	26.48	27	1	1	4.57	35	2	2	14.2
8	1	2	51.6	17	2	2	13.24	27	1	2	23.04	35	4	2	6.05
8	2	2	32.25	18	1	1	4.21	27	2	2	11.52	36	1	1	5.62
9	1	1	4.4	18	1	2	22.8	27	3	2	2.76	36	1	2	26.8
9	1	2	17.6	18	2	2	11.4	28	1	1	0.9	36	2	2	13.4
9	2	2	8.8	19	1	1	1.5	28	1	2	5.4	37	1	1	6.58
10	1	1	14.62	19	1	2	15	28	3	2	0.42	37	1	2	32.8
				19	3	2	1.14					37	2	2	16.4



Slika 8.9: Tok simulacione analiza kod definisanja ruta transportnih sredstava

**Faza 3: Faza implementacije MoLoTuRe modela**

Faza implementacije predstavljena je grafikonom prikazanim na slici 8.10.



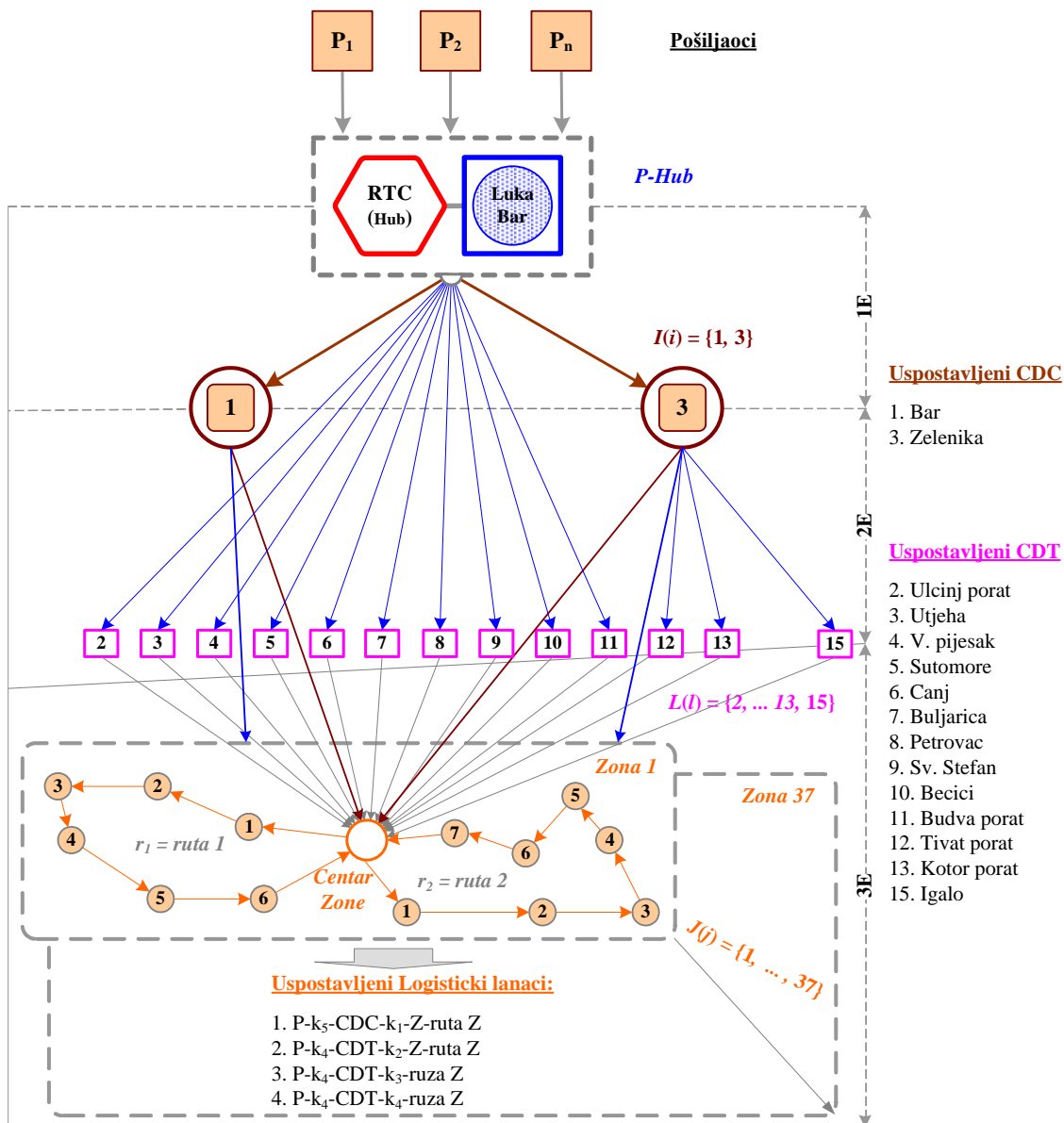
Slika 8.10: Organizaciono-upravljački koncept regiona crnogorsko primorje

**Faza 4: Faza testa MoLoTuRe modela logistike**

Za ovakvu postavku sistema, saglasno opisanoj formulaciji **DYMEMULP** modela, urađen je odgovarajući numerički primjer - instanca implementirana u programu CPLEX 12.2. na računaru sa procesorom Intel i3-540 na 3.07GHz, 4GB RAM memorije i 32-bitnom Windows 7 operativnom sistemu. Obrada ulaznih veličina u procesu pripreme podataka za primjenu modela implementirana je u programskom jeziku C++.

## 8.2. Rezultati DYMEMPULP optimizacije za konkretan primjer

Od potencijalno definisane mrežne strukture, a na osnovu optimizacije sprovedene CPLEX 12.2, kao optimalna mrežna struktura multiešalonskog sistema distribucije (Slika 8.11.) uspostavljena je ona koju sačinjavaju: jedan  $P_h$ , dva CDC i to Bar i Zelenika za periode  $t_1$  i  $t_2$ , kao i 13 CDT, koji funkcionišu u periodu  $t_2$ .



Slika 8.11: Uspostavljenu strukturu multiešalonskog sistema distribucije

Sami rezultati optimizacije programskog paketa CPLEX 12.2. posmatrano po ešalonim su sledeći:

Vrednost je: 2914921.04  
Vrijeme izvršavanja: 0.453000

**Uspostavljeni CDC:**

CDC1=Bar Troskovi= 698460.80  
CDC3=Zelenika Troskovi= 702460.80

**Uspostavljeni CDT:**

Int2=ljetni CDT2=Ulcinj porat Troskovi= 8637.81  
Int2=ljetni CDT3=Utjeha Troskovi= 2023.45  
Int2=ljetni CDT4=V.Pijesak Troskovi= 2023.45  
Int2=ljetni CDT5=Sutomore Troskovi= 8905.31  
Int2=ljetni CDT6=Canj Troskovi= 2269.84  
Int2=ljetni CDT7=Buljarica Troskovi= 2269.84  
Int2=ljetni CDT8=Petrovac Troskovi= 8637.81  
Int2=ljetni CDT9=Sv.Stefan Troskovi= 2269.84  
Int2=ljetni CDT10=Becici Troskovi= 7612.45  
Int2=ljetni CDT11=Budva porat Troskovi= 8637.81  
Int2=ljetni CDT12=Tivat porat Troskovi= 8637.81  
Int2=ljetni CDT13=Kotor porat Troskovi= 8637.81  
Int2=ljetni CDT15=Igalo Troskovi= 8637.81

**CDC-Z:**

Int1=zimski CDC1=Bar	Zona1	Vozilo1=kamion	Broj tura= 774	Troskovi= 60.31	Ukupno= 46676.84
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona2	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1028	Troskovi= 44.20	Ukupno= 45439.04
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona3	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1276	Troskovi= 52.77	Ukupno= 67336.05
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona4	Vozilo1=kamion	Broj tura= 47	Troskovi= 22.58	Ukupno= 1061.11
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona5	Vozilo1=kamion	Broj tura= 198	Troskovi= 33.15	Ukupno= 6563.22
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona6	Vozilo1=kamion	Broj tura= 45	Troskovi= 18.22	Ukupno= 819.72
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona7	Vozilo1=kamion	Broj tura= 263	Troskovi= 18.66	Ukupno= 4906.95
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona8	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1617	Troskovi= 22.49	Ukupno= 372.80
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona9	Vozilo1=kamion	Broj tura= 2816	Troskovi= 10.76	Ukupno= 30311.42
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona10	Vozilo1=kamion	Broj tura= 597	Troskovi= 24.45	Ukupno= 14598.80
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona11	Vozilo1=kamion	Broj tura= 211	Troskovi= 12.83	Ukupno= 2707.97
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona12	Vozilo1=kamion	Broj tura= 639	Troskovi= 29.12	Ukupno= 18606.40
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona13	Vozilo1=kamion	Broj tura= 67	Troskovi= 24.29	Ukupno= 1627.30
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona14	Vozilo1=kamion	Broj tura= 47	Troskovi= 38.17	Ukupno= 1794.03
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona15	Vozilo1=kamion	Broj tura= 452	Troskovi= 32.94	Ukupno= 14889.15
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona16	Vozilo1=kamion	Broj tura= 77	Troskovi= 47.93	Ukupno= 3690.41
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona17	Vozilo1=kamion	Broj tura= 161	Troskovi= 50.81	Ukupno= 8180.67
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona18	Vozilo1=kamion	Broj tura= 231	Troskovi= 54.25	Ukupno= 12531.24
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona19	Vozilo1=kamion	Broj tura= 226	Troskovi= 58.65	Ukupno= 13254.90
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona20	Vozilo1=kamion	Broj tura= 701	Troskovi= 58.26	Ukupno= 40842.78
Int1=zimski CDC1=Bar	Zona21	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1076	Troskovi= 60.58	Ukupno= 65186.23
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona22	Vozilo1=kamion	Broj tura= 24	Troskovi= 95.63	Ukupno= 2295.22
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona23	Vozilo1=kamion	Broj tura= 450	Troskovi= 77.00	Ukupno= 34651.80
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona24	Vozilo1=kamion	Broj tura= 223	Troskovi= 56.86	Ukupno= 12678.89
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona25	Vozilo1=kamion	Broj tura= 373	Troskovi= 58.10	Ukupno= 21670.55
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona26	Vozilo1=kamion	Broj tura= 264	Troskovi= 37.88	Ukupno= 10000.58
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona27	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1309	Troskovi= 30.04	Ukupno= 39325.76
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona28	Vozilo1=kamion	Broj tura= 787	Troskovi= 38.23	Ukupno= 30083.86
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona29	Vozilo1=kamion	Broj tura= 841	Troskovi= 52.81	Ukupno= 44415.40
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona30	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1135	Troskovi= 48.30	Ukupno= 54820.50
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona31	Vozilo1=kamion	Broj tura= 256	Troskovi= 65.16	Ukupno= 16681.88
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona32	Vozilo1=kamion	Broj tura= 702	Troskovi= 23.82	Ukupno= 16720.80
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona33	Vozilo1=kamion	Broj tura= 532	Troskovi= 31.73	Ukupno= 16878.34
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona34	Vozilo1=kamion	Broj tura= 528	Troskovi= 6.14	Ukupno= 3242.45
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona35	Vozilo1=kamion	Broj tura= 690	Troskovi= 18.17	Ukupno= 12540.47
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona36	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1068	Troskovi= 12.45	Ukupno= 13294.04
Int1=zimski CDC3=Zelenika	Zona37	Vozilo1=kamion	Broj tura= 1249	Troskovi= 18.19	Ukupno= 22717.31
Int2=ljetni CDC1=Bar	Zona8	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 923	Troskovi= 14.65	Ukupno= 13523.80
Int2=ljetni CDC1=Bar	Zona9	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1481	Troskovi= 5.90	Ukupno= 8731.98
Int2=ljetni CDC1=Bar	Zona10	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 395	Troskovi= 14.62	Ukupno= 5773.64
Int2=ljetni CDC1=Bar	Zona22	Vozilo4=brod	Broj tura= 49	Troskovi= 28.26	Ukupno= 1384.69
Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona24	Vozilo4=brod	Broj tura= 86	Troskovi= 11.48	Ukupno= 987.28
Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona29	Vozilo4=brod	Broj tura= 213	Troskovi= 21.23	Ukupno= 4521.46
Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona31	Vozilo4=brod	Broj tura= 87	Troskovi= 23.38	Ukupno= 2034.06

Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona32	Vozilo4=brod	Broj tura= 365	Troskovi= 12.12	Ukupno= 4425.26
Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona33	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 549	Troskovi= 22.39	Ukupno= 12292.99
Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona34	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 370 T	Troskovi= 3.85	Ukupno= 1424.50
Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona35	Vozilo4=brod	Broj tura= 282	Troskovi= 5.99	Ukupno= 1687.77
Int2=ljetni CDC3=Zelenika	Zona36	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1	Troskovi= 11.92	Ukupno= 11.92

**CDT-Z:**

Int2=ljetni CDT2=Ulcinj porat	Zona1	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1185	Troskovi= 9.86	Ukupno= 11679.36
Int2=ljetni CDT2=Ulcinj porat	Zona2	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1223	Troskovi= 1.60	Ukupno= 1958.76
Int2=ljetni CDT2=Ulcinj porat	Zona3	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1102	Troskovi= 6.62	Ukupno= 7292.60
Int2=ljetni CDT3=Utjeha	Zona4	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 3400	Troskovi= 0.22	Ukupno= 751.40
Int2=ljetni CDT3=Utjeha	Zona5	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 1835	Troskovi= 1.51	Ukupno= 2767.18
Int2=ljetni CDT4=V.Pijesak	Zona6	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 3590	Troskovi= 0.23	Ukupno= 840.06
Int2=ljetni CDT4=V.Pijesak	Zona7	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 2006	Troskovi= 0.52	Ukupno= 1043.12
Int2=ljetni CDT5=Sutomore	Zona11	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 900	Troskovi= 1.50	Ukupno= 1346.40
Int2=ljetni CDT5=Sutomore	Zona12	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 394	Troskovi= 5.79	Ukupno= 2279.68
Int2=ljetni CDT6=Canj	Zona13	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 5304	Troskovi= 0.51	Ukupno= 2689.13
Int2=ljetni CDT7=Buljarica	Zona14	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 4782	Troskovi= 0.62	Ukupno= 2983.97
Int2=ljetni CDT8=Petrovac	Zona15	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1070	Troskovi= 1.37	Ukupno= 1468.90
Int2=ljetni CDT9=Sv.Stefan	Zona16	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 3803	Troskovi= 0.88	Ukupno= 3361.85
Int2=ljetni CDT9=Sv.Stefan	Zona17	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 3142	Troskovi= 2.19	Ukupno= 6878.47
Int2=ljetni CDT10=Becici	Zona18	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1197	Troskovi= 3.26	Ukupno= 3897.43
Int2=ljetni CDT10=Becici	Zona18	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 1	Troskovi= 1.14	Ukupno= 1.14
Int2=ljetni CDT11=Budva porat	Zona19	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 6387	Troskovi= 0.20	Ukupno= 1278.68
Int2=ljetni CDT11=Budva porat	Zona20	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1746	Troskovi= 2.43	Ukupno= 4240.68
Int2=ljetni CDT11=Budva porat	Zona21	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1513	Troskovi= 2.96	Ukupno= 4480.30
Int2=ljetni CDT11=Budva porat	Zona21	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 1	Troskovi= 1.33	Ukupno= 1.33
Int2=ljetni CDT12=Tivat porat	Zona23	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 316	Troskovi= 18.26	Ukupno= 5770.16
Int2=ljetni CDT12=Tivat porat	Zona25	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 268	Troskovi= 11.75	Ukupno= 3148.46
Int2=ljetni CDT12=Tivat porat	Zona26	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 287	Troskovi= 5.08	Ukupno= 1458.53
Int2=ljetni CDT12=Tivat porat	Zona27	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1294	Troskovi= 2.60	Ukupno= 3364.92
Int2=ljetni CDT13=Kotor porat	Zona28	Vozilo3=cargobike	Broj tura= 4760	Troskovi= 0.19	Ukupno= 891.07
Int2=ljetni CDT13=Kotor porat	Zona29	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 2	Troskovi= 4.84	Ukupno= 9.68
Int2=ljetni CDT13=Kotor porat	Zona30	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 736	Troskovi= 3.65	Ukupno= 2687.87
Int2=ljetni CDT13=Kotor porat	Zona31	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 2	Troskovi= 16.06	Ukupno= 32.12
Int2=ljetni CDT15=Igalo	Zona36	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1033	Troskovi= 4.88	Ukupno= 5045.17
Int2=ljetni CDT15=Igalo	Zona37	Vozilo2=cargohopper	Broj tura= 1271	Troskovi= 3.83	Ukupno= 4865.39

**P-CDC:**

Int1=zimski	CDC1=Bar	Vozilo5=sleper	Broj tura= 2414	Troskovi= 1.98	Ukupno= 4779.72
Int1=zimski	CDC3=Zelenika	Vozilo5=sleper	Broj tura= 2006	Troskovi= 154.84	Ukupno= 310601.02
Int2=ljetni	CDC1=Bar	Vozilo5=sleper	Broj tura= 1436	Troskovi= 1.98	Ukupno= 2843.28
Int2=ljetni	CDC3=Zelenika	Vozilo4=brod	Broj tura= 1567	Troskovi= 44.08	Ukupno= 69071.79

**P-CDT:**

Int2=ljetni CDT2=Ulcinj porat		Vozilo4=brod	Broj tura= 878	Troskovi= 17.36	Ukupno= 15242.08
Int2=ljetni CDT3=Utjeha		Vozilo4=brod	Broj tura= 131	Troskovi= 9.03	Ukupno= 1182.93
Int2=ljetni CDT4=V.Pijesak		Vozilo4=brod	Broj tura= 140	Troskovi= 6.72	Ukupno= 940.80
Int2=ljetni CDT5=Sutomore		Vozilo4=brod	Broj tura= 324	Troskovi= 4.27	Ukupno= 1383.48
Int2=ljetni CDT6=Canj		Vozilo4=brod	Broj tura= 133	Troskovi= 8.19	Ukupno= 1089.27
Int2=ljetni CDT7=Buljarica		Vozilo4=brod	Broj tura= 120	Troskovi= 10.36	Ukupno= 1243.20
Int2=ljetni CDT8=Petrovac		Vozilo4=brod	Broj tura= 268	Troskovi= 11.73	Ukupno= 3142.30
Int2=ljetni CDT9=Sv.Stefan		Vozilo4=brod	Broj tura= 174	Troskovi= 19.46	Ukupno= 3386.04
Int2=ljetni CDT10=Becici		Vozilo4=brod	Broj tura= 300	Troskovi= 21.98	Ukupno= 6594.00
Int2=ljetni CDT11=Budva porat		Vozilo4=brod	Broj tura= 975	Troskovi= 24.43	Ukupno= 23819.25

**CDC-CDT:**

Int2=ljetni CDC1=Bar CDT12=Tivat porat		Vozilo4=brod	Broj tura= 542	Troskovi= 50.26	Ukupno= 27240.92
Int2=ljetni CDC1=Bar CDT15=Igalo		Vozilo4=brod	Broj tura= 576	Troskovi= 39.55	Ukupno= 22780.80
Int2=ljetni CDC3=Zelenika CDT13=Kotor porat		Vozilo4=brod	Broj tura= 304	Troskovi= 15.56	Ukupno= 4729.48



Tabela 8.10: Efekti razvijenog MoLoTuRe modela

Zona	Vremenski efekti (%)		Ekonomski efekti (%)		Transportni efekti		Ekološki efekti	
	$t_1$	$t_2$ (%)	$t_1$	$t_2$ (%)	$t_1$	$t_2$ (%)	$t_1$	$t_2$ (%)
1	0	- 35.1	0	+ 33.35	0	- 19.31	0	+ 87.75
2	0	- 37.2	0	+ 35.34	0	- 20.46	0	+ 93.00
3	0	- 36.3	0	+ 34.49	0	- 19.97	0	+ 90.75
4	0	- 33.7	0	+ 32.02	0	- 18.54	0	+ 84.25
5	0	- 32.8	0	+ 31.16	0	- 18.04	0	+ 82.00
6	0	- 28.7	0	+ 27.27	0	- 15.79	0	+ 71.75
7	0	- 29.2	0	+ 27.74	0	- 16.06	0	+ 73.00
8	0	- 25.5	0	+ 24.23	0	- 14.03	0	+ 63.75
9	0	- 18.8	0	+ 17.86	0	- 10.34	0	+ 47.00
10	0	- 22.3	0	+ 21.19	0	- 12.27	0	+ 55.75
11	0	- 23.4	0	+ 22.23	0	- 12.87	0	+ 58.50
12	0	- 25.4	0	+ 24.13	0	- 13.97	0	+ 63.50
13	0	- 27.6	0	+ 26.22	0	- 15.18	0	+ 69.00
14	0	- 28.2	0	+ 26.79	0	- 15.51	0	+ 70.50
15	0	- 31.3	0	+ 29.74	0	- 17.22	0	+ 78.25
16	0	- 33.7	0	+ 32.02	0	- 18.54	0	+ 84.25
17	0	- 33.2	0	+ 31.54	0	- 18.26	0	+ 83.00
18	0	- 34.6	0	+ 32.87	0	- 19.03	0	+ 86.50
19	0	- 35.1	0	+ 33.35	0	- 19.31	0	+ 87.75
20	0	- 27.3	0	+ 25.94	0	- 15.02	0	+ 68.25
21	0	- 26.5	0	+ 25.18	0	- 14.58	0	+ 66.25
22	0	- 28.9	0	+ 27.46	0	- 15.90	0	+ 72.25
23	0	- 29.8	0	+ 28.31	0	- 16.39	0	+ 74.50
24	0	- 27.4	0	+ 26.03	0	- 15.07	0	+ 68.50
25	0	- 31.3	0	+ 29.74	0	- 17.22	0	+ 78.25
26	0	- 32.5	0	+ 30.88	0	- 17.88	0	+ 81.25
27	0	- 35.7	0	+ 33.92	0	- 19.64	0	+ 89.25
28	0	- 32.5	0	+ 30.88	0	- 17.88	0	+ 81.25
29	0	- 34.8	0	+ 33.06	0	- 19.14	0	+ 87.00
30	0	- 31.3	0	+ 29.74	0	- 17.22	0	+ 78.25
31	0	- 33.3	0	+ 31.64	0	- 18.32	0	+ 83.25
32	0	- 29.7	0	+ 28.22	0	- 16.34	0	+ 74.25
33	0	- 26.5	0	+ 25.18	0	- 14.58	0	+ 66.25
34	0	- 29.7	0	+ 28.22	0	- 16.34	0	+ 74.25
35	0	- 27.3	0	+ 25.94	0	- 15.02	0	+ 68.25
36	0	- 28.5	0	+ 27.08	0	- 15.68	0	+ 71.25
37	0	- 24.7	0	+ 23.47	0	- 13.59	0	+ 61.75

Shodno dobijenim izlaznim rezultatima i postignutim efektima primjene novog MoLoTuRe modela, moguće je izvesti sledeće zaključke:

- ✓ Omogućena je **prilagodivost** MoLoTuRe modela u cilju odgovora tržišnim izazovima u uslovima povećane neizvjesnosti, korišćenjem postojećih infrastrukturnih kapaciteta u periodu ljetne turističke sezone;
- ✓ Definisani sistemski koncept obezbeđuje dovoljnu **raspoloživost** sistema i robe sa malim investicionim ulaganjem u cilju realizacije 7P koncepta;



- ✓ Model omogućava **realističnost** kao mogućnost implementacije sa niskim nivoom apstrakcije;
- ✓ Model omogućava **stabilnost** poslovnih funkcija, da odgovore postavljenim zahtjevima integrišući pojedine logističke procese i sisteme na jednom mjestu i primjenu jedinstvenih upravljačkih modela;
- ✓ Postoji potrebna **konzistentnost** koja omogućava međusobnu usklađenost ponude i potražnje logističkih kapaciteta i usluge u prisutnim logističkim lancima;
- ✓ Model omogućava **izvodljivost** preko konceptualne, tehnološke, ekološke i ekonomske izvodljivosti uz ostvarivanje odgovarajuću kompetencije;
- ✓ Razvijeni model omogućava **transparentnost** procesa koji su razumljivi i mjerljivi za sve koji su uključeni u logistički lanac;
- ✓ Model je **ekonomičan** i ima mogućnost razvoja, održavanja i funkcionisanja;
- ✓ Model je **efikasan** u primjeni novih transportnih tehnologija (brod, cargobike i cargohopper) i 4K procesa u okviru optimalno sistemskog koncepta koji valorizuje morske luke i CDT. Primjenom ovih tehnoloških rešenja ostvaruje u prosjeku 30% vremenske uštede, 28,49% ekonomske dobiti, i 16,5% manje transportnog rada u odnosu na konvencionalnu tehnologiju. Ako se posmatra isključenje dostavnih kamiona u procesu fizičke distribucije, onda se može reći da su nova tehnološka rešenja u potpunosti uspješno zamijenila upotrebu kamiona u procesu distribucije, što je bio jedan od ciljeva razvoja ovog modela;
- ✓ Model ima **fleksibilnost** ili otvorenost za inovacije, unapređenja, paradigme, kooperante i LS;
- ✓ Model ima visok nivo **ekološke prihvatljivosti**, zbog primjene tehnologija sa malim uticajem na okolinu. Prosječni ekološki pozitivni efekti primjene ovih tehnologija kreću u iznosu od 74.99%, što govori o izuzetno značajnom nivou prihvatljivosti.

Shodno prethodno prezentovanom, moguće je predstaviti i pravce budućeg istraživanja i to:

- Pravac 1.** Proširenje postojećeg matematičkog modela za više lanaca snabdijevanja dodavanjem ograničenja u formulaciji modela;
- Pravac 2.** Unapređenje matematičkog modela za heurističku proceduru i jedinstvenu CARP optimizaciju, koja će integrisano vršiti definisanje optimalne rute;
- Pravac 3.** Unapređenje matematičkog modela za primjenu metaheurističke procedure.

## POGLAVLJE 9

## ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Posmatrajući izražene regionalne logističke probleme, analizirajući realne potrebe, izučavajući do sada razvijene modele dostupne u stručnoj literaturi i uviđajući mogućnosti njihovog unapređenja, izdvojila se ideja pri izradi ovog rada o integrisanom pristupu optimizacije logističkih procesa u regionalnoj logistici primjenom jednostavnih rešenja u funkcije složene optimizacije. Širok dijapazon mogućih pravaca istraživanja sa kojim se autor susreo na početku rada, imali su jedan zajednički sadržalac, razvoj takvog modela, koji može obezbijediti, jedinstveno upravljanje, efikasan i jeftin rad sistema sa kratkim vremenom isporuke u kome se pruža očekivani kvalitet logističke usluge sa minimalim kapacitetima i resursima. Rad na razradi početne ideje, rezultirao je razvojem dvije faze istraživanja, prve koja je prezentovana u radu [112] i druge u okviru ovog rada koja predstavlja unapređenje početno definisanih polaznih osnova u kojoj su izlazni rezultati u prvoj fazi, korišćeni kao inputi u drugoj. Shodno mogućnostima i potrebama razvijen je originalni strateški okvir MoLoTuRe modela, koji u sebi integriše četiri osnovne koncepcije u jedno rešenje sa elementima univerzalnosti. Za potrebe testiranja ispravnosti izvornih postavki MoLoTuRe modela razvijena je originalna *DYMEMULP* optimizaciona procedura, zbog čega istraživanje rađeno u ovom radu dobija na značaju, a posebno zbog toga što je korišćeno više tehnika i alata (simulaciona tehnika, *fuzzy* brojevi, programiranje, GIS transformacija podataka, *k-means* klasterizacija, bazična optimizacija) u razvoju i testiranju predloženog MoLoTuRe modela. Traženje novih unapređenih i jeftinih sistemskih rešenja koja se mogu prilagođavati trendovima i potrebama je imperativ kome se teži, zbog sve većeg stepena inkorporiranja logistike u turističku ponudu PTR. Blizina vode, prisustvo morskih luka,

postojanje niza pristaništa duž obale su elementi, koji stvaraju dobru osnovu za unapređenje postojećih sistemskih rešenja i razvoj kooperativnih distributivnih odnosa, prije svega kombinacijom *kopnenog* i *vodnog* vida transporta, s ciljem obezbjeđenja nesmetanog protoka robe sa kompletnom logističkom uslugom (eng. *Full Service packet*) po JIT strategiji na ekonomsko i ekološki prihvatljiv način u uslovima neizvjesnosti rada sistema. Kooperativni distributivni odnosi predstavljaju bitno unapređenje u odnosu na istraživanje koje je prezentovano u radu [112]. Sva do sada rađena istraživanja u regionalnoj logistici, uglavnom idu u pravcu poboljšanja rada samo neke karike logističkog lanca. To se ispostavilo kao nedovoljno unapređenje, jer unapređenje u nekom segmentu ne mora da znači i unapređenje čitavog lanca, pa se stoga pažnja danas sve više usmjerava na paralelan proces optimizacije svih karika logističkog lanca. Upravo zbog ove činjenice, izvršena je nadogradnja i unapređenje prvobitno razvijenog modela [112].

Proces dizajniranja adekvatne i savremene logističke mreže, rezultat je potreba za optimalnim, efikasnim, jeftinim i kvalitetnim snabdijevanjem pojedinih turističkih regiona. Ove izraženosti utiču na razvoj novog organizacionog koncepta za efikasan i efektivan menadžment lanaca snabdijevanja po Core SCM modelu. Razvoj metoda i tehnika menadžmeta, povećanje regulativa kao rezultata intenziviranja zahtjeva koji se odnose na zaštitu životne sredine, istorijskog i kulturnog nasleđa, imali su značajan uticaj na unapređenje postojećih sistemskih rešenja u logistici. Značajno je poraslo interesovanje za forsiranje čistijih transportnih tehnologija, razvoj novih logističkih mreža i primjeni LEAN integrisanog koncepta logistike, koji povezuje sve karike logističkog lanca, prije svega procese snabdijevanja i povratnu logistiku u jednu cjelinu. Uključivanje morske luke i forsiranje «*port* orjentisanih logističkih lanaca» u rešavanje problema regionalne logistike, stvorili su osnovu da se: (i) morska luka pojavi kao sistem integrum regionalnog značaja, koji će dati novu stratešku i sistemsku dimenziju između ostalog valorizovanjem mora kao transportnog puta, (ii) omogući unapređenje i primjena ekoloških distributivnih transportnih sistemskih rešenja, posebno u poslednjoj (*last mile*) karici logističkog lanca, s ciljem prevazilaženje prisutnih ograničenja u realizaciji robnog toka, (iii) omoguće jedinstveni regionalni integracioni procesi, (iv) pospješi čitav lanac vrijednosti u regionalnoj logistici sa sinergetskim efektom.

Neki od najvažnijih novih ostvarenih rezultata u ovom radu su:

1. Integrisani pristup optimizacije u multiešalonskom sistemu distribucije, sa dinamičkim uslovima funkcionisanja sistema rezultirao je unapređenjem tradicionalnog modela logistike;
2. Ideja o među vidovskoj i unutar vidovskoj adaptaciji i koordinaciji u cilju opšte optimizacije sistema, forsiranjem port orjentisanih logističkih lanaca u kombinaciji sa eko transportnim rešenjima;
3. Primjena više različitih transportnih lanaca u procesu realizacije regionalnih logističkih lanaca i procesa fizičke distribucije;
4. Ideja o korišćenju morske luke u regionalnoj logistici kao sistema integruma i hardvera za razvoj novih paradigmi, platformi, koncepata i pristupa u rešavanju regionalnih logističkih problema;
5. Za efikasnu realizaciju logističkih lanaca u PTR osmišljen je koncept varijabilnih CDT koji imaju djelimičnu tehnološku razvijenost, koji se uspostavljaju samo u uslovima povećanih robnih tokova u peritodu  $t_2$ ;
6. Pri rešavanju problema snabdijevanja regiona robom, uvedena je heterogena struktura dostavnih vozila, što do sada nije korišćeno u rešavanju ovakvih problema, čime je stvorena mogućnost među vidovske i unutar vidovske koordinacije transportnih potreba i mogućnosti;
7. Razvijena je originalna *DYMEMULP* optimizaciona procedura, koja može rešavati probleme širih dimenzija (do 30 CDC, 75 CDT, 160 zona) i može biti lako nadograđena novim ograničenjima;
8. Primijenjena je koordinacija vodnog i drumskog vida transporta kao unapređenje u odnosu na istraživanje koje je rađeno i prezentovano u radu [112];
9. Predloženi su novi organizacioni i informacioni integracioni koncepti.

Prepoznavanjem morske luke kao sistema koji sve više poprima obelježja savremenih LC, stvara se dobra osnova za razvoj novih sistemskih rešenja. Jedno tako strateški važno sistemsko rešenje jeste, povezivanje velike pomorske luke kao  $p$ -Hub sa više manjih regionalnih luka i pristaništa duž cijele obale PTR, koji mogu egzistirati kao mreža CDC prvog ešalona, koja predstavlja osnovu za razvoj mreže CDT u drugom ešalonu, s ciljem brzog, jednostavnog i jeftinog transfera sa makro na mikro robne

tokove, kada se region nalazi u uslovima značajnih izmjena regionalnih funkcija (povećanje funkcije turizma u odnosu na ostale). Taktičkim sistemskim inženjeringom, da CDT tehnološki egzistiraju u kombinaciji sa malim brzim čamcima, koji nose male *delivery* kontejnere sa morske strane, koja se nadovezuju sa ekološkim dostavnim vozilima koja distribuiraju robu ka turističkim subjektima u CBD zonama i duž morske obale sa kopnene strane, se definišu kao ključni jednostavni, jeftini i prirodno upareni tehnološki elementi za kreiranje novih prilagodivih rešenja. Uz primjenu novih ICT sistemskih rešenja, optimizacija logističkih procesa u PTR na ovakav način, predstavlja inspiraciju, izazov i priliku da se: (i) prevaziđu postojeća ograničenja i smanji njihov uticaj na sveukupni privredni regionalni razvoj, i (ii) sa naučnog aspekta, uz primjenu prije svega metoda operacionih istraživanja, matematičkog programiranja, kombinatorne optimizacije, i logističkih principa i načela razviju metodološki pristupi koji će imati i svoju drugu dimenziju, dimenziju realnog nivoa apstrakcije i praktične upotrebljivosti u rešavanju konkretnih zadataka.

Može se reći, da trenutno postoji veoma malo modela koji se bave integrisanim pristupom optimizacije regionalnih logističkih procesa. Postoje neki modeli [53, 54, 87] koji su razvijeni i razmatrani sa većim stepenom apstrakcije, ali sa manjim nivoom primjenjivosti. Postoje modeli u pilot studijama zasnovani na operacionim istraživanjima, sistemskom pristupu, koji su razvijeni da riješe pojedine probleme [3, 4, 44, 65, 162, 168, 181, 183, ...]. Linearni, heuristički i metaheuristički modeli koji sveobuhvatno i jednovremeno optimizuju sve faze SC [130] veoma su rijetki. Ovaj rad imao je za cilj, da doprinese smanjenju ovog jaza, definišući originalnu optimizacionu proceduru *Dynamic multiechelon, multiitem locating problem with heterogenous fleet – DYMEMULP*, u razvoju prilagodivih modela regionalne logistike koristeći sa prihvatljivim nivoom apstrakcije, u kojem je posmatran višeešalonski sistem distribucije sa više skupova unificiranih transportnih sredstava u procesu realizacije logističkih lanaca u turističkim regionima kod dinamičkih uslova funkcionisanja sistema. Suštinski posmatrano, optimizaciona procedura se naslanja na CARP problem, s tim što su kod nje rute unaprijed definisane i tretirane kao trošak transportnog sredstva.

Rezultati koji su dobijeni testiranjem *DYMEMULP* optimizacione procedure na konkretnom primjeru, nedvosmisleno ukazuju na:

1. Opravdanost primjene definisanih polaznih odrednica kod inženjeringa novih MoL. Ukoliko bi se u potpunosti primjenili razvijena rešenja, moguće je ostvariti širok spektar pozitivnih rezultata, koji se mogu prezentovati kroz četiri ključne ravni i to: vremensku, transportnu, ekonomsku i ekološku;
2. Mogućnost praćenja stepena pojedine vrste ušteda po svakom ešalonu i svakoj zoni snabdijevanja;
3. Mogućnost posmatranja izlaznih parametara u okolnostima izmjene strukture i parametara lanaca snabdijevanja;
4. Mogućnosti dodavanja ograničenja u cilju primjene višekriterijumske optimizacije u kojoj bi i drugi optimizacioni kriterijumi koji se odnose na kapacitet i lokacije LC i upravljanje zalihama bio minimizacija uticaja na rad cjelokupnog sistema;
5. Otvorenost modela za njegovo proširenja za primjenu heurističkih i metaheurističkih procedura.

Razvoj MoLoTuRe modela i *DYMEMULP* optimizacione procedure predstavljaju vrlo kvalitetnu podlogu za razvoj strateških rešenja u procesu reinženjeringa regionalnih logistikih sistemskih rešenja. Drugim riječima, rezultati daju direktan odgovor na pitanje koju strukturu sistema je opravdano uspostaviti, što suštinski predstavlja postepeno približavanje totalnoj optimizaciji regionalnih logističkih procesa i lanaca. Sam postupak ima mogućnosti interaktivnog i iterativnog postupanja mijenjajući ulazne podatke u instanci ako se ne nađe optimalno ili kompromisno rešenje. Poseban doprinos ovog modela je u mogućnosti paralelne optimizacije većeg broja logističkih lanaca sa kvantifikacijom efekata za svaki lanac posebno.

## POPIS SKRAĆENICA

### Skraćenice

MoLoTuRe	Model Logistike Turističkog Regiona
DYMEMLP	Dynamic multiechelon, multiitem locating problem with heterogenous fleet
JIT	Just In Time
GLZ	Generator Logističkih Zahtjeva
LS	Logistički sistem
PTR	Primorski turistički region
MoL	Model Logistike
Core SCM	Core Supply Chain Management
4K	Koncentracija, Kooperacija, Kooordinacija, i Konsolidacija
LC	Logistički Centar
CDT	Cross Docking Terminal
SC	Supply Chain
IT	Informacione Tehnologije
LZ	Logistički Zahtjev
RL	Regionalna Logistika
CL	City Logistika
ITS	Intelligent Transport Systems
RTC	Robno Transportni Centar
DP	Dry Port
CARP	Capacitated Arc Routing Problem
VAL	Value Added Logistics
MID	Merge In Distribution
CDC	City Distributivni Centar
CBD	Central Busines District
IS	Informacioni Sistem
BDP	Bruto Društveni Proizvod
ERP	Enterprise Resource Planning
LoP	Pokacijski Problem
VRP	Vehicle Routing Problem
CVRP	Capacity Vehicle Routing Problem
LP	Linearno Programiranje
DVRP	Distance Constrained VRP
DCVRP	Distance Constrained Capacitated VRP
VRPTW	VRP with Time Window
VRPPD	VRP with Periodic Depot
MDLRP	Multi-Depot Location Routing Problems
VRPSF	VRP with Satellites Facilities

---

GPDP	General Pickup and Delivery Problem
PDP	Pickup and Delivery Problem
DARP	Dial-a-Ride Problem
VRPPD	VRP with Pickups and Deliveries
VRP-B	VRP with Backhauls
VRP-MPD	VRP Mixed Pickups and Deliveries
VRP-SPD	Simultaneous Pickups and Deliveries
VRPSD	VRP with Split Delivery
CCPP	Chinese Capacitated Postman Problem
BRKGA	Biased Random Key Genetic Algorithm
GRASP	Greedy Randomized Adaptive Search Procedure
CARPP	CARP with Profit
VNS	Variable Neighborhood Search
TS	Tabu Search
PCARP	Periodic CARP
CARPMC	CARP with Multiple Centers
CARP-MD	CARP with Mobile Depots
CMST	Capacitated Minimum Spanning Tree problem
CARPIF	CARP with Intermediate Facilities
CARPRP	CARP with Refill Points
SDCARP	Split Delivery CARP
MCCARP	Multiple Compartment CARP
SCARP	Stochastic CARP
DCARP	Deterministic CARP
MA	Memetic Algorithm
MOCARP	Multiobjective CARP
OCARP	Open Capacitated Arc Routing Problem
MCLP	Mješovito Cjelobrojno Linearno Programiranje
DP	Dinamičko Programiranje
SA	Simulated Annealing
TS	Tabu Search
GA	Genetic Algorithms
BCO	Bee Colonies Optimisation
ACO	Ant Colonies Optimisation
ICT	Information and Communication Technologies
O-D	Ordinary-Destination
CVM	Commercial Vehicle Movement
DCM	Disaggregate Commercial Model
UPIN	Utvrđi, Planiraj, Implementiraj, i Nadgledaj
IEM	Inter-Establishment Movements
UMM	Urban Management Movements
ULEV	Ultra Low Environmental impact vehicles
UMM	Urban management movements



HCP	Hydraulic Capsule Pipeline
PRT	Personal Rapid Transport
TNG	Tečni Naftni Gas
PCP	Pneumatic Capsule Pipeline
DMT	Dual Mode Truck
AVL	Automatic Vehicle Location
AVM	Automatic Vehicle Monitoring
RFID	Radio Frequency Identification Detected
DSD	Direct Store Delivery
LES	Logistics Execution Software
LIS	logistički informacijski sistem

**Oznake:**

$\varepsilon = \{e\}$	Set klastera
$J = \{j\}$	Skup zona koji predstavljaju najniži nivo posmatranja
$I = \{i\}$	Skup potencijalnih lokacija za otvaranje city distributivnih centara (CDC)
$L = \{l\}$	Skup potencijalnih lokacija za otvaranje cross docking terminala (CDT)
$\Psi = \{\psi\}$	Skup kooperanata u okviru nekog LC
$P = \{p\}$	Set proizvoda
$Z = \{z\}$	Set korisnika (generatora logističkih zahtjeva)
$D = \{d\}$	Skup korisničkih potreba
$K = \{k\}$	Skup transportnih sredstava
$T$	Interval posmatranja
$q_{jt}$	Generisani logistički zahtjev
$\bar{d}_{jkt}$	Srednja dužina rute realizovane vozilom $k$ unutar zone $j$
$d$	Dužina pojedinih rastojanja između ešalona
$\xi_k$	Jedinični troškovi korišćenja vozila tipa $k$
$\eta$	Stepen iskorišćenja nosivosti vozila
$\delta_{jkt}$	Koeficijent, indikator mogućnosti korišćenja vozila tipa $k$ za snabdevanje zone $j$ u periodu $t$ ,
$\delta_{lkt}$	Koeficijent, indikator mogućnosti korišćenja vozila tipa $k$ za snabdijevanje CDT $l$ u periodu $t$ ,
$\delta_{lt}$	Koeficijent, indikator mogućnosti otvaranja CDT $l$ u periodu $t$ ,
$C$	Troškovi ture otpreme robe vozilom $k$
$F$	Troškovi otvaranja satelita $i$ i $l$
$X$	Ukupan broj tura vozila $k$
$Y$	Binarne promjenjive
$M_t$	Dovoljno velik pozitivan broj korišćen u linearizaciji ograničenja,

---

---

## LITERATURA

---

---

### 1. RADOVI U ČASOPISIMA

- [1] A. G. Qureshi, E. Taniguchi, T. Yamada, «Exact solution for the vehicle routing problem with semi soft time windows and its application», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, no. 3, pp. 5931-5943, 2010.
- [2] A. Likas, N. Vlassis, J. Verbeek, «The global k-means clustering algorithm», *Pattern Recognition*, vol. 36, pp. 451-461, 2003.
- [3] A. Nuzzolo, U. Crisalli, A. Comi, «A Restocking Tour Model for the Estimation of O-D Freight Vehicle in Urban Areas», *Procedia Social and Behavioral Sciences*, vol. 20, pp. 140–149, 2011.
- [4] A. Nuzzolo, U. Crisalli, A. Comi, «A trip chain model for simulating urban freight restocking», *European Transport/Trasporti Europei*, vol. 50, 2012.
- [5] A. Amberg, W. Domschke, S. Voss, «Multiple center capacitated arc routing problems: A Tabu search algorithm using capacitated trees», *European Journal of Operational Research*, vol. 124, pp. 360–376, 2000.
- [6] A. Del Pia, C. Filipi, «A variable neighborhood descent algorithm for a real waste collection problem with mobile depots», *International Transactions in Operational Research*, vol. 13, pp. 125–141, 2006.
- [7] A. Amaya, A. Langevin, M. Trépanier, «The capacitated arc routing problem with refill points», *Operational Research Letter*, vol. 35, pp. 45–53, 2007.
- [8] A. Langevin, A. Amaya, M. Trépanier, «The capacitated arc routing problem with refill points», *Operations Research Letters*, vol. 35, pp. 45-53, 2006.
- [9] A. N. Letchford, A. Oukil, «Exploiting sparsity in pricing routines for the capacitated arc routing problem», *Computers and Operations Research*, vol. 36, no. 7, pp. 2320–2327, 2009.
- [10] A. Hertz, G. Laporte and M. Mittaz, «A Tabu Search heuristic for the capacitated arc routing problem», *Operations Research*, vol. 48, pp. 129-135, 2000.

- 
- [11] A. Amaya, A. Langevin, and M. Trepanier, «A heuristic method for the capacitated arc routing problem with refill points and multiple loads», *Journal of the Operational Research Society*, vol. 61, pp. 1095 – 1103, 2011.
- [12] A. Amberg, W. Domschke, and S. Voû, «Multiple center capacitated arc routing problems: A tabu search algorithm using capacitated trees», *European Journal of Operational Research*, vol. 124, pp. 360-376, 2000.
- [13] B. Fahimnia, L. Luong, R. «Marian, An integrated model for the optimization of a two-echelon supply network», *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, vol. 31, no. 2, Dec. 2008.
- [14] B.L. Golden, R.T. Wong, «Capacitated arc routing problems», *Networks*, vol. 11, no. 3, pp. 305–315, 1981.
- [15] B.L. Golden, J. DeArmon, and E.K. Baker, «Computational experiments with algorithms for a class of routing problems», *Computers and Operations Research*, vol. 10, no. 1, pp. 47–59, 1983.
- [16] B. Rachel, L. André, «A vehicle routing cost evaluation algorithm for the strategic analysis of radial distribution networks», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 45, no. 1, pp. 50-60, 2009.
- [17] C. Contardo, V. Hemmelmayr, T. G. Crainic, «Lower and upper bounds for the two-echelon capacitated location-routing problem», *Computers & Operations Research*, vol. 39, pp. 3185–3199, 2012.
- [18] C. C. Lin, S. H. Che, «An integral constrained generalized hub-and-spoke network design problem», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 44, no. 6, pp. 986-1003, 2008.
- [19] C. Groer, B. Golden, E. Wasil, «A library of local search heuristics for the vehicle routing problem», *Mathematical Programming Computation*, vol. 2, no. 2, pp. 79-101, 2010.
- [20] C. K. Chan, B. G. Kingsman, «Coordination in a single-vendor multi-buyer supply chain by synchronizing delivery and production cycles», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 43, pp. 90–111, 2007.
- [21] C. Archetti, D. Feillet, A. Hertz, M. Speranza, «The undirected capacitated arc routing problem with profits», *Computers & Operations Research*, vol. 37, pp. 1860–1869, 2010.
- [22] C. S. Lu, «Market segment evaluation and international distribution centers», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 39, no. 1, pp. 49-60, 2003.

- 
- [23] C. Martinez, I. Loiseau, M.G.C. Resende, and S. Rodriguez, «BRKGA Algorithm for the Capacitated Arc Routing Problem», *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, vol. 281, pp. 69–83, 2011.
- [24] C. Sunil, «Designing the distribution network in a supply chain», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 39 no. 2, pp. 123-140, 2003.
- [25] C. H. Christiansen, J. Lysgaard, and S. Wøhlk, «A Branch-and-Price Algorithm for the Capacitated Arc Routing Problem with Stochastic Demands», *Operations Research Letters*, vol. 37, pp. 392-398, 2009.
- [26] D. H. Lee, M. Dong, «A heuristic approach to logistics network design for end-of-lease computer products recovery», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 44, no. 3, pp. 455-474, 2008.
- [27] E. Miandoabchi R. Z. Farahani, W. Y. Szeto, «Bi-objective bimodal urban road network design using hybrid metaheuristics», *Central European Journal of Operation Research*, vol. 20, pp. 20:583 - 621, 2012.
- [28] E. Benavent, V. Campos, A. Corberán, E. Mota, «The capacitated arc routing problem: lower bounds», *Networks*, vol. 22, pp. 669 - 690, 1992.
- [29] F. Baita, W. Ukovich, R. Pesenti, D. Favaretto, «Dynamic routing-and-inventory problem: A review», *Transportation Research Part A*, vol. 32, pp. 585 - 598, 1998.
- [30] F. Russo, A. Comi, «A modelling system to simulate goods movements at an urban scale», *Transportation*, vol. 37, no 6, pp. 987 - 1009, 2010.
- [31] F. L. Usberti, P. M. França, and A. L. M. França, «The open capacitated arc routing problem», *Computers & Operations Research*, vol. 38, no. 11, pp. 1543 - 1555, 2011.
- [32] F. Chu, N. Labadi, C. Prins, «A Scatter Search for the periodic capacitated arc routing problem», *European Journal of Operational Research*, vol. 169, pp. 586 - 605, 2006.
- [33] G. Nagy, S. Salhi, «Location routing: Issues, models and methods», *European Journal of Operational Research*, vol. 177, pp. 649 – 672, 2007.
- [34] G. Perboli, R. Tadei, D. Vigo, «The two echelon capacitated vehicle routing problem: models and mathbased heuristics». *Transportation Science*, vol. 45, pp. 364-380, 2011.
- [35] G. Perboli, F. Pezzella, R. Tadei, «A hybrid algorithm for the capability vehicle routing Problem», *Mathematical Methods of Operations Research*. vol. 68, pp. 361-382, 2008.
- [36] G. Ghiani, G. Improta, and G. Laporte, «The capacitated arc routing problem with intermediate facilities», *Networks*, vol. 37, pp. 134–143, 2001.

- [37] G. Fleury, P. Lacomme, C. Prins, «Evolutionary algorithms for stochastic arc routing problems», in: G.R. Raidl, F. Rothlauf, G.D. Smith, G. Squillero, S. Cagnoni, J. Branke, D.W. Corne, R. Drechsler, Y. Jin, C.G. Johnson (Eds.), *Applications of Evolutionary Computing*, Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg, pp. 501-512, 2004.
- [38] Grupa autora, «Logistics land use and the city: A spatial-temporal modeling approach», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 44, no. 2, pp. 277-297, 2008.
- [39] G. Ulusoy, «The fleet size and mixed problem for capacitated arc routing», *European Journal of Operational Research*, vol. 22, pp. 329–337, 1985.
- [40] G. Ghiani, F. Guerriero, G. Laporte, R. Musmanno, «Tabu Search Heuristics for the Arc Routing Problem with Intermediate Facilities under Capacity and Length Restrictions», *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms*, vol. 3, pp. 209–223, 2004.
- [41] G. Fleury, P. Lacomme, C. Prins, W. Ramdane-Chérif, «Improving robustness of solutions to arc routing problems», *Journal of the Operational Research Society*, vol. 56, pp. 526-538, 2005.
- [42] G. H. Tzeng, H. J. Cheng, T. D. Huang «Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 43, pp. 673–686, Sep. 2007.
- [43] G. Laporte, R. Musmanno, and F. Vocaturo, «An Adaptive Large Neighbourhood Search Heuristic for the Capacitated Arc Routing Problem With stochastic Demands», *Transportation Science*, vol. 44, no. 1, pp. 125–135, 2010.
- [44] F. Russo, A. Comi, «A Model For Simulating Urban Goods Transport and Logistics: The integrated Choice of ho.re.ca. Activity Decision-Making and Final Business Consumers», *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 80, pp. 717–728, 2013.
- [45] H. Afsar, «A Branch-and-Price Algorithm for Capacitated Arc Routing Problem with Flexible Time Windows», *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, vol. 36, pp. 319–326, 2010.
- [46] H. Quak, R. De Koster, «Delivering goods in urban areas: How to deal with urban policy restrictions and the environment», *Transportation Science*, vol. 43, no. 2, pp. 211-227, 2009.
- [47] H. Longo, M.P. Aragão, E. Uchoa, «Solving capacitated arc routing problems using a transformation to the CVRP», *Computers and Operations Research*, vol. 33, no. 6, pp. 1823–1837, 2006.

- [48] H. Zandhessamia, M. Zonozib, M. Afshari, «Optimizing a multi-echelon supply chain network flow using nonlinear fuzzy multi-objective integer programming: Genetic algorithm approach», *Management Science Letters*, vol. 2, pp. 1871–1884, 2012.
- [49] J. Belenguer, E. Benavent, «A Cutting Plane algorithm for the capacitated arc routing problem», *Computers and Operations Research*, vol. 30, pp. 705–728, 2003.
- [50] J. Belenguer, E. Benavent, «The Capacitated Arc Routing Problem: Valid Inequalities and Facets», *Computational Optimization and Applications*, vol. 10, pp. 165–187, 1998.
- [51] J. Brandao, R.W. Eglese, «A deterministic tabu search algorithm for the capacitated arc routing problem», *Computers and Operations Research*, vol. 35, no. 4, pp. 1112-1126, 2008.
- [52] J. S. Chang, D. Jung, J. Kim, T. Kang, «Comparative analysis of trip generation models: results using home-based work trips in the Seoul metropolitan area», *Transportation Letters*, vol. 6, no. 2, pp. 78 – 88, 2014.
- [53] J. D. Hunt, K. J. Stefan, «Tour - based microsimulati on of urban commercial movements», *Transportation Research Part B*, vol. 41, pp. 981 – 1013, 2007.
- [54] J. Gliebe, O. Cohen, J.D. Hunt, «Dynamic choice model for urban commercial activity patterns of vehicles and people». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2003, pp. 17-26. 2007.
- [55] J. Gonzales-Feliu, «Vehicle Routing in Multi-Echelon Distribution Systems with Cross-Docking: A Systematic Lexical-Metanarrative Analysis», *Computer and Information Science*, vol. 6, no. 3, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.5539/cis.v6n3p28>
- [56] J. Gonzales-Feliu, «Freight distribution systems with cross docking», *Journal of the Transportation Researc Forum*, vol. 51, no. 1, pp. 93-109, 2012.
- [57] J. Gonzalez-Feliu, C. Ambrosini, J. L. Routhier, «New trends on urban goods movement: Modelling and simulation of e-commerce distribution», *European Transport*, vol. 50, pp. 6-23. 2012.
- [58] J. F. Goncalves, and J. R. D. Almeida, «A hybrid genetic algorithm for assembly line balancing», *Journal of Heuristics*, vol. 8, pp. 629–642, 2002.
- [59] J. Homberger, H. Gehring, «A two phase hybrid metaheuristic for the vehicle routing problem with time windows», *European Journal of Operational Research*, vol. 162, pp. 220-238, 2005.
- [60] J. H. R. van Duin, L. A. Tavasszy, H. J. Quak, «Towards E(lectric)- urban freight: first promising steps in the electric vehicle revolution», *European Transport\ Trasporti Europei*, vol. 54, no. 9, 2013.

- 
- [61] J. M. Belenguer, E. Benavent, and N. Labadi, C. Prins, M. Reghioui, «Split-Delivery Capacitated Arc-Routing Problem: Lower Bound and Metaheuristic», *Transportation Science*, vol. 44, no. 2, pp. 206–220, 2010.
- [62] J. Belenguer, E. Benavent, «A cutting plane algorithm for the capacitated arc Routing problem», *Computers and Operations Research*, vol. 30, no. 5, pp. 705 – 728, 2003.
- [63] J. Munuzuri, P. Cortes, L. Onieva, J. Guadix, «Modelling peak-hour urban freight movements with limited data availability», *Computers & Industrial Engineering*, vol. 59, no. 1, pp. 34–44, 2010.
- [64] K. Akoudad, F. Jawab: «Recent Survey on Bases Routing Problems: CPP, RPP and CARP», *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 2, no. 11, 2013.
- [65] K. J. Stefan, J.D.P., McMillan, J.D. Hunt, «Urban commercial vehicle movement model for Calgary, Alberta, Canada». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1921, pp. 1-10. 2005.
- [66] K. Sörensen, and M. Sevaux, «MAPM: Memetic algorithms with population management», *Computers and Operations Research*, vol. 33, no. 5, 2006, 1214–1225.
- [67] L. Muyldermans and G. Pang, «A guided local search procedure for the multi-compartment capacitated arc routing problem», *Computers & Operations Research*, vol. 37, pp. 1662–1673, 2010.
- [68] L. Santos, J. Coutinho-Rodrigues, J. R. Current, «An improved ant colony optimization based algorithm for the capacitated arc routing problem», *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 44, no. 2, pp. 246–266, 2010.
- [69] L. Xing, P. Rohlfshagen, Y. Chen, and X. Yao, IEEE Fellow, «An Evolutionary Approach to the Multidepot Capacitated Arc Routing Problem», *IEEE Transactions On Evolutionary Computation*, vol. 14, no. 3, 2010.
- [70] M. C. Mourão, L. Amado, «Heuristic method for a mixed capacitated arc routing problem: A refuse collection application», *European Journal of Operational Research*, vol. 160, no. 1, pp. 139–153, 2005.
- [71] M. Ericsson, M. Resende, P. Pardalos, «A genetic algorithm for the weight setting problem in OSPF routing», *Journal of Combinatorial Optimization*, vol. 6, pp. 299–333, 2002.
- [72] M. P. Savelsberg, M. Sol, «The general pickup and delivery problem» *Transportation Science*, vol. 29, no. 1, pp. 17–29, 1995.

- [73] M. S. Daskin, C.R. Coullard, Z.-J.M. Shen, «An inventory-location problem: Formulation, solution algorithm and computational results», *Annals of Operations Research*, vol. 110, pp. 83-106, 2002.
- [74] M. Tagmouti, M. Gendreau, J.-Y. Potvin, «Arc routing problems with time dependent service costs», *European Journal of Operational Research*, vol. 181, pp. 30–39, 2007.
- [75] M. Tagmouti, M. Gendreau, J.Y. Potvin, «A dynamic capacitated arc routing problem with time-dependent service costs», *Transportation Research Part C*, vol. 19, pp. 20–28, 2011.
- [76] M. Polacek, K.F. Doerner, R.F. Hartl, V. Maniezzo, «A variable neighborhood search for the capacitated arc routing problem with intermediate facilities», *Journal of Heuristics*, vol. 14, pp. 405–423, 2008.
- [77] N. Anna, «A system-optimization perspective for supply chain network integration: The horizontal merger case» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 45, pp. 1-15, 2009.
- [78] N. Labadi, C. Prins, M. Reghioui, «Grasp with path relinking for the capacitated arc routing problem with time windows», *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4448, pp. 722–731, 2007.
- [79] N. Mladenović, P. Hansen, «Variable neighborhood search», *Computers Operation Research*, vol. 24, pp. 1097–1100, 1997.
- [80] P. A. Mullaseril, M. Dror, J. Leung, «Split-delivery routing heuristics in livestock feed distribution», *Journal of the Operational Research Society*, vol. 48, no. 2, pp. 107–116, 1997.
- [81] P. Beullens, L. Muyltermans, D. Cattrysse, D. Oudheusden, «A guided local search heuristic for the capacitated arc routing problem», *European Journal of Operational Research*, vol. 147, no. 3, pp. 629–643, 2003.
- [82] P. Greistorfer, «A tabu scatter search metaheuristic for the capacitated arc routing problem», *Computers and Industrial Engineering*, vol. 44, no. 2, pp. 249–266, 2003.
- [83] P. Lacomme, C. Prins, and A. Tanguy, «First Competitive Ant Colony Scheme for the CARP», *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3172, pp. 426–427, 2004.
- [84] P. Lacomme, C. Prins, W. Ramdane-Chérif, «Competitive memetic algorithms for arc routing problems», *Parallel Computing*, vol. 30, pp. 377-387, 2004.
- [85] P. Lacomme, C. Prins, M. Sevaux, «A genetic algorithm for a bi-objective capacitated arc routing problem», *Computers & Operations Research, Part Special Issue: Recent Algorithmic Advances for Arc Routing Problems*, vol. 33, no. 12, pp. 3473–3493, 2006.
- [86] P. Lacomme, C. Prins, W. Ramdane, «Evolutionary algorithms for periodic arc routing problems», *European Journal of Operational Research*, vol. 165, pp. 535–553, 2005.



- [87] Q. Wang, J. Holguín - Veras, «Investigation of Attributes Determining Trip Chaining Behavior in Hybrid Microsimulation Urban Freight Models». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation research Board*, vol. 2066, pp. 1-8, 2008.
- [88] R. Baldacci, and V. Maniezzo, «Exact methods based on node-routing formulation for undirected arc-routing problems», *Networks*, vol. 47, no. 1, pp. 52–60, 2006.
- [89] R. Dondo, C. A. Méndez, J. Cerdá, «The multi-echelon vehicle routing problem with cross docking in supply chain management», *Computers and Chemical Engineering*, vol. 12, pp. 275-298, 2011.
- [90] R. Donnelly, «A hybrid micro-simulation model for freight flows. In: Innovations in City Logistics», *Nova Science Publishers Inc.*, pp. 249-259, 2008.
- [91] R. Hirabayashi, Y. Saruwatari, N. Nishida, «Tour construction algorithm for the capacitated arc routing problem», *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, vol. 9, pp. 155–175, 1992.
- [92] R. K. Smilowitz, A. Atamtürk, C. F. Daganzo, «Deferred item and vehicle routing within integrated networks» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 39, no. 4, pp. 305-323, 2003.
- [93] R. Y. K. Fung, R. Liu, Z. Jiang, «A memetic algorithm for the open capacitated arc routing problem», *Transportation Research Part E*, vol. 50, pp. 53–6, 2013.
- [94] S. Liu, S. B. Lee, «A two-phase heuristic method for the multi-depot location routing problem taking inventory control decisions into considerations», *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 22, pp. 941–950, 2003.
- [95] S. Davari, M. H. Fazel Zarandi, «The single-allocation hierarchical hub median location problem with fuzzy demands», *African Journal of Business Management* vol. 6, no. 1, pp. 347-360, 2012. doi: <http://www.academicjournals.org/AJBM>
- [96] S. K. Amponsah, S. Salhi, «The investigation of a class of capacitated arc routing problems: The collection of garbage in developing countries», *Waste Management*, vol. 24, pp. 711–721, 2004.
- [97] S. Hasan, A. Ceyhun, O. Irem, «Collaborative production–distribution planning in supply chain: A fuzzy goal programming approach» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 44, no. 3, pp. 396-419, 2008.
- [98] S. Jiu-Biing, «A novel dynamic resource allocation model for demand-responsive city logistics distribution operations» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 42, no. 6, pp. 445-472, 2006.
- [99] S. Mancini, «Multi-Echelon Distribution Systems in City Logistics» *European Transport \ Trasporti Europei* vol. 54, no. 2, 2013.

- 
- [100] S. Melkote, M.S. Daskin, «An integrated model of facility location and transportation network design», *Transportation Research Part A*, vol. 35, pp. 515–538, 2001.
- [101] S. M. Meysam; B. Vahdani, R. Tavakkoli-Moghaddam, H. Hashemi, «Location of cross-docking centers and vehicle routing scheduling under uncertainty: A fuzzy possibilistic–stochastic programming model». *Applied Mathematical Modelling* vol. 38, no. 7-8, pp. 2249-2264, 2014.
- [102] T. G. Crainic, S. Mancini, G. Perboli, R. Tadei, «Multistart heuristics for the two echelon vehicle routing problem», *Computer Science*, vol. 6622, pp. 179-190. 2011.
- [103] T. G. Crainic, N. Ricciardi, G. Storchi, «Advanced freight transportation systems for congested urban areas», *Transportation Research Part C*. vol. 12, pp. 119-137, 2004.
- [104] V. C. Hemmelmayr, J. F. Cordeau, T. G. Crainic, «An adaptive large neighborhood search heuristic for Two-Echelon Vehicle Routing Problems arising in city logistics», *Computers & Operations Research*, vol. 39, pp. 3215–3228, 2012.
- [105] V. Faber, «Clustering and the continuous k-means algorithm», *Los Alamos Science*. vol. 22, pp. 138-144, 1994.
- [106] Y. Mei, K. Tang, X. Yao, «Decomposition-based memetic algorithm for multi-objective capacitated arc routing problem», *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, vol. 15, no. 2, pp. 151–165, 2011.
- [107] V. Rodríguez, M.J. Alvarez, L. Barcos, «Hub location under capacity constraints» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 43, no. 5, pp. 495-505. 2007.
- [108] Y. H. Lee, J. W. Jung, K. M. Lee, «Vehicle routing scheduling for cross-docking in the supply chain», *Computers & Industrial Engineering*, vol. 51, pp. 247–256, 2006.
- [109] Y. Nakamura, E. Taniguchi, T. Yamada, N. Ando, «Selecting a dynamic and stochastic path method for vehicle routing and scheduling problems», *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, no. 3, pp. 6042-6052, 2010.
- [110] Y. Wang, X. Ma, Y. Lao , Y. Wang, «A fuzzy-based customer clustering approach with hierarchical structure for logistics network optimization», *Expert Systems with Applications*, vol. 41, pp. 521–534, 2014.
- [111] Y. Zhong, M. H. Cole «A vehicle routing problem with backhauls and time windows: a guided local search solution» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 41, pp. 131–144, 2005.
- [112] Ž. Ivanović, S. Bauk, «Multiphase approach to developing model of logistics for coastal tourist destinations», *Traffic & Transportation*, vol. 26, no. 5, 405-418, 2014.

- [113] Z. Lua, N. Bostel, «A facility location model for logistics systems including reverse flows: The case of remanufacturing activities», *Computers & Operations Research*, vol. 34, pp. 299-323, 2007.
- [114] Z. Y. Mehrjendi, A. Nadizadeh, «Using Greedy Clustering Method to Solve Capacitated Location Routing problem with Fuzzy Demands», *European Journal of Operational Research*, vol. 299, no. 1, pp. 75-84, 2013.

## 2. KNJIGE

- [115] A. Mckinnon, *Integrated Logistics Strategies*, Edinburgh: Heriot-Watt University, 2000.
- [116] B. S. Blanchard, *Logistics Engineering & Management*, New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- [117] C. E. Jeffry, *Facility Planning*, London: Prentice Hall, 2007.
- [118] C. F. Daganzo, *Logistics Systems Analysis*, London: Hardcover Published, 1996.
- [119] C. F. Daganzo, *Public Transportation Systems: Basic Principles of System Design, Operations Planning and Real-Time Control*, Berkeley: University of California, 2010.
- [120] D. G. Taylor, *Logistics Engineering Handbook*, New York: CRC Press, 2007.
- [121] D. Teodorović: *Transportne mreže*, Beograd: Saobraćajni fakultet, 2007.
- [122] D. Teodorović, M. Šelmić: *Računarska inteligencija u saobraćaju*, Beograd: Saobraćajni fakultet, 2012.
- [123] D. Ortúzar, L. Willumsen, *Modeling Transport*, Chichester: John Willey & Sons, 1995.
- [124] D. Lambert, *Supply Chain Management: Processes Partnerships, Performance*, New York: Supply Chain Management Institute, 2008.
- [125] D. Vasiljević, *Računarski integrisana logistika*, Beograd: FON, 2001.
- [126] D. Waters, *Global Logistics and Distribution Planning: Strategies for Management*, London: Kogan Page, 2003.
- [127] D. Waters, *New Directions in Supply Chain Management*, London: Kogan Page, 2007.
- [128] E. Frazelle, *Inventory Strategy: Maximizing Financial, Service and Operations Performance with Inventory Strategy*, New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [129] E. Frazelle, *Supply Chain Strategy - The Logistics of Supply Chain Management*, New York: McGraw-Hill, 2001.
- [130] E. Taniguchi, G. R. Thompson, T. Yamada and R. Van Duin, *City Logistics - Network Modelling and Intelligent Transport Systems*, London: WIT Press, 2001.
- [131] E. Taniguchi, G. R. Thompson, T. Yamada and R. Van Duin, *Innovations in Freight Transport*, London: WIT Press, 2002.

- [132] Grupa autora, *The Networked Supply Chain: Applying Breakthrough BPM Technology to Meet Relentless Customer Demands*, Alexandria: J. R. Publishing, 2003.
- [133] G. Kent, *Global Logistics Management*, Oxford: Blackwell Business, 2001.
- [134] G. Radivojević, M. Miljuš, M. Vidović, *Logistički kontroling i performanse*, Beograd: Saobraćajni fakultet, 2007.
- [135] H. Jung, *Trends in Supply Chain Design and Management: Technologies and Methodologies (Springer Series in Advanced Manufacturing)*, London: Springer 2007.
- [136] H. Priemus, R. Konings, *Dynamics and Spatial Patterns of Intermodal Freight Transport Networks*, Delft: University of Tehnology, 2001.
- [137] H. Quak, *Sustainability of Urban Freight Transport, Retail Distribution and Local Regulations in Cities*, Rotterdam: Erasmus University, 2008.
- [138] I. Nikolić, S. Borović, *Višekriterijumska optimizacija - metode, primjena u logistici, softver*, Beograd: Centar vojnih škola Vojske Jugoslavije, 1996.
- [139] I. Sadler, *Logistics and Supply Chain Integration*, New York: Sage Publications Ltd, 2007.
- [140] J-P. Rodrigue, C. Comtois and B. Slack, *The Geography of Transport Systems*, New York: Taylor & Francis e-Library, 2006.
- [141] J. Gattorna, *Logistics Networks: Achieving Quantum Improvements in Cost/Service Equations*, Sydney: Chorn Business Strategists, 1995.
- [142] J. Mangan, C. Lalwani, T. Butcher, *Global Logistics and Supply Chain Management*, Hoboken: John Wiley & Sons Inc, 2008.
- [143] J. Petrić, *Operaciona istraživanja*, Beograd: Naučna knjiga, 1989.
- [144] J. Shapiro, *Integrated Logistics Management, Total Cost Analysis and Optimization Modelling*, Bonston: Prentice Hall, 1996.
- [145] M. Christopher, *Logistics & Supply Chain Management: creating value-adding networks*, London: FT Press, 2005.
- [146] M. Kaupp, *City - Logistik als kooperatives Güterverkehrs – Management*, Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag, 1997.
- [147] M. M. Srinivasan, *14 Principles for Building & Managing the Lean Supply Chain*, New York: South-Western Educational Pub, 2004.
- [148] N. Labadi, C. Prins, M. Reghioui, «An evolutionary algorithm with distance measure for the split delivery arc routing problem», Recent advances in evolutionary computation for combinatorial optimization, C. Cotta and J. van Hemert (Editors), *Studies in Computational Intelligence 153*. Springer, 2008, pp. 275–294.

- [149] P. Hansen and N. Mladenovic. *Handbook of Metaheuristics*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.
- [150] R. H. Sprague and H. J. Watson, *Decision Support Systems: Putting Theory into Practice*, Prentice- Hall, 1986.
- [151] R. Zelenika, *Prometni sustavi*, Rijeka: Ekonomski fakultet, 2001.
- [152] S. Kumar, *Connective Technologies in the Supply Chain (Supply Chain Integration: Modeling, Optimization and Applications)*, New York: AUERBACH, 2007.
- [153] S. Zečević, S. Tadić, *City logistika*, Beograd: Saograćajni fakultet, 2006.
- [154] S. Zečević, *Robni terminali i robno-transportni centri*, Beograd: Saobraćajni fakultet, 2006.
- [155] T. Miller, *Hierarchical Operations and Supply Chain Planning*, New Jersey: Springer, 2002.
- [156] T. Leinbach, C. Capineri, *Globalized Freight Transport: Intermodality, E-commerce, Logistics, And Sustainability (Transport Economics, Management and Policy.)*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2007.
- [157] W. K. Ogden, *Urban Goods Movement: A Guide to Policy and Planning*, London: Ashgate Publishing Company, 1992.
- [158] Z. Stanimirović, J. Kratica, V. Filipović, D. Tošić: *Evolutivni pristup za rešavanje Hab lokacijskih problema*, Beograd: Zavod za udžbenike, 2011.

### 3. STUDIJE, REFERATI I ČLANCI SA NAUČNIH I STRUČNIH SKUPOVA

- [159] A. Amberg, S.Voß, *A hierarchical relaxations lower bound for the capacitated arc routing problem*. In R. H. Sprague, (DTIST02) (pp. 1 – 10). Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE, Piscataway, 2002.
- [160] A. Binsbergen, J. Visser, *Innovation Steps Towards Efficient Goods Distribution Systems for Urban Areas*, Public report, Delft University of Technology, 2001.
- [161] Amberg, A., and S.Voß, *A hierarchical relaxations lower bound for the capacitated arc routing problem*. In R. H. Sprague (Ed.), (DTIST02) (pp. 1 – 10). Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE, Piscataway, 2002.
- [162] A. Nuzzolo, U. Crisalli, A. Comi, *A system of models for the simulation of urban freightrestocking tours*, The 7th International Conference on City Logistics, June 2011, Mallorca Island, Spain

- 
- [163] D.G. Cabrero, J.M. Belenguer, E. Benavent, *Cutting plane and column generation for the capacitated arc routing problem*, Presented at ORP3 Valencia, Spain, 2005.
- [164] D. Egger, M. Ruesch, *BESTUFS D 2.3. - Road pricing and urban freight transport Urban freight platforms*, Best Practice Handbook, 2002.
- [165] E. Segalou, C. Ambrosini, L. J. Routhier, *The Environmental Assessment of Urban Goods Movement*, Presented at the 3rd International Conference on City Logistics, Madiera, Portugal, 7/2003.
- [166] E. Benavent, Á. Corberán, L. Gouveia, M.C. Mourão, L.S. Pinto, *Profitable Mixed Capacitated Arc Routing and Related Problems*, Centro de Investigacao Operacional CIO – Working Paper 4/2013, 2013.
- [167] E.L. Johnson, S. Wöhlk, *Solving the capacitated arc routing problem with time windows using column generation*, Coral working papers, University of Aarhus, Aarhus School of Business, Department of Business Studies, 2009.
- [168] E. Taniguchi, Y. Kakimoto, *Modelling effects of e-commerce on urban freight transport*, Presented at the 3rd International Conference on City Logistics, Madiera, Portugal, 2003;
- [169] G. Fleury, P. Lacomme, C. Prins, *Stochastic capacitated arc routing problem*, Research Report LIMOS/RR-05–12, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France, 2005.
- [170] G. T. Crainic, N. Ricciardi, G. Storchi, «Advanced Freight Transportation Systems for Congested Urban Areas», *Public Report*, Université de Montréal and Università degli studi di Roma, 2001.
- [171] I. Racunica, L. Wynter: *Optimal location of intermodal freight hubs*. Rapport de recherché n 4088, Unit´e de recherche INRIA Rocquencourt, December 2000. Available from: <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/07/25/45/PDF/RR-4088.pdf>
- [172] J. Boerkamps, A. van Binsbergen, «GoodTrip – a new approach for modeling and evaluation of urban goods distribution», Urban Transport Systems 2<sup>nd</sup> KFB-Research Conference Lund, Sweden, 2000.
- [173] J. Visser, A. Binsbergen, T. Nemoto, «Urban freight transport policy and planning», Cairns, Australija: Presented at the 1st International Symposium on City Logistics, 1999.
- [174] M. Kiuchi, Y. Shinano, R. Hirabayashi, Y. Saruwatari, «An exact algorithm for the capacitated arc routing problem using Parallel Branch and Bound method», *Spring National Conference of the Operational Research Society of Japan*, 1995, pp. 28–29.

- [175] P. Lacomme, C. Prins, W. Ramdane-Chérif, *Evolutionary algorithms for multiperiod arc routing problems*, in: Proc. of the 9th Int. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based systems, France, ESIA-University of Savoie, 2002, pp. 845–852.
- [176] R. Sahraeian, A. Nadizadeh, «Using Greedy Clustering Method to Solve Capacitated Location-Routing Problem», 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, Barcelona-Terrassa, 2009.
- [177] R.W. Eglese, A. Letchford, «Polyhedral theory for arc routing problems», *M. Dror, ed. Arc Routing. Theory, Solutions, and Applications. Kluwer, Boston*, 2000, pp. 199–230.
- [178] S. Tadić, S. Zečević, M. Krstić, «City logistics concepts of Belgrade». *U zborniku radova konferencije, LOGIC, Beograd, Srbia*, 2013;
- [179] T.G. Crainic, N. Ricciardi, G. Storchi, «Models for Evaluating and Planning City Logistics Transportation Systems», CIRRELT-2007-65
- [180] T. Nemoto, J. Visser, R. Yoshimoto, «Impacts of Information and Communication Technology on Urban Logistics System», Presented at the OECD/ECMT JOINT SEMINAR, Paris, 2001.
- [181] U. Köhler, «New Ideas For The City Logistics Project In Kassel», Kassel: *Public Report*, University Of Kassel, 1997.
- [182] W. Ramdane-Cherif, *Evolutionary algorithms for capacitated arc routing problems with time windows*, 12<sup>th</sup> IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing – INCOM, 2006.
- [183] W. Wisetjindawat, K. Sano, S. Matsumoto, P. Raathanachonkun, «Micro-simulation model for modeling freight agent interactions in urban freight movement», *In CD Proceedings*, 86 th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2007.
- [184] Y. Mei, K. Tang, X. Yao, «Improved memetic algorithm for capacitated arc routing problem», *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 2009, pp. 1699-1706.
- [185] Ž. Ivanović, «Model totalne logističke integracije», *u Zborniku radova konferencije Symopis 2007, Zlatibor*, 2007.
- [186] Ž. Ivanović, Lj. Ivanović, «Logistics concept as a modern form of the total logistics integration of regional areas», *u Zborniku radova konferencije «ICIL 2010.»*, Rio de Janeiro – Brazil, 2010.
- [187] Ž. Ivanović, «One approach to the development of models of logistics of tourist coastal regions», *u Zborniku radova konferencije, LOGIC, Beograd, Srbia*, 2013;

#### 4. DOKTORSKE DISERTACIJE I MAGISTARSKI RADOVI

- [188] A. Horni, «Destination choice modeling of discretionary activities in transport microsimulations», *Ph.D. thesis*, Universities ETH Zurich, 2013.
- [189] A. Subramanian, «Heuristic, Exact and Hybrid Approaches for Vehicle Routing Problems», *Ph.D. thesis*, Universidade Federal Fluminense, Niteroi, 2012.
- [190] C. Bode, «On Arc-Routing Problems», *Ph.D. thesis*, Universität Mainz, 2013.
- [191] C. Gueguen, «Exact solution methods for vehicle routing problems», *Ph.D. thesis*, Central School of Paris, 1999.
- [192] C. Moller, «Logistics Concept Development – Towards a Theory for Designing Effective Systems», *Ph.D. thesis*, Aalborg University - Denmark, 1995.
- [193] C. Sterle, «Location-Routing models and methods for Freight Distribution and Infomobility in City Logistics», *Ph.D. thesis*, Università degli Studi di Napoli, 2009.
- [194] C. L. F. Michelle, «New Models in Logistics Network Design and Implications for 3PL Companies», *Ph.D. thesis*, Nanyang Technological University, Singapore, 2005.
- [195] D. Schultes, «Route Planning in Road Networks», *Ph.D. thesis*, Universität Fridericiana zu Karlsruhe, Karlsruhe, 2008.
- [196] J. Gonzalez-Feliu, «Models and methods for the city logistics: the two echelon capacitated vehicle routing problem», *Ph.D. thesis*, Politecnico di Torino, 2008.
- [197] J. W. Escobar Velasquez, «Heuristic algorithms for the Capacitated Location-Routing Problem and the Multi-Depot Vehicle Routing Problem» *Ph.D. thesis*, Università di Bologna, 2013.
- [198] M. Kilibarda, «Modeliranje performansi kvaliteta logističke usluge», *Doktorska disertacija*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2005.
- [199] N. Husein «A fast greedy k-means algorithm», *Master's thesis*, University of Amsterdam, 2002. doi: [www.science.uva.nl/.../NoahLaith.doc](http://www.science.uva.nl/.../NoahLaith.doc)
- [200] R. Roberti, «Exact Algorithms for Different Classes of Vehicle Routing Problems», *Ph.D. thesis*, University of Bologna, 2012.
- [201] S. Zečević, «Model optimizacije logističkih lanaca u uslovima funkcionisanja robno transportnih centara», *Doktorska disertacija*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1995.
- [202] S. González-Martín «Applications of Biased Randomization and Simheuristic Algorithms to Arc Routing and Facility Location Problems», *PhD thesis*, Universitat Oberta de Catalunya, Catalunya, 2014
- [203] T. Hwang, «Freight demand modeling and logistics planning for assessment of freight systems environmental impacts», *Ph.D. thesis*, University of Illinois at Urbana, 2014.
- [204] S. Wøhlk, «Contributions to Arc Routing», *PhD thesis*, University of Southern Denmark, 2005.



- [205] Z. Stanimirović, «Genetski algoritmi za rešavanje nekih NP-teških hab lokacijskih problema», *Doktorska disertacija*, Matematički fakultet, Beograd, 2007.
- [206] Ž. Ivanović, «Logistički koncept za regionalnu celinu crnogorsko primorje», *Magistarski rad*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2006.
- [207] Ž. Popović, «Planiranje razvoja distributivne mreže u prisustvu neizvjesnosti», *Doktorska disertacija*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011.

## 5. INTERNET ADRESE

- [208] <http://www.bestfact.net>
- [209] <http://www.bestufs.net>
- [210] <http://www.cargobike.co.uk>
- [211] <http://www.cargohopper.nl>
- [212] <http://www.cityfreight.org>
- [213] <http://www.citygods.dk>
- [214] <http://www.citylogistics.org>
- [215] <http://www.citizenports.eu>
- [216] <http://www.cordiff.gov.uk>
- [217] <http://www.cordis.lu>
- [218] <http://www.civitas.eu>
- [219] <http://www.cyclonecouriers.co.uk>
- [220] <http://www.eltis.org>
- [221] <http://www.eu-suplay.com>
- [222] <http://europa.eu.int>
- [223] <http://www.geocities.com>
- [224] <http://www.logistics-in-europe.com>
- [225] <http://www.lutr.net>
- [226] <http://people.hostra.edu/geotrans>
- [227] <http://www.psd-online.nl>
- [228] <http://www.stratec.be>
- [229] <http://www.transportlogistic.de>
- [230] <http://www.urbantransport-technology.com>
- [231] <http://www.worldbank.org>
- [232] <http://world-tourism.org>
- [233] <http://www.oecd.org>
- [234] <https://www.isl.org>

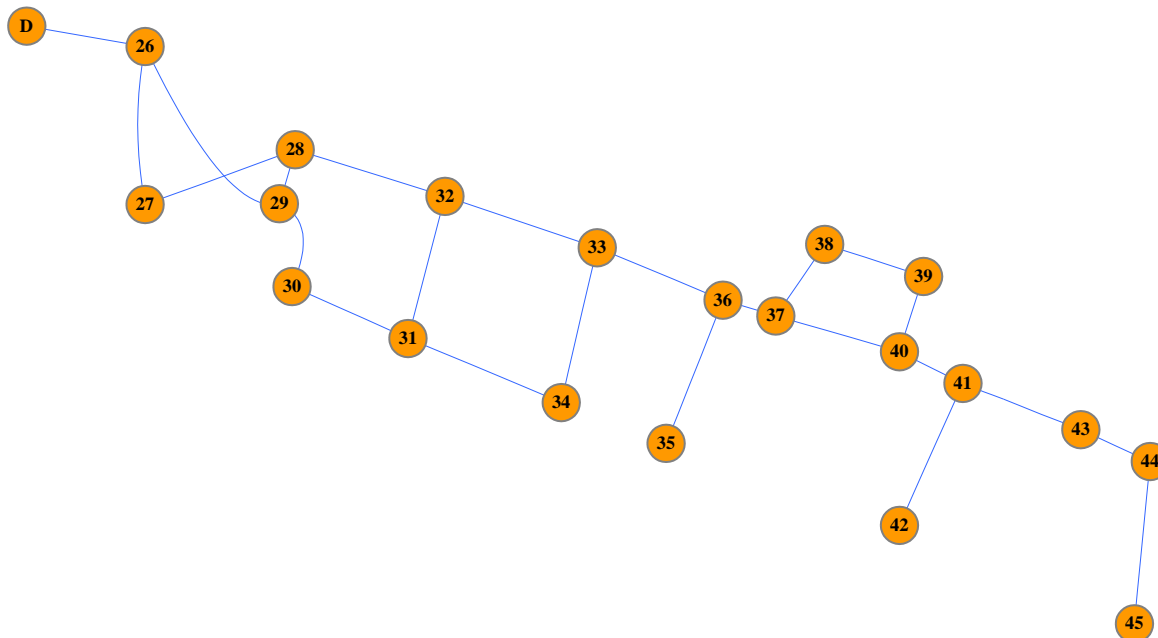
## **PRILOG**

---

---

### **Sadržaj priloga:**

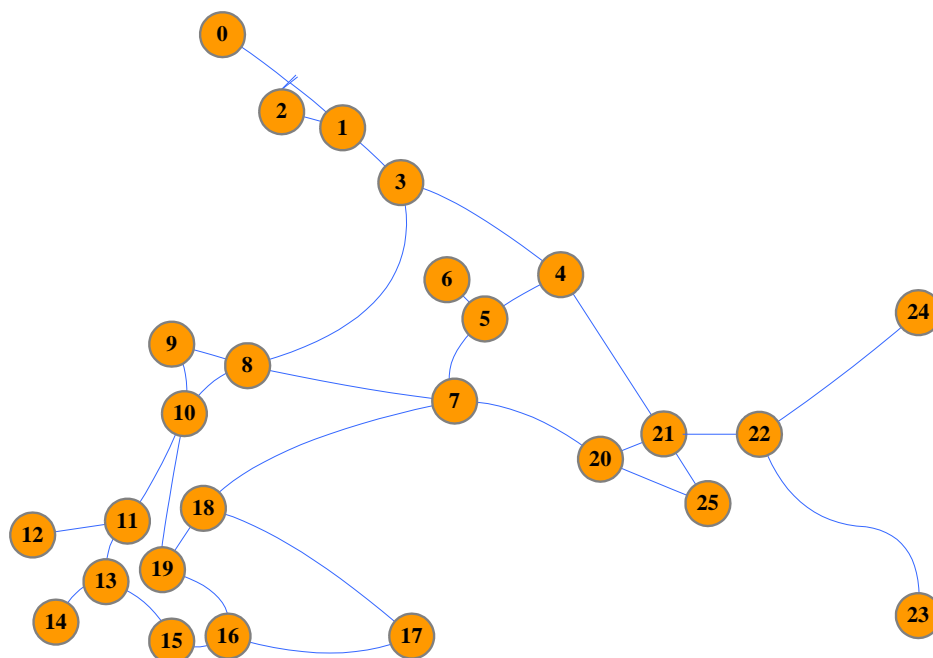
1. Topografska mreža zona snabdijevanja u regionu;
2. Pseudo kod za konverziju koordinata iz WGS84 u UTM34 koordinatni sistem;
3. Layout plan CDC;
4. Layout plan CDT, tip1, tip2, tip3.
5. Biografija autora
6. Izjava o autorstvu
7. Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada
8. Izjava o korišćenju

**1. Topografska mreža zona snabdijevanja u regionu;****Zona 1: Ulcinj – Štoj**

Slika 1: Graf topografske mreže za zonu 1

Tabela 1: Koordinate topografske mreže za zonu 1

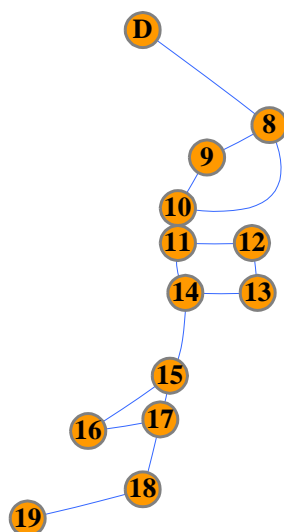
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E			ne
Bul. Teuta	25	41°55'34.2"N	19°13'49.6"E	26.700	D-Č25	ne
K. Tok 4	26	41°55'06.8"N	19°14'22.5"E	1.100	Č25-Č26	ne
Otrant	27	41°54'46.6"N	19°14'23.8"E	650	Č26-Č27	da
Galapagos	28	41°54'52.7"N	19°14'59.6"E	850	Č27-Č28	da
Port Milena	29	41°54'45.0"N	19°14'57.0"E	1.100	Č26-Č29	ne
Port Milena	29	41°54'45.0"N	19°14'57.0"E	240	Č29-Č28	da
Miami	30	41°54'35.9"N	19°15'00.6"E	400	Č29-Č30	ne
HTP V. Plaža	31	41°54'28.4"N	19°15'36.1"E	850	Č30-Č31	ne
R. HTP V. Plaža	32	41°54'46.5"N	19°15'41.6"E	650	Č31-Č32	ne
R. HTP V. Plaža	32	41°54'46.5"N	19°15'41.6"E	1.000	Č28-Č32	ne
R. Laguna	33	41°54'37.5"N	19°16'19.0"E	900	Č32-Č33	ne
Plaža	34	41°54'18.0"N	19°16'15.0"E	750	Č33-Č34	ne
Plaža	34	41°54'18.0"N	19°16'15.0"E	1.000	Č31-Č34	ne
R. Donji Štoj	35	41°54'10.3"N	19°18'06.6"E	2.600	Č33-Č35	ne
Plaža Štoj	36	41°53'41.3"N	19°17'48.4"E	1.000	Č35-Č36	ne
R. Bregvija	37	41°54'05.5"N	19°18'21.2"E	350	Č35-Č37	ne
Durmitorska	38	41°54'11.6"N	19°18'31.7"E	300	Č37-Č38	ne
Ugao Bregvija 2	39	41°54'05.4"N	19°18'50.6"E	500	Č38-Č39	ne
R. Bregvija 2	40	41°53'57.8"N	19°18'44.3"E	280	Č39-Č40	ne
R. Bregvija 2	40	41°53'57.8"N	19°18'44.3"E	600	Č37-Č40	ne
R. Copacabana	41	41°53'53.0"N	19°18'58.2"E	350	Č40-Č41	ne
Copacabana	42	41°53'19.1"N	19°18'30.8"E	1.200	Č41-Č42	ne
R. Kiteoloop	43	41°53'29.2"N	19°20'04.5"E	1.700	Č41-Č43	ne
R. Ada	44	41°52'49.8"N	19°21'27.4"E	2.300	Č43-Č44	ne
Ada Bojana	45	41°51'52.7"N	19°20'33.6"E	2.200	Č44-Č45	ne

**Zone 2-3: Ulcinj 2**

Slika 2: Graf topografske mreže za zone 2 i 3

Tabela 2: Koordinate topografske mreže za zone 2 i 3

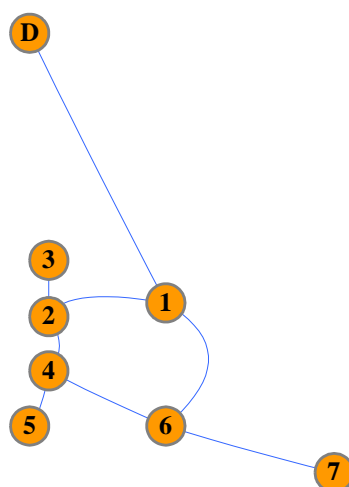
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina (m)	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		-
Kručje	1	41°59'10.0"N	19°09'30.1"E	17.000	D-Č1	ne
Restoran Barakuda	2	41°59'23.4"N	19°08'49.0"E	1.200	Č1-Č2	ne
OKOV	3	41°56'17.6"N	19°13'02.9"E	8.000	Č1-Č3	ne
Semafori 1	4	41°56'01.6"N	19°13'21.9"E	650	Č3-Č4	ne
R. za Hasaglass	5	41°55'55.3"N	19°13'12.3"E	300	Č4-Č5	ne
Euroflex	6	41°55'58.9"N	19°13'09.3"E	130	Č5-Č6	ne
Semafori 2	7	41°55'46.3"N	19°13'06.6"E	350	Č5-Č7	ne
K. Tok Montenegro	8	41°55'51.2"N	19°12'32.0"E	800	Č7-Č8	ne
K. Tok Montenegro	8	41°55'51.2"N	19°12'32.0"E	1.300	Č3-Č8	ne
Lika	9	41°55'53.0"N	19°12'25.0"E	170	Č8-Č9	ne
Agirana	10	41°55'48.7"N	19°12'27.4"E	160	Č9-Č10	da
Agirana	10	41°55'48.7"N	19°12'27.4"E	130	Č8-Č10	ne
B. Tomovića	11	41°55'33.7"N	19°12'15.2"E	550	Č10-Č11	ne
V. Matanovića	12	41°55'30.8"N	19°12'04.1"E	280	Č11-Č12	ne
M. Plaža	13	41°55'28.6"N	19°12'13.6"E	170	Č11-Č13	da
Stari porat	14	41°55'23.9"N	19°12'08.9"E	200	Č13-Č14	ne
Kraj m. Plaže	15	41°55'20.6"N	19°12'22.3"E	300	Č13-Č15	da
Galeb	16	41°55'19.5"N	19°12'25.5"E	250	Č15-Č16	da
Kosovska	17	41°55'23.3"N	19°12'57.5"E	950	Č16-Č17	da
Panorama	18	41°55'35.5"N	19°12'26.5"E	1.100	Č17-Č18	da
Panorama	18	41°55'27.8"N	19°12'20.9"E	290	Č19-Č18	da
Panorama	18	41°55'27.8"N	19°12'20.9"E	1.800	Č18-Č7	da
V. Bogojevića	19	41°55'27.8"N	19°12'20.9"E	650	Č19-Č10	ne
V. Bogojevića	19	41°55'27.8"N	19°12'20.9"E	600	Č16-Č19	da
St. Benzinska	20	41°55'37.9"N	19°13'42.1"E	900	Č7-Č20	ne
K. tok 2	21	41°55'39.0"N	19°13'47.7"E	120	Č20-Č21	ne
K. tok 3	21	41°55'39.0"N	19°13'47.7"E	900	Č4-Č21	ne
R. Solana	22	41°55'39.0"N	19°14'07.1"E	450	Č21-Č22	ne
Solana	23	41°55'07.5"N	19°14'58.2"E	1.600	Č22-Č23	ne
Kolomza	24	41°55'58.8"N	19°14'54.2"E	1.300	Č22-Č24	ne
Bul. Teuta	25	41°55'34.2"N	19°13'49.6"E	210	Č21-Č25	ne
Bul. Teuta	25	41°55'34.2"N	19°13'49.6"E	210	Č20-Č25	ne

**Zone 4-5: Utjeha**

Slika 3: Graf topografske mreže za zone 4 i 5

Tabela 3: Koordinate topografske mreže za zone 4 i 5

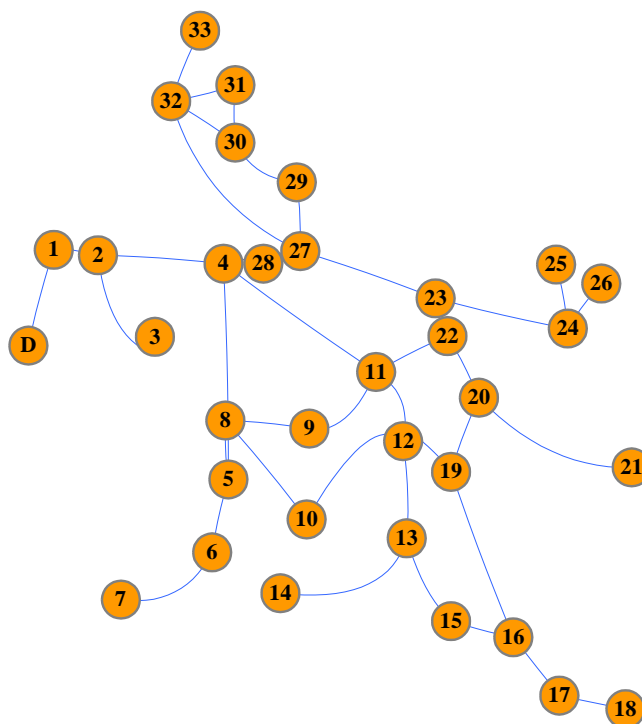
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
R. Utjeha 1	8	42°00'46.1"N	19°09'16.2"E	2.800	Č6-Č8	ne
Obala	9	42°00'39.5"N	19°09'05.1"E	500	Č8-Č9	da
R. Utjeha 2	10	42°00'32.4"N	19°08'59.3"E	300	Č9-Č10	da
R. Utjeha 2	10	42°00'32.4"N	19°08'59.3"E	800	Č8-Č10	ne
R. Bušat 1	11	42°00'29.5"N	19°08'57.8"E	100	Č10-Č11	ne
Bušat 1	12	42°00'28.0"N	19°09'12.3"E	350	Č11-Č12	ne
Bušat 2	13	42°00'23.1"N	19°09'15.0"E	170	Č12-Č13	ne
R. Bušat 2	14	42°00'21.7"N	19°08'59.2"E	450	Č13-Č14	ne
R. Bušat 3	14	42°00'21.7"N	19°08'59.2"E	240	Č11-Č14	ne
R. za De Lara	15	42°00'12.5"N	19°09'00.4"E	290	Č14-Č15	ne
Okret	16	41°59'59.1"N	19°08'57.9"E	450	Č15-Č16	da
R. De Lara	17	42°00'08.1"N	19°09'00.2"E	300	Č16-Č17	da
R. De Lara	17	42°00'08.1"N	19°09'00.2"E	140	Č15-Č17	ne
Vidikovac	18	41°59'40.3"N	19°09'11.6"E	1.000	Č17-Č18	ne
Hotel R	19	41°59'32.1"N	19°08'39.0"E	1.100	Č18-Č19	ne

**Zone 6 - 7: Veliki pijesak**

Slika 4: Graf topografske mreže za zone 6 i 7

Tabela 4 Koordinate topografske mreže za zone 6 i 7

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
R. Veliki Pijesak 1	1	42°02'13.6"N	19°08'46.3"E	9.800	D-Č1	ne
Obala	2	42°02'05.6"N	19°08'34.2"E	450	Č1-Č2	da
Rt ka Baru	3	42°02'08.9"N	19°08'29.3"E	160	Č2-Č3	ne
Hotel Kalamper	4	42°01'59.9"N	19°08'35.0"E	190	Č2-Č4	da
Ruža Vjetrova	5	42°01'54.7"N	19°08'31.7"E	180	Č4-Č5	ne
R. Veliki Pijesak 2	6	42°01'51.7"N	19°08'54.0"E	500	Č4-Č6	da
R. Veliki Pijesak 2	6	42°01'51.7"N	19°08'54.0"E	900	Č1-Č6	ne
Dubrava	7	42°01'45.2"N	19°09'22.8"E	700	Č6-Č7	ne

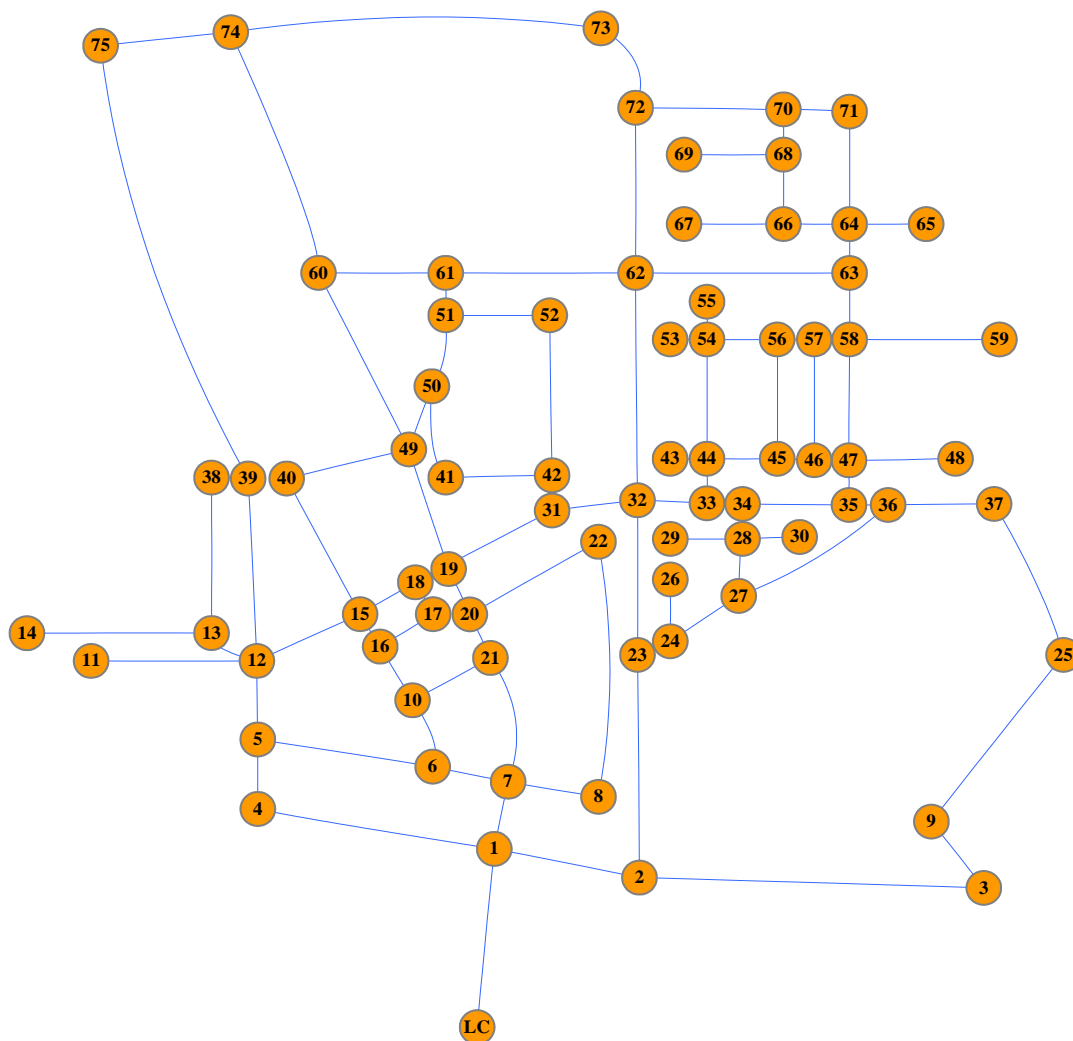
**Zona 8: Bar jug**

Slika 5: Graf topografske mreže za zonu 8

Tabela 5 Koordinate topografske mreže za zonu 8

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0,00		-
R. VOLI	1	42°05'38.7"N	19°05'45.2"E	0,50	D-Č1	ne
Kružni tok	2	42°05'36.7"N	19°05'54.1"E	0,22	Č1-Č2	ne
Ž. Stanica	3	42°05'14.3"N	19°06'17.6"E	0,90	Č2-Č3	ne
R. za Polje	4	42°05'31.8"N	19°06'36.2"E	1,00	Č2-Č4	ne
R. za Tabiju	5	42°05'03.4"N	19°06'21.3"E	1,00	Č4-Č5	ne
Zetatrans	6	42°04'50.3"N	19°06'17.0"E	0,40	Č5-Č6	ne
Željeznički depo	7	42°04'50.1"N	19°05'46.2"E	0,75	Č6-Č7	ne
Farmerice	8	42°05'00.8"N	19°06'30.4"E	0,24	Č5-Č8	ne
Mile	9	42°04'55.9"N	19°07'04.7"E	0,85	Č8-Č9	ne
Miljanov most	10	42°04'41.7"N	19°06'48.9"E	0,75	Č8-Č10	ne
R. Čeluga	11	42°05'09.2"N	19°07'28.1"E	1,60	Č9-Č11	ne
R. Čeluga	11	42°05'09.2"N	19°07'28.1"E	1,50	Č4-Č11	ne
Pumpa Kalamper	12	42°04'53.2"N	19°07'34.7"E	1,40	Č10-Č12	ne
Pumpa Kalamper	12	42°04'53.2"N	19°07'34.7"E	0,55	Č11-Č12	ne
R. za kamenolom	13	42°03'53.4"N	19°07'35.7"E	1,90	Č12-Č13	ne
Kamenolom	14	42°03'57.4"N	19°06'50.0"E	1,20	Č13-Č14	ne
R. Za Pečurice	15	42°03'31.8"N	19°07'47.9"E	0,75	Č13-Č15	ne
R. Kambodža	16	42°03'25.5"N	19°08'05.2"E	1,10	Č15-Č16	ne
Pečurice	17	42°01'54.5"N	19°10'24.9"E	5,00	Č16-Č17	ne

Okret	18	42°01'26.3"N	19°11'23.3"E	1,70	Č17-Č18	ne
R. Mirovica	19	42°04'50.1"N	19°07'43.8"E	3,00	Č16-Č19	ne
R. Mirovica	19	42°04'50.1"N	19°07'43.8"E	0,30	Č12-Č19	ne
R. za Primorku	20	42°05'07.2"N	19°07'53.8"E	0,60	Č19-Č20	ne
Primorka	21	42°05'09.3"N	19°08'03.0"E	0,23	Č20-Č21	ne
R. za Čelugu	22	42°05'21.5"N	19°07'45.6"E	0,55	Č20-Č22	ne
R. za Čelugu	22	42°05'21.5"N	19°07'45.6"E	0,55	Č11-Č22	ne
R. Belveder	23	42°05'25.0"N	19°07'33.3"E	0,35	Č22-Č23	ne
R. Stari Bar	24	42°05'30.0"N	19°07'57.9"E	0,70	Č23-Č24	ne
Okret Kula	25	42°05'39.5"N	19°08'05.2"E	0,50	Č24-Č25	ne
Stari grad Bar	26	42°05'38.9"N	19°08'04.8"E	0,40	Č24-Č26	ne
R. Popovići	27	42°05'33.5"N	19°06'43.6"E	1,30	Č23-Č27	ne
Kružni tok Popovići	28	42°05'31.8"N	19°06'41.5"E	0,07	Č27-Č28	ne
Kružni tok Popovići	28	42°05'31.8"N	19°06'41.5"E	0,11	Č4-Č28	ne
Kružni tok Popovići	28	42°05'31.8"N	19°06'41.5"E	1,40	Č11-Č28	ne
Ogledalo	29	42°05'46.4"N	19°06'47.5"E	0,50	Č27-Č29	ne
Neškovići	30	42°06'05.7"N	19°06'33.4"E	0,70	Č29-Č30	ne
Franići	31	42°06'12.1"N	19°06'33.2"E	0,21	Č30-Č31	ne
R. Bjeliši	32	42°06'11.5"N	19°06'26.2"E	0,17	Č31-Č32	ne
R. Bjeliši	32	42°06'11.5"N	19°06'26.2"E	0,26	Č30-Č32	ne
R. Bjeliši	32	42°06'11.5"N	19°06'26.2"E	1,30	Č27-Č32	ne
Gornji Bjeliši	33	42°06'34.4"N	19°06'28.8"E	0,80	Č32-Č33	ne

**Zonu 9: Bar centar**

Slika 6: Graf topografske mreže za zonu 9

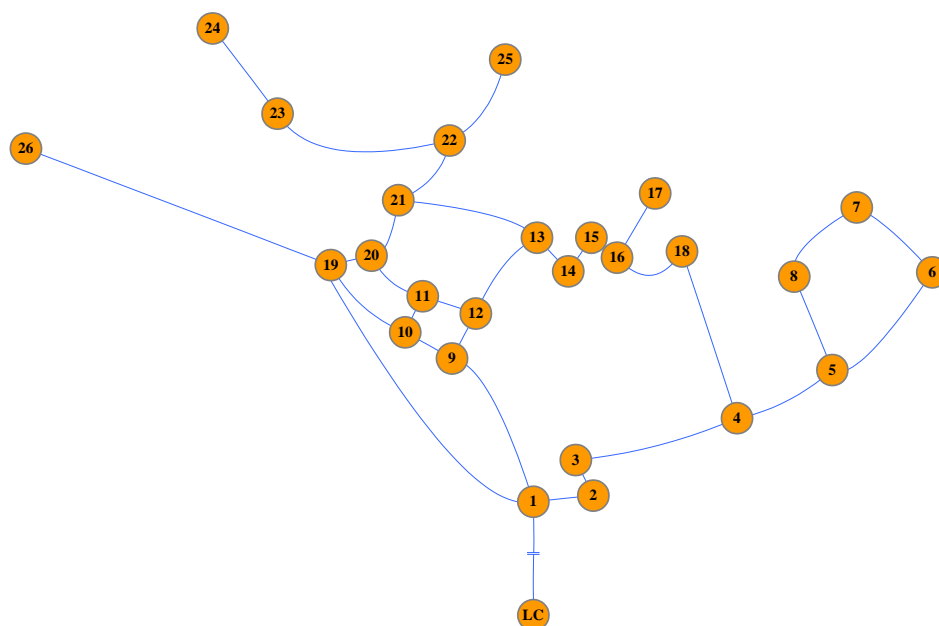
Tabela 6 Koordinate topografske mreže za zonu 9

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		ne
R. VOLI	1	42°05'38.7"N	19°05'45.2"E	500	D-Č1	ne
Kružni tok	2	42°05'36.7"N	19°05'54.1"E	220	Č1-Č2	ne
Cerovo	3	42°05'34.4"N	19°06'18.2"E	600	Č3-Č2	ne
Luka Bar uprava	4	42°05'41.2"N	19°05'30.7"E	350	Č1-Č4	ne
R. Jadroagent	5	42°05'44.4"N	19°05'30.4"E	100	Č4-Č5	ne
R. Beneton	6	42°05'42.9"N	19°05'41.7"E	260	Č5-Č6	ne
R. Crvena Banka	7	42°05'42.3"N	19°05'46.2"E	100	Č6-Č7	ne
R. Crvena Banka	7	42°05'42.3"N	19°05'46.2"E	110	Č1-Č7	ne
Katedrala	8	42°05'41.5"N	19°05'51.8"E	130	Č7-Č8	ne
Keka	9	42°05'37.0"N	19°06'15.4"E	110	Č9-Č3	ne
R. Popa Dukljanina	10	42°05'46.2"N	19°05'40.0"E	110	Č6-Č10	ne
Gat 5	11	42°05'48.2"N	19°05'18.8"E	0	-	ne
R. Gat 5	12	42°05'47.6"N	19°05'30.4"E	270	Č11-Č12	ne
R. Gat 6	12	42°05'47.6"N	19°05'30.4"E	100	Č5-Č12	ne
R. Prva banka	13	42°05'50.1"N	19°05'27.3"E	120	Č12-Č13	ne
Hladnjača Marina	14	42°05'50.0"N	19°05'06.2"E	500	Č13-Č14	ne
MUP	15	42°05'50.6"N	19°05'36.4"E	300	Č12-Č15	ne
Prva banka	16	42°05'48.9"N	19°05'37.8"E	60	Č16-Č15	ne
Prva banka	16	42°05'48.9"N	19°05'37.8"E	97	Č10-Č16	ne
Tehnoplus	17	42°05'50.7"N	19°05'41.3"E	100	Č16-Č17	ne
Iris	18	42°05'52.2"N	19°05'40.1"E	50	Č17-Č18	ne
Iris	18	42°05'52.2"N	19°05'40.1"E	100	Č15-Č18	ne
Semafori centar	19	42°05'52.9"N	19°05'41.6"E	40	Č18-Č19	ne
Lovćen	20	42°05'50.5"N	19°05'43.5"E	90	Č19-Č20	ne
R. Popa Dukljanina 2	21	42°05'48.3"N	19°05'45.1"E	80	Č20-Č21	ne
R. Popa Dukljanina 3	21	42°05'48.3"N	19°05'45.1"E	200	Č7-Č21	ne
R. Popa Dukljanina 4	21	42°05'48.3"N	19°05'45.1"E	130	Č10-Č21	ne
Big-Ben	22	42°05'53.6"N	19°05'53.0"E	240	Č20-Č22	ne
Big-Ben	22	42°05'53.6"N	19°05'53.0"E	350	Č8-Č22	ne
Bulevar ka pijaci	23	42°05'50.1"N	19°05'54.6"E	450	Č23-Č2	ne
Kvantaš	24	42°05'50.5"N	19°05'56.5"E	50	Č23-Č24	ne
Milići	25	42°05'48.2"N	19°06'28.9"E	450	Č25-Č9	ne
Pijaca Zapad	26	42°05'53.5"N	19°05'56.6"E	90	Č24-Č26	ne
Polj. Apoteka	27	42°05'51.5"N	19°06'01.4"E	120	Č24-Č27	ne
R. Neptun	28	42°05'54.6"N	19°06'01.4"E	100	Č27-Č28	ne
Pijaca Sjever	29	42°05'54.6"N	19°05'56.3"E	100	Č28-Č29	ne
Gravex	30	42°05'54.5"N	19°06'05.7"E	100	Č28-Č30	ne
R. Cakan 1	31	42°05'56.1"N	19°05'49.0"E	200	Č19-Č31	ne
Semafori 3 kule	32	42°05'56.2"N	19°05'54.5"E	130	Č31-Č32	ne
Semafori 3 kule	32	42°05'56.2"N	19°05'54.5"E	190	Č23-Č32	ne
R. Džaja	33	42°05'56.1"N	19°05'59.4"E	110	Č32-Č33	ne
R. za pijacu	34	42°05'56.1"N	19°06'01.4"E	50	Č33-Č34	ne
R. za pijacu	34	42°05'56.1"N	19°06'01.4"E	46	Č34-Č28	ne
Vatrogasna stanica	35	42°05'55.9"N	19°06'07.7"E	140	Č34-Č35	ne
R. Iza vatrogasne	36	42°05'55.9"N	19°06'09.5"E	40	Č35-Č36	ne
R. Makedonsko	37	42°05'55.8"N	19°06'19.1"E	220	Č36-Č37	ne
R. Makedonsko	37	42°05'55.8"N	19°06'19.1"E	350	Č37-Č25	ne
Kraj marine	38	42°05'57.0"N	19°05'27.1"E	220	Č13-Č38	ne
Planet	39	42°05'56.9"N	19°05'29.2"E	220	Č12-Č39	ne
Nimont	40	42°05'57.2"N	19°05'31.1"E	30	Č39-Č40	ne
Nimont	40	42°05'57.2"N	19°05'31.1"E	240	Č15-Č40	ne
R. Gimnazija	41	42°05'57.3"N	19°05'42.2"E	160	Č41-Č42	ne
R. Cakan 2	42	42°05'57.5"N	19°05'48.9"E	0	Č42-Č52	ne
R. Cakan 3	42	42°05'57.5"N	19°05'48.9"E	41	Č31-Č42	ne
Iza Telenora	43	42°05'58.3"N	19°05'56.1"E	0		ne
R. Taboo	44	42°05'58.3"N	19°05'59.5"E	80	Č43-Č44	ne
R. Taboo	44	42°05'58.3"N	19°05'59.5"E	68	Č44-Č33	ne
R. Elektron	45	42°05'58.2"N	19°06'03.7"E	100	Č44-Č45	ne
R. Ka Džoniju	46	42°05'58.2"N	19°06'06.8"E	70	Č45-Č46	ne
R. Požarevačka	47	42°05'58.2"N	19°06'07.7"E	20	Č46-Č47	ne
R. Požarevačka	47	42°05'58.2"N	19°06'07.7"E	70	Č35-Č47	ne
Kraj Požarevačka	48	42°05'58.1"N	19°06'21.6"E	350	Č47-Č48	ne
R. Solidarnost	49	42°05'59.9"N	19°05'36.5"E	250	Č19-Č49	ne
R. Solidarnost	49	42°05'59.9"N	19°05'36.5"E	150	Č40-Č49	ne



Dom zdravlja/Telekom	50	42°06'01.7"N	19°05'40.7"E	110	Č49-Č50	ne
Dom zdravlja/Telekom	50	42°06'01.7"N	19°05'40.7"E	140	Č41-Č50	ne
M. Tita/M. Boškovića	51	42°06'05.4"N	19°05'42.0"E	130	Č50-Č51	ne
DAN	52	42°06'05.3"N	19°05'49.0"E	160	Č51-Č52	ne
DAN	52	42°06'05.3"N	19°05'49.0"E	240	Č42-Č52	ne
Šučo	53	42°06'04.4"N	19°05'56.3"E	0		ne
Luna	54	42°06'04.4"N	19°05'59.6"E	80	Č53-Č54	ne
Luna	54	42°06'04.4"N	19°05'59.6"E	190	Č44-Č54	ne
Foto	55	42°06'06.5"N	19°05'59.6"E	70	Č54-Č55	ne
Kaća	56	42°06'04.3"N	19°06'03.8"E	100	Č54-Č56	ne
Kaća	56	42°06'04.3"N	19°06'03.8"E	190	Č45-Č56	ne
Borska/Džoni	57	42°06'04.3"N	19°06'07.0"E	70	Č56-Č57	ne
Borska/Džoni	57	42°06'04.3"N	19°06'07.0"E	190	Č46-Č57	ne
Borska/R. Lekića	58	42°06'04.3"N	19°06'07.8"E	10	Č57-Č58	ne
Borska/R. Lekića	58	42°06'04.3"N	19°06'07.8"E	190	Č47-Č58	ne
Okret Makedonsko	59	42°06'04.2"N	19°06'19.5"E	350	Č58-Č59	ne
Stara benzinska	60	42°06'07.3"N	19°05'33.9"E	240	Č49-Č60	ne
M. Tita/Bul. Revoluije	61	42°06'07.2"N	19°05'42.1"E	190	Č60-Č61	ne
M. Tita/Bul. Revoluije	61	42°06'07.2"N	19°05'42.1"E	55	Č51-Č61	ne
Semafori Okov	62	42°06'07.1"N	19°05'54.5"E	280	Č61-Č62	ne
Semafori Okov	62	42°06'07.1"N	19°05'54.5"E	350	Č32-Č62	ne
Bulevar/R. Lekića	63	42°06'07.0"N	19°06'07.9"E	300	Č62-Č63	ne
Bulevar/R. Lekića	63	42°06'07.0"N	19°06'07.9"E	82	Č58-Č63	ne
Keka	64	42°06'07.0"N	19°06'07.9"E	80	Č63-Č58	ne
Keka	64	42°06'10.0"N	19°06'08.0"E	90	Č63-Č64	ne
Vrtić	65	42°06'09.9"N	19°06'13.6"E	130	Č64-Č65	ne
Socijalni rad	66	42°06'10.0"N	19°06'04.1"E	90	Č64-Č66	ne
Simpo	67	42°06'10.3"N	19°05'59.3"E	150	Č66-Č67	ne
Crveni krst	68	42°06'13.3"N	19°06'04.1"E	100	Č66-Č68	ne
Komunalno	69	42°06'13.4"N	19°05'57.5"E	150	Č68-Č69	ne
Sutropske kulture	70	42°06'15.6"N	19°06'04.2"E	70	Č68-Č70	ne
Poljoprivredna škola	71	42°06'15.6"N	19°06'08.0"E	90	Č70-Č71	ne
Poljoprivredna škola	71	42°06'15.6"N	19°06'08.0"E	270	Č64-Č71	ne
Buvljak	72	42°06'15.7"N	19°05'54.9"E	210	Č70-Č72	ne
Buvljak	72	42°06'15.7"N	19°05'54.9"E	280	Č62-Č72	ne
K. tok Babovići	73	42°06'23.9"N	19°05'50.8"E	280	Č72-Č73	ne
K. tok Most Željeznice	74	42°06'24.7"N	19°05'26.8"E	550	Č73-Č74	ne
K. tok Most Željeznice	74	42°06'24.7"N	19°05'26.8"E	550	Č60-Č74	ne
Most plaža	75	42°06'19.5"N	19°05'18.6"E	400	Č74-Č75	ne

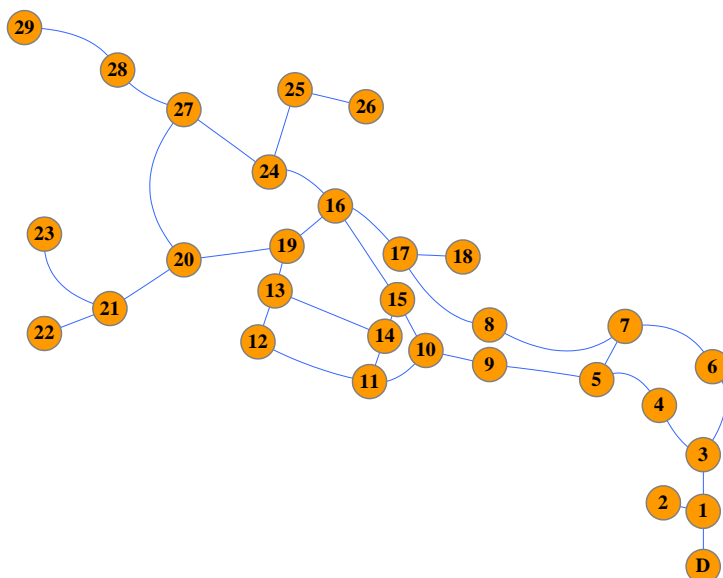
### Zona 10: Bar sjever



Slika 7: Graf topografske mreže za zonu 10

Tabela 7 Koordinate topografske mreže za zonu 10

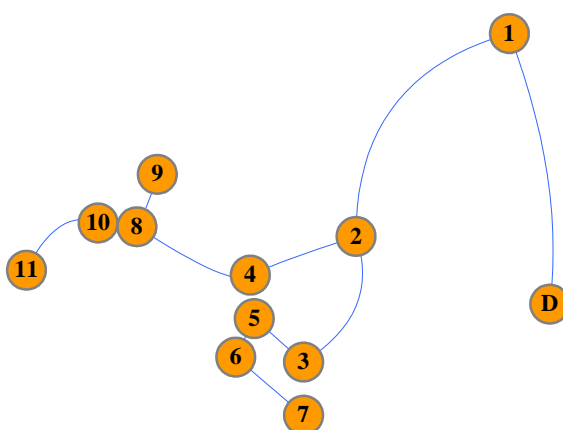
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		ne
K. tok Most Željeznice	1	42°06'23.9"N	19°05'26.5"E	1.900	D-Č1	ne
Za Ilino	2	42°06'24.7"N	19°05'31.5"E	130	Č1-Č2	ne
Dejo	3	42°06'26.4"N	19°05'30.3"E	50	Č2-Č3	ne
Vojvodić	4	42°06'34.2"N	19°05'48.1"E	500	Č3-Č4	ne
R. Đurović	5	42°06'39.8"N	19°06'02.9"E	400	Č4-Č5	ne
R. Đurović	5	42°06'39.8"N	19°06'02.9"E	240	Č5-Č8	ne
Marstijepovići	6	42°06'46.5"N	19°06'14.2"E	400	Č5-Č6	ne
Glavanovići	7	42°06'50.8"N	19°06'04.8"E	260	Č6-Č7	ne
Mašanovići	8	42°06'46.3"N	19°05'58.8"E	270	Č7-Č8	ne
K. tok Mimoza	9	42°06'39.1"N	19°05'16.5"E	550	Č1-Č9	ne
R. Amfora	10	42°06'40.5"N	19°05'11.7"E	120	Č9-Č10	ne
GMG	11	42°06'42.9"N	19°05'13.4"E	90	Č10-Č11	ne
Klikovac	12	42°06'41.5"N	19°05'18.1"E	120	Č11-Č12	ne
Klikovac	12	42°06'41.5"N	19°05'18.1"E	84	Č9-Č12	ne
Anto Đedović	13	42°06'47.1"N	19°05'24.1"E	220	Č12-Č13	ne
Petrovići	14	42°06'44.8"N	19°05'27.1"E	100	Č13-Č14	ne
Trceta	15	42°06'46.4"N	19°05'29.7"E	80	Č14-Č15	ne
R. Hotel Adria	16	42°06'45.5"N	19°05'31.5"E	50	Č15-Č16	ne
Adria	17	42°06'50.0"N	19°05'35.4"E	170	Č16-Č17	ne
Stajovići	18	42°06'44.4"N	19°05'39.8"E	240	Č16-Č18	ne
Stajovići	18	42°06'44.4"N	19°05'39.8"E	400	Č18-Č4	ne
Dedić	19	42°06'44.9"N	19°05'04.9"E	100	Č19-Č20	ne
Dedić	19	42°06'44.9"N	19°05'04.9"E	210	Č10-Č19	ne
Šoškić	20	42°06'45.7"N	19°05'08.7"E	140	Č20-Č11	ne
Mijović	21	42°06'49.7"N	19°05'11.4"E	150	Č20-Č21	ne
Mijović	21	42°06'49.7"N	19°05'11.4"E	350	Č21-Č13	ne
R. za Vitiće	22	42°06'55.5"N	19°05'15.8"E	210	Č21-Č22	ne
Durivići	23	42°06'57.7"N	19°05'00.3"E	400	Č22-Č23	ne
Glavanovići	24	42°07'15.1"N	19°04'51.5"E	700	Č23-Č24	ne
Most Đedovića	25	42°07'04.0"N	19°05'21.1"E	300	Č22-Č25	ne
Ratac	26	42°07'22.3"N	19°03'55.4"E	2.000	Č19-Č26	ne

**Zone 11 - 12: Sutomore**

Slika 8: Graf topografske mreže za zone 11 i 12

Tabela 8 Koordinate topografske mreže za zone 11 i 12

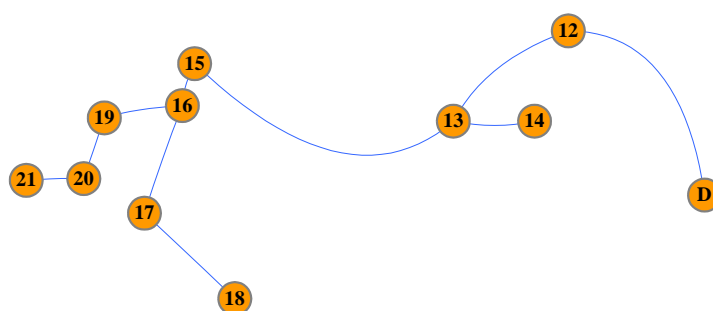
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
R. Inex	1	42°07'28.4"N	19°03'49.8"E	5.100	Č0-Č1	ne
Inex	2	42°07'36.8"N	19°03'50.0"E	200	Č1-Č2	ne
R. Obala Iva Novakovića	3	42°07'43.3"N	19°03'49.4"E	500	Č1-Č3	ne
Malibu	4	42°07'58.3"N	19°03'43.0"E	500	Č3-Č4	ne
Korali dolje	5	42°08'08.5"N	19°03'30.6"E	450	Č4-Č5	ne
Brca	6	42°08'06.7"N	19°03'49.4"E	750	Č3-Č6	ne
Korali gore	7	42°08'13.8"N	19°03'34.7"E	450	Č6-Č7	ne
Korali gore	7	42°08'13.8"N	19°03'34.7"E	170	Č5-Č7	ne
Srbobran gore	8	42°08'17.6"N	19°03'07.3"E	650	Č7-Č8	ne
Srbobran dolje	9	42°08'15.9"N	19°03'06.8"E	100	Č8-Č9	ne
Srbobran dolje	9	42°08'15.9"N	19°03'06.8"E	600	Č5-Č9	ne
Lukšići	10	42°08'18.3"N	19°02'58.6"E	200	Č9-Č10	ne
Crveni krst	11	42°08'17.8"N	19°02'50.5"E	210	Č10-Č11	ne
Kanal	12	42°08'22.5"N	19°02'35.2"E	400	Č11-Č12	ne
S. Kovačević/V. Karadžića	13	42°08'26.4"N	19°02'38.0"E	140	Č12-Č13	ne
R. Vuka Karadžića	14	42°08'21.4"N	19°02'52.4"E	350	Č13-Č14	ne
R. Vuka Karadžića	14	42°08'21.4"N	19°02'52.4"E	120	Č14-Č11	ne
Meridian	15	42°08'23.9"N	19°02'54.0"E	80	Č14-Č15	ne
Meridian	15	42°08'23.9"N	19°02'54.0"E	210	Č10-Č15	ne
R. VOLI	16	42°08'32.7"N	19°02'45.9"E	350	Č15-Č16	ne
R. Železnička stanica	17	42°08'28.4"N	19°02'52.9"E	210	Č16-Č17	ne
R. Železnička stanica	17	42°08'28.4"N	19°02'52.9"E	500	Č8-Č17	ne
Željeznička stanica	18	42°08'22.4"N	19°03'00.9"E	270	Č17-Č18	ne
S. Kovačević/C. Lazara	19	42°08'27.7"N	19°02'38.6"E	230	Č16-Č19	ne
S. Kovačević/C. Lazara	19	42°08'27.7"N	19°02'38.6"E	43	Č13-Č19	ne
Mirošica 2	20	42°08'36.2"N	19°02'12.8"E	650	Č19-Č20	ne
R. Zagrađe	21	42°08'27.8"N	19°01'42.6"E	750	Č20-Č21	ne
Plaža Zagrađe	22	42°08'25.1"N	19°01'32.9"E	240	Č21-Č22	ne
Zagrađe okret	23	42°08'41.6"N	19°01'10.2"E	1.100	Č21-Č23	ne
Partizanski put	24	42°08'46.4"N	19°02'31.0"E	550	Č16-Č24	ne
Suvi potok	25	42°08'54.8"N	19°02'32.9"E	350	Č24-Č25	ne
Dadora	26	42°08'53.2"N	19°02'43.6"E	280	Č25-Č26	ne
R. za Mirošicu 2	27	42°09'05.8"N	19°02'12.5"E	800	Č24-Č27	ne
R. za Mirošicu 2	27	42°09'05.8"N	19°02'12.5"E	1.300	Č27-Č20	ne
R. za Podgoricu	28	42°09'13.4"N	19°01'58.4"E	400	Č27-Č28	ne
	29	42°09'28.6"N	19°01'40.6"E	650	Č28-Č29	ne

**Zona 13: Čanj**

Slika 9: Graf topografske mreže za zonu 13

Tabela 9: Koordinate topografske mreže za zonu 13

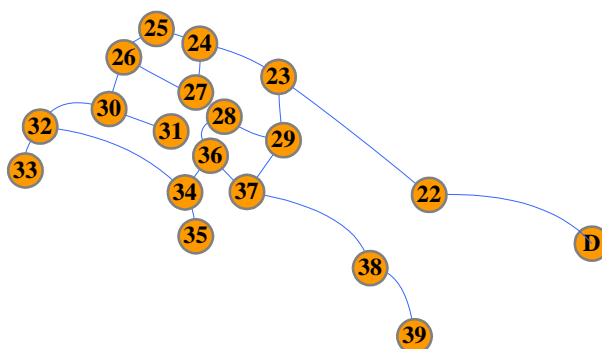
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
R. za Čanj	1	42°09'59.4"N	19°00'45.6"E	12.200	D-Č1	ne
R. za Bisernu obalu	2	42°09'42.6"N	19°00'22.5"E	1.100	Č1-Č2	ne
Biserna obala	3	42°09'29.2"N	19°00'15.7"E	500	Č2-Č3	ne
Raskrsnica u Čanju	4	42°09'35.5"N	19°00'09.2"E	400	Č2-Č4	ne
Pošta	5	42°09'33.8"N	19°00'10.3"E	70	Č4-Č5	ne
Pošta	5	42°09'33.8"N	19°00'10.3"E	220	Č3-Č5	ne
Obala	6	42°09'32.7"N	19°00'07.7"E	70	Č5-Č6	ne
Obala ispod B.Obale	7	42°09'24.9"N	19°00'16.4"E	300	Č6-Č7	ne
R. za masline	8	42°09'42.4"N	18°59'53.1"E	450	Č4-Č8	ne
Hotel Montenegro	9	42°09'47.0"N	18°59'55.8"E	160	Č8-Č9	ne
Kraj obale	10	42°09'43.1"N	18°59'51.9"E	40	Č8-Č10	ne
Picerija Zec	11	42°09'39.9"N	18°59'41.1"E	280	Č10-Č11	ne

**Zona 14: Buljarica**

Slika 10: Graf topografske mreže za zonu 14

Tabela 10: Koordinate topografske mreže za zonu 14

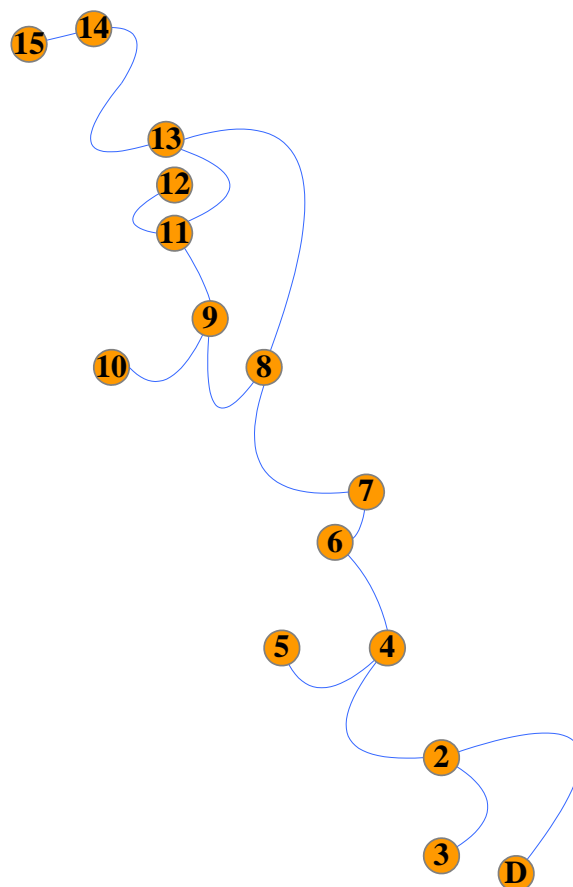
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
Kisikana	12	42°11'49.1"N	18°58'53.1"E	17.300	D-Č12	ne
R. za Odmarališta	13	42°11'49.0"N	18°58'21.9"E	1.000	Č12-Č13	ne
Odmarališta	14	42°11'47.3"N	18°58'33.5"E	280	Č13-Č14	ne
R. za plažu Buljarica	15	42°11'59.1"N	18°57'55.4"E	700	Č13-Č15	ne
Rakrsnica maslina	16	42°11'54.1"N	18°57'54.3"E	160	Č15-Č16	ne
Plaža Buljarica	17	42°11'42.8"N	18°57'48.8"E	350	Č16-Č17	ne
Kraj plaze - Jug	18	42°11'32.7"N	18°58'01.5"E	450	Č17-Č18	ne
Montex	19	42°11'52.6"N	18°57'43.0"E	260	Č16-Č19	ne
Plaža S-Zapad	20	42°11'45.6"N	18°57'38.5"E	230	Č19-Č20	ne
Disco	21	42°11'45.1"N	18°57'30.3"E	160	Č20-Č21	ne

**Zona 15: Petrovac**

Slika 11: Graf topografske mreže za klaster 15

Tabela 11: Koordinate topografske mreže za zonu 15

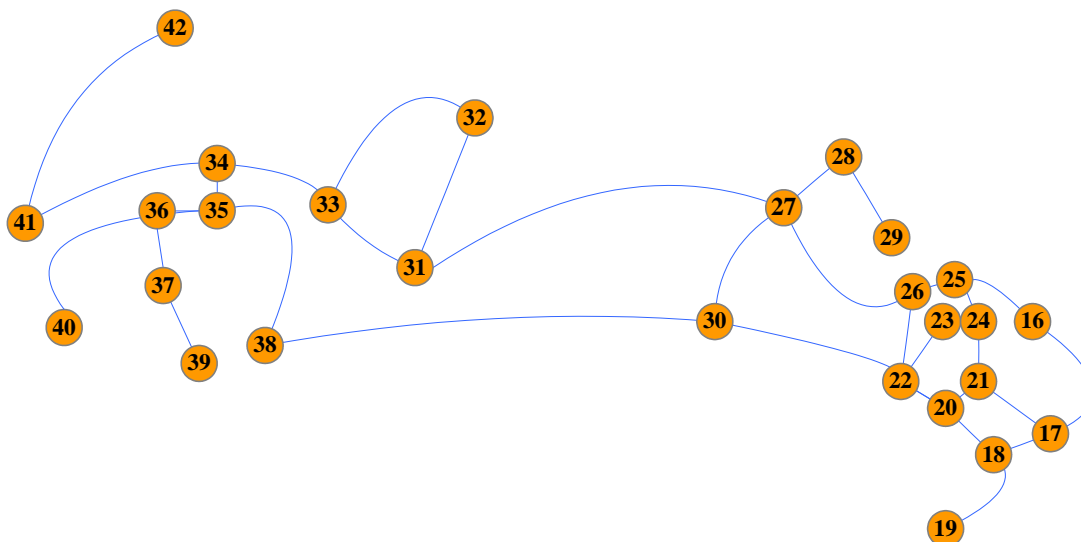
Naziv čvora	Čvor	$\phi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
<b>Depo Bar</b>	<b>D</b>	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E			
R. za plažu Buljarica	15	42°11'59.1"N	18°57'55.4"E	18.800	D-Č15	ne
Skretanje za Petrovac	22	42°12'15.7"N	18°57'03.1"E	1.400	Č15-Č22	ne
Autobuska stanica	23	42°12'26.1"N	18°56'45.5"E	550	Č22-Č23	ne
Raskrsnica centar	24	42°12'27.2"N	18°56'35.5"E	260	Č23-Č24	ne
Za Mariča	25	42°12'29.4"N	18°56'30.1"E	140	Č24-Č25	ne
Raskrsnica parking	26	42°12'27.9"N	18°56'26.4"E	110	Č25-Č26	ne
Palas	27	42°12'24.2"N	18°56'34.7"E	220	Č26-Č27	da
Palas	27	42°12'24.2"N	18°56'34.7"E	92	Č24-Č27	ne
R. za plažu	28	42°12'23.3"N	18°56'36.6"E	50	Č27-Č28	ne
Zaobilaznica	29	42°12'20.9"N	18°56'48.2"E	290	Č28-Č29	ne
Zaobilaznica	29	42°12'20.9"N	18°56'48.2"E	240	Č23-Č29	ne
R. VOLI	30	42°12'25.1"N	18°56'24.1"E	110	Č26-Č30	ne
Pošta	31	42°12'23.9"N	18°56'29.7"E	130	Č30-Č31	ne
R. 4 Juli	32	42°12'23.1"N	18°56'15.5"E	220	Č30-Č32	ne
Porat	33	42°12'18.1"N	18°56'14.8"E	150	Č32-Č33	ne
Voda u kršu - plaža	34	42°12'17.9"N	18°56'33.3"E	450	Č32-Č34	ne
Ponta	35	42°12'12.2"N	18°56'34.4"E	170	Č34-Č35	ne
Raskrsnica za Lučice	36	42°12'20.0"N	18°56'36.1"E	90	Č34-Č36	ne
Raskrsnica za Lučice	36	42°12'20.0"N	18°56'36.1"E	120	Č28-Č36	ne
Raskrsnica vile	37	42°12'16.6"N	18°56'41.2"E	160	Č36-Č37	ne
Raskrsnica vile	37	42°12'16.6"N	18°56'41.2"E	260	Č37-Č29	ne
Lučice	38	42°12'04.5"N	18°57'00.8"E	650	Č37-Č38	ne
Lučice kraj	39	42°12'00.8"N	18°57'04.6"E	150	Č38-Č39	ne

**Zone 16 - 17: Reževići – Pržno**

Slika 12: Graf topografske mreže za zone 16 i 17

Tabela 12: Koordinate topografske mreže za zone 16 i 17

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
Stara raskrsnica Pg	1	42°12'39.9"N	18°56'40.7"E	21.200	D-Č1	ne
R. Perazića Do	2	42°12'57.7"N	18°55'20.2"E	3.200	Č1-Č2	ne
Hotel As	3	42°12'39.9"N	18°55'36.9"E	1.500	Č2-Č3	ne
R. Drobni pijesak	4	42°14'03.2"N	18°54'27.6"E	2.700	Č2-Č4	ne
Drobni pijesak	5	42°14'03.2"N	18°54'13.5"E	650	Č4-Č5	ne
R. Blizikuće	6	42°14'38.4"N	18°54'10.0"E	1.200	Č4-Č6	ne
Blizikuće	7	42°14'45.3"N	18°54'15.6"E	300	Č6-Č7	ne
R. Hotel Adrović	8	42°15'21.8"N	18°53'52.2"E	1.500	Č6-Č8	ne
R. Sveti Stefan	9	42°15'28.6"N	18°53'43.3"E	700	Č8-Č9	ne
Sveti Stefan	10	42°15'23.8"N	18°53'34.0"E	550	Č9-Č10	ne
R. Centar	11	42°16'00.6"N	18°53'33.7"E	1.200	Č9-Č11	ne
Plaža	12	42°16'02.8"N	18°53'31.1"E	230	Č11-Č12	ne
R. E65	13	42°16'12.4"N	18°53'32.2"E	550	Č11-Č13	ne
R. E65	13	42°16'12.4"N	18°53'32.2"E	2.000	Č8-Č13	ne
Skretanje za plažu Pržno	14	42°16'27.6"N	18°53'22.9"E	650	Č13-Č14	ne
Plaža Pržno	15	42°16'27.6"N	18°53'18.1"E	150	Č14-Č15	ne

**Zona 18: Bečići**

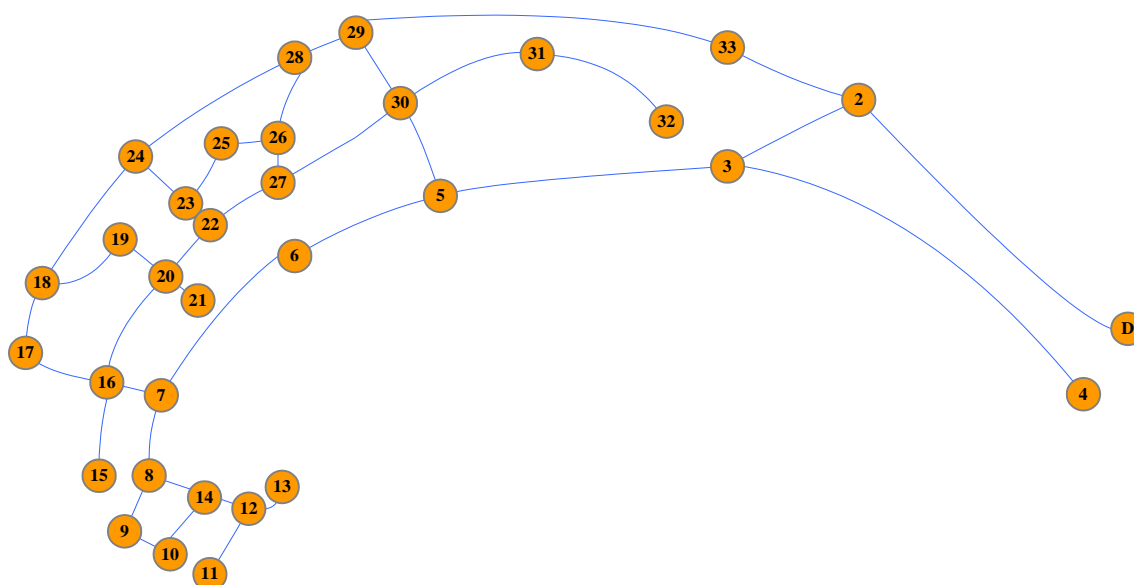
Slika 13: Graf topografske mreže za zonu 18

Tabela 13: Koordinate topografske mreže za zonu 18

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
R. E65/Rafailovići	16	42°16'52.7"N	18°52'56.6"E	34.000	D-Č20	ne
R. E65/Rafailovići	16	42°16'52.7"N	18°52'56.6"E	1.500	Č18-Č20	ne
Vitodolska/Turistička	17	42°16'46.2"N	18°52'57.5"E	350	Č20-Č21	ne
Plaža Rafailovići	18	42°16'45.2"N	18°52'54.6"E	73	Č21-Č22	ne
Kraj plaže - Jug	19	42°16'39.5"N	18°52'50.9"E	210	Č22-Č23	ne
Plaža/Turistička	20	42°16'48.6"N	18°52'50.9"E	140	Č22-Č24	ne
Turistička centar	21	42°16'49.1"N	18°52'52.0"E	30	Č24-Č25	ne
Turistička centar	21	42°16'54.6"N	18°52'49.5"E	180	Č21-Č25	ne
Palme	22	42°16'50.0"N	18°52'47.3"E	97	Č24-Č26	ne
Parking	23	42°16'53.2"N	18°52'50.9"E	150	Č26-Č27	ne
Sun Rose	24	42°16'52.7"N	18°52'52.1"E	33	Č27-Č28	ne
Sun Rose	24	42°16'52.7"N	18°52'52.1"E	130	Č25-Č28	ne
Turistička/E65	25	42°16'54.5"N	18°52'49.8"E	250	Č28-Č29	ne
Turistička/E66	25	42°16'54.5"N	18°52'49.8"E	170	Č20-Č29	ne
E65/Rafailovići 2	26	42°16'54.2"N	18°52'48.3"E	34	Č29-Č30	ne
E65/Rafailovići 2	26	42°16'54.2"N	18°52'48.3"E	140	Č26-Č30	ne
E65/Gotel Queen	27	42°16'58.9"N	18°52'37.5"E	350	Č31-Č30	ne

Nina	28	42°17'01.7"N	18°52'42.1"E	140	Č31-Č32	ne
Hotel Queen	29	42°16'57.6"N	18°52'45.1"E	150	Č32-Č33	ne
E65/Plaža	30	42°16'53.0"N	18°52'32.2"E	230	Č34-Č31	ne
E65/Plaža	30	42°16'53.0"N	18°52'32.2"E	350	Č34-Č26	ne
Splendid	31	42°16'56.8"N	18°51'59.9"E	1.000	Č35-Č31	ne
I.L.Ribara/S. Fronta	32	42°17'04.1"N	18°52'07.4"E	350	Č35-Č36	ne
E65/Sremskog fronta	33	42°16'59.3"N	18°51'56.1"E	400	Č36-Č37	ne
E65/Sremskog fronta	33	42°16'59.3"N	18°51'56.1"E	120	Č35-Č37	ne
Raskrsnica centar	34	42°17'01.2"N	18°51'46.9"E	230	Č37-Č38	ne
R. Hotel Tara	35	42°16'59.4"N	18°51'47.1"E	60	Č38-Č39	ne
Hotel Beograd	34	42°16'59.2"N	18°51'42.8"E	100	Č39-Č40	ne
Hotel Montenegro	37	42°16'54.8"N	18°51'43.3"E	100	Č40-Č41	ne
Plaža Splendid	38	42°16'51.7"N	18°51'52.1"E	350	Č39-Č42	ne
Plaža Splendid	38	42°16'51.7"N	18°51'52.1"E	950	Č34-Č42	ne
Hotel Beograd	39	42°16'51.1"N	18°51'46.8"E	290	Č39-Č43	ne
Hotel Beograd	39	42°16'51.1"N	18°51'46.8"E	120	Č42-Č43	ne
Hotel Bellevue	40	42°16'52.4"N	18°51'36.2"E	350	Č40-Č44	ne
Skretanje za Cetinje	41	42°16'58.8"N	18°51'28.1"E	500	Č38-Č45	ne
Okret	42	42°17'11.7"N	18°51'39.6"E	650	Č45-Č46	ne

### Zone 19-20: Budva



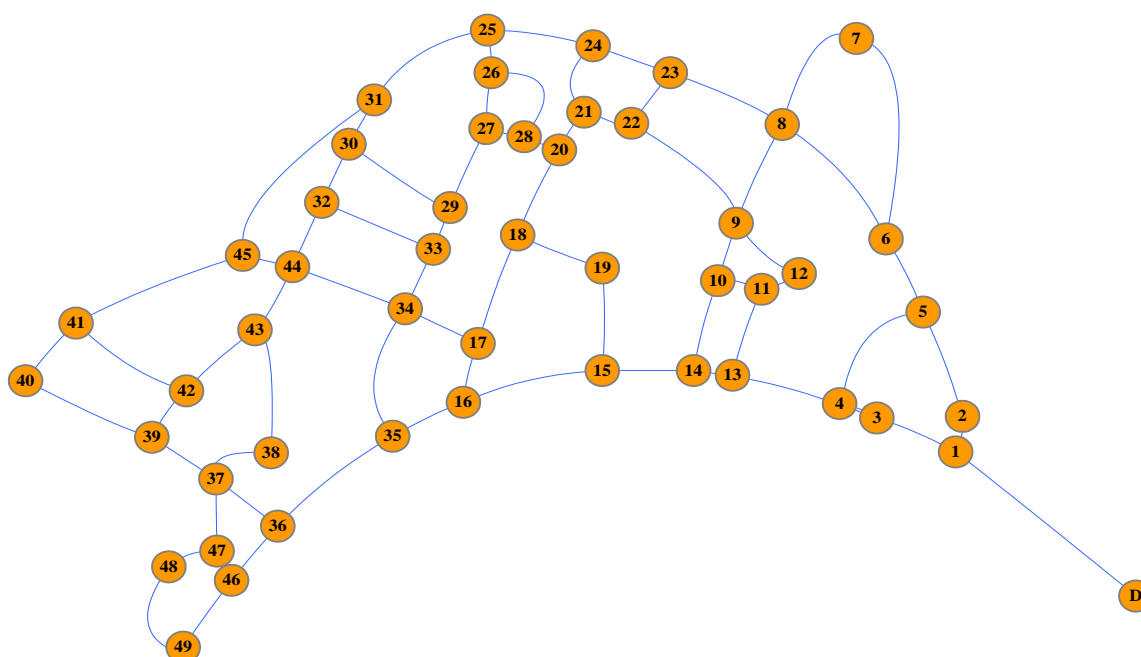
Slika 14: Graf topografske mreže za zone 19 i 20

Tabela 14: Koordinate topografske mreže za zone 19 i 20

Naziv čvora	Čvor	$\phi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	D	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
R. Za Cetinje	1	42°16'58.8"N	18°51'28.1"E	36.400	D-Č1	ne
Skretanje iza stadiona	2	42°17'11.6"N	18°51'11.3"E	550	Č1-Č2	ne
Slovenska obala	3	42°17'08.0"N	18°51'00.7"E	270	Č2-Č3	ne
Tobogan	4	42°17'06.4"N	18°51'15.7"E	350	Č3-Č4	ne
J. Sajam/Slovenska o.	5	42°17'05.5"N	18°50'36.1"E	550	Č3-Č5	ne
B. Jovanovića/Slovenska o.	6	42°17'02.4"N	18°50'24.6"E	280	Č5-Č6	ne
Dona kod Nikole	7	42°16'52.4"N	18°50'13.9"E	400	Č6-Č7	ne
Mogren	8	42°16'45.9"N	18°50'12.7"E	200	Č7-Č8	ne
Mogren	8	42°16'45.9"N	18°50'12.7"E	120	Č8-Č14	ne
Mocart	9	42°16'42.5"N	18°50'11.2"E	110	Č8-Č9	da
Stari trg	10	42°16'40.6"N	18°50'15.3"E	110	Č9-Č10	da
Citadela	11	42°16'39.5"N	18°50'16.6"E	50	Č10-Č11	da
Stara vrata	12	42°16'43.7"N	18°50'19.8"E	160	Č11-Č12	da
Porat	13	42°16'45.0"N	18°50'21.5"E	60	Č12-Č13	da
Picerija	14	42°16'44.3"N	18°50'17.5"E	130	Č10-Č14	ne
Picerija	14	42°16'44.3"N	18°50'17.5"E	60	Č12-Č14	ne
Avala	15	42°16'45.7"N	18°50'08.7"E	240	Č15-Č16	ne

Kružni tok	16	42°16'53.3"N	18°50'09.1"E	110	Č16-Č7	ne
E80	17	42°16'56.7"N	18°50'02.5"E	210	Č16-Č17	ne
E80/Cetinjska	18	42°17'00.3"N	18°50'04.2"E	120	Č17-Č18	ne
Iza TQ Plaza	19	42°17'03.2"N	18°50'10.2"E	220	Č18-Č19	ne
TQ Plaza	20	42°17'00.7"N	18°50'14.2"E	120	Č19-Č20	ne
TQ Plaza	20	42°17'00.7"N	18°50'14.2"E	270	Č16-Č20	ne
Restoran	21	42°16'59.1"N	18°50'16.8"E	80	Č20-Č21	ne
Raskrsnica pošta	22	42°17'03.9"N	18°50'17.9"E	130	Č20-Č22	ne
Vojvodanska/24 novembra	23	42°17'05.0"N	18°50'16.2"E	50	Č22-Č23	ne
Semafori centar	24	42°17'07.9"N	18°50'11.9"E	130	Č23-Č24	ne
Semafori centar	24	42°17'07.9"N	18°50'11.9"E	300	Č18-Č24	ne
Vojvodanska/Zmajeva	25	42°17'09.1"N	18°50'18.5"E	140	Č23-Č25	ne
Zmajeva/B. Jovanovića	26	42°17'08.6"N	18°50'23.6"E	120	Č25-Č26	ne
B. Jovanovića/Mediteranska	27	42°17'06.6"N	18°50'23.4"E	60	Č26-Č27	ne
B. Jovanovića/Mediteranska	27	42°17'06.6"N	18°50'23.4"E	150	Č27-Č22	ne
E80/B. Jovanovića	28	42°17'15.6"N	18°50'25.9"E	400	Č28-Č24	ne
E80/B. Jovanovića	28	42°17'15.6"N	18°50'25.9"E	230	Č26-Č28	ne
E80/Trg sunca	29	42°17'16.8"N	18°50'29.9"E	100	Č28-Č29	ne
Tenero	30	42°17'11.3"N	18°50'33.6"E	190	Č29-Č30	ne
Tenero	30	42°17'11.3"N	18°50'33.6"E	280	Č27-Č30	ne
HTP Slovenska plaža	31	42°17'14.5"N	18°50'45.1"E	300	Č30-Č31	ne
HTP Slovenska plaža	31	42°17'14.5"N	18°50'45.1"E	190	Č30-Č5	ne
Hotel Aleksandar	32	42°17'09.9"N	18°50'55.1"E	300	Č31-Č32	ne
Skretanje za H. Aleksandar	33	42°17'14.9"N	18°51'00.6"E	210	Č32-Č33	ne
Skretanje za H. Aleksandar	33	42°17'14.9"N	18°51'00.6"E	700	Č29-Č33	ne
Skretanje za H. Aleksandar	33	42°17'14.9"N	18°51'00.6"E	280	Č33-Č2	ne

### Zona 21: Budva



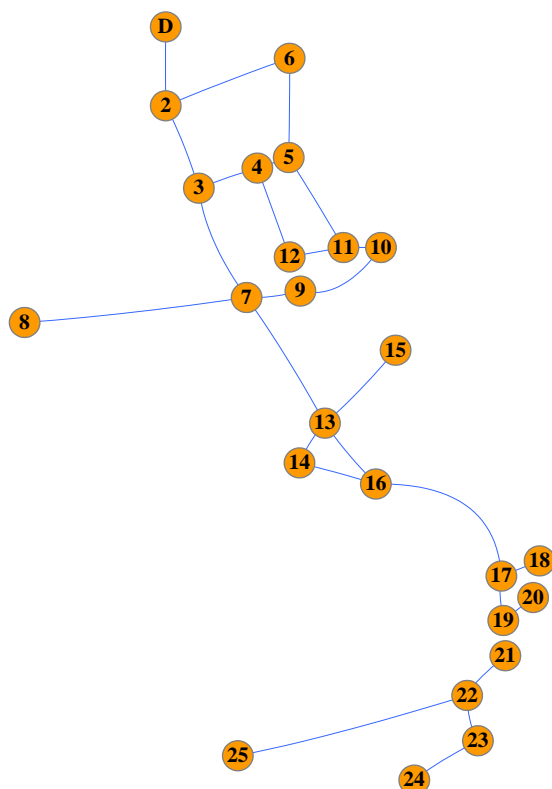
Slika 15: Graf topografske mreže za zonu 21

Tabela 15: Koordinate topografske mreže za zonu 21

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smjer
Depo Bar	0	42°05'25.6"N	19°05'41.5"E	0		
Kružni tok	1	42°17'13.0"N	18°51'08.0"E	37.000	D-Č1	ne
Radulović	2	42°17'15.4"N	18°51'07.7"E	80	Č1-Č2	ne
Zoki mobile	3	42°17'14.8"N	18°51'01.6"E	150	Č2-Č3	ne
Zoki mobile	3	42°17'14.8"N	18°51'01.6"E	160	Č1-Č3	ne
Hotel Šajo	4	42°17'16.1"N	18°50'57.9"E	90	Č3-Č4	ne
V. Vlahovića/20 novembar	5	42°17'22.2"N	18°51'04.7"E	260	Č4-Č5	ne
V. Vlahovića/20 novembar	5	42°17'22.2"N	18°51'04.7"E	220	Č2-Č5	ne
20 novembar/4. Proleterske	6	42°17'27.4"N	18°51'01.5"E	180	Č5-Č6	ne
Vrh 4. Proleterske	7	42°17'43.2"N	18°50'59.1"E	550	Č6-Č7	ne
Kužina	8	42°17'34.6"N	18°50'52.8"E	350	Č7-Č8	ne



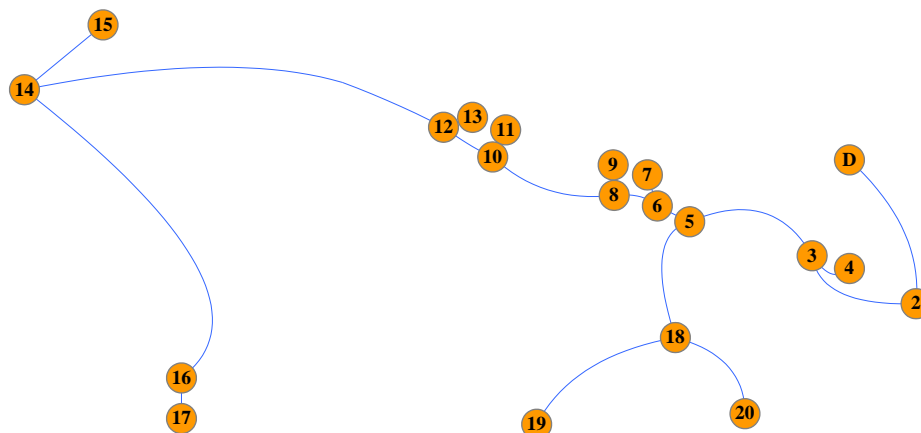
Kužina	8	42°17'34.6"N	18°50'52.8"E	300	Č8-Č6	ne
Velji vinogradi/Babilonja	9	42°17'28.1"N	18°50'49.4"E	220	Č9-Č8	da
Hotel Mena	10	42°17'24.2"N	18°50'48.0"E	130	Č9-Č10	ne
Apartment Božović	11	42°17'23.6"N	18°50'51.5"E	80	Č10-Č11	da
Babilonja	12	42°17'24.8"N	18°50'53.5"E	90	Č11-Č12	ne
Babilonja	12	42°17'24.8"N	18°50'53.5"E	140	Č9-Č12	da
E80	13	42°17'18.0"N	18°50'48.9"E	180	Č11-Č13	ne
E81	13	42°17'18.0"N	18°50'48.9"E	220	Č4-Č13	ne
Velji vinogradi/E80	14	42°17'18.3"N	18°50'45.6"E	70	Č13-Č14	ne
Velji vinogradi/E80	14	42°17'18.3"N	18°50'45.6"E	190	Č10-Č14	ne
Rakita/E80	15	42°17'18.3"N	18°50'37.9"E	180	Č14-Č15	ne
Mainski put/E80	16	42°17'16.2"N	18°50'26.7"E	260	Č15-Č16	da
Svatovska/Mainski put	17	42°17'19.9"N	18°50'28.0"E	120	Č16-Č17	da
Mainski put/3 jul	18	42°17'27.3"N	18°50'31.3"E	240	Č17-Č18	da
3 jula/Rakita	19	42°17'25.1"N	18°50'38.7"E	180	Č18-Č19	ne
3 jula/Rakita	19	42°17'25.1"N	18°50'38.7"E	220	Č19-Č15	ne
Villa Perla Di Mare	20	42°17'32.8"N	18°50'34.8"E	190	Č18-Č20	da
Mainski put/Babilonja	21	42°17'35.1"N	18°50'37.0"E	90	Č20-Č21	da
Apartment Bu2	22	42°17'34.2"N	18°50'40.6"E	90	Č21-Č22	da
Apartment Bu3	22	42°17'34.2"N	18°50'40.6"E	280	Č22-Č9	da
Druga osnovna škola	23	42°17'37.6"N	18°50'43.9"E	130	Č22-Č23	da
Druga osnovna škola	23	42°17'37.6"N	18°50'43.9"E	220	Č8-Č23	ne
Žrtava fašizma/Mainski put	24	42°17'39.5"N	18°50'37.6"E	160	Č23-Č24	ne
Žrtava fašizma/Mainski put	24	42°17'39.5"N	18°50'37.6"E	150	Č24-Č21	da
Ž. fašizma/F. Kovačevića	25	42°17'40.5"N	18°50'29.1"E	200	Č24-Č25	ne
Filipa Kovačevića 1	26	42°17'37.9"N	18°50'29.5"E	80	Č25-Č26	da
Filipa Kovačevića 1	26	42°17'37.9"N	18°50'29.5"E	230	Č26-Č28	da
Filipa Kovačevića 2	27	42°17'34.1"N	18°50'28.9"E	120	Č26-Č27	da
XVI ulica	28	42°17'33.4"N	18°50'32.0"E	70	Č28-Č27	da
XVI ulica	28	42°17'33.4"N	18°50'32.0"E	68	Č28-Č20	ne
XVIII ulica	29	42°17'28.8"N	18°50'25.9"E	180	Č27-Č29	ne
Ž. Fašizma	30	42°17'33.0"N	18°50'17.7"E	230	Č29-Č30	da
Ž. Fašizma/Mimoza	31	42°17'35.8"N	18°50'19.5"E	100	Č30-Č31	ne
Ž. Fašizma/Mimoza	31	42°17'35.8"N	18°50'19.5"E	270	Č25-Č31	ne
Ž. Fašizma/I uluca	32	42°17'29.2"N	18°50'15.5"E	130	Č30-Č32	ne
I ulica/F. Kovačevića	33	42°17'26.3"N	18°50'24.5"E	220	Č33-Č32	da
I ulica/F. Kovačevića	33	42°17'26.3"N	18°50'24.5"E	84	Č29-Č33	ne
Popa Jola Zeca/F. Kovač.	34	42°17'22.3"N	18°50'22.1"E	140	Č33-Č34	da
Popa Jola Zeca/F. Kovač.	34	42°17'22.3"N	18°50'22.1"E	150	Č34-Č17	da
E80/F. Kovačevića	35	42°17'14.1"N	18°50'21.1"E	290	Č34-Č35	ne
E80/F. Kovačevića	35	42°17'14.1"N	18°50'21.1"E	150	Č16-Č35	ne
E80/Topliški put	36	42°17'08.2"N	18°50'11.6"E	280	Č35-Č36	ne
Zanatski centar	37	42°17'11.5"N	18°50'06.1"E	160	Č36-Č37	ne
Dositejeva	38	42°17'13.2"N	18°50'11.5"E	190	Č37-Č38	da
Topliški put/Zaobilaznica	39	42°17'13.9"N	18°50'01.3"E	130	Č37-Č39	ne
Topliški put/Balkanska	40	42°17'17.4"N	18°49'51.3"E	260	Č39-Č40	ne
Pekara	41	42°17'21.2"N	18°49'55.3"E	400	Č40-Č41	da
Obilaznica/Maslinski put	42	42°17'16.8"N	18°50'04.0"E	240	Č42-Č41	da
Obilaznica/Maslinski put	42	42°17'16.8"N	18°50'04.0"E	110	Č39-Č42	ne
Dositejeva/Obilaznica	43	42°17'20.8"N	18°50'09.8"E	180	Č42-Č43	ne
Dositejeva/Obilaznica	43	42°17'20.8"N	18°50'09.8"E	250	Č38-Č43	da
Obilaznica/Prve proleterske	44	42°17'25.0"N	18°50'13.0"E	150	Č43-Č44	ne
Obilaznica/Prve proleterske	44	42°17'25.0"N	18°50'13.0"E	220	Č34-Č44	ne
Obilaznica/Prve proleterske	44	42°17'25.0"N	18°50'13.0"E	140	Č32-Č44	ne
Prve proleterske/Mimoza	45	42°17'25.7"N	18°50'08.7"E	100	Č44-Č45	ne
Prve proleterske/Mimoza	45	42°17'25.7"N	18°50'08.7"E	350	Č41-Č45	ne
Prve proleterske/Mimoza	45	42°17'25.7"N	18°50'08.7"E	450	Č45-Č31	ne
E80/Nikole Tesle	46	42°17'04.4"N	18°50'08.2"E	140	Č36-Č46	ne
Nikola Tesla/Prvomajska	47	42°17'06.0"N	18°50'07.2"E	60	Č46-Č47	da
Nikola Tesla/Prvomajska	47	42°17'06.0"N	18°50'07.2"E	180	Č47-Č37	da
Prvomajska/Prešernova	48	42°17'05.5"N	18°50'02.5"E	120	Č47-Č48	da
Cetinjska/E80	49	42°17'00.3"N	18°50'04.2"E	210	Č48-Č49	da
Cetinjska/E81	49	42°17'00.3"N	18°50'04.2"E	160	Č46-Č49	ne

**Zona 22-23: Lastva Grbaljska**

Slika 16: Graf topografske mreže za zone 22 i 23

Tabela 16: Koordinate topografske mreže za zone 22 i 23

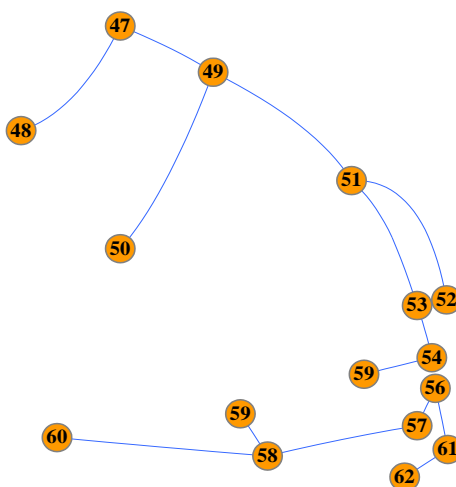
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	D	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E			
Lepetani	1	42°27'56.1"N	18°41'09.2"E	11.800	D-Č1	ne
Kružni tok	2	42°23'30.7"N	18°44'15.8"E	10.100	Č1-Č2	ne
E80/Industrijska zona	3	42°23'17.5"N	18°44'27.7"E	500	Č2-Č3	ne
Ind. Zona/Jugopetrol	4	42°23'28.3"N	18°44'44.7"E	500	Č3-Č4	ne
Kips	5	42°23'32.3"N	18°44'49.9"E	170	Č4-Č5	ne
Kips/E80	6	42°23'50.5"N	18°44'48.4"E	550	Č5-Č6	ne
Kips/E81	6	42°23'50.5"N	18°44'48.4"E	1.000	Č2-Č6	ne
Jugodrvvo	7	42°22'42.9"N	18°44'59.8"E	1.300	Č3-Č7	ne
Bigova	8	42°21'22.5"N	18°42'16.0"E	9.100	Č7-Č8	ne
Stari put/Namještaj	9	42°22'44.7"N	18°45'06.9"E	170	Č7-Č9	ne
Stari put/Ind. Zona	10	42°22'52.3"N	18°45'19.9"E	400	Č9-Č10	ne
Ind. Zona gore	11	42°22'49.6"N	18°45'11.4"E	210	Č10-Č11	ne
Ind. Zona gore	11	42°22'49.6"N	18°45'11.4"E	1.500	Č11-Č5	ne
Stari put/Jugodrvvo	12	42°22'47.6"N	18°45'04.6"E	180	Č11-Č12	ne
Stari put/Jugodrvvo	12	42°22'47.6"N	18°45'04.6"E	110	Č9-Č12	ne
E80/Pelinska	13	42°21'37.4"N	18°45'36.5"E	2.200	Č7-Č13	ne
Pošta	14	42°21'34.1"N	18°45'33.1"E	130	Č13-Č14	ne
Kamenolom	15	42°22'03.1"N	18°46'27.7"E	2.500	Č13-Č15	ne
E80	16	42°21'21.9"N	18°45'42.5"E	500	Č13-Č16	ne
E80	16	42°21'21.9"N	18°45'42.5"E	470	Č14-Č16	ne
Gorenje	17	42°17'41.0"N	18°48'24.9"E	8.200	Č16-Č17	ne
Eurosalon	18	42°17'40.5"N	18°48'31.9"E	170	Č17-Č18	ne
E80/Auto servis	19	42°17'30.8"N	18°48'26.1"E	300	Č17-Č19	ne
Auto servis	20	42°17'36.5"N	18°48'32.7"E	260	Č19-Č20	ne
E80/Plaža jaz	21	42°17'28.6"N	18°48'26.7"E	70	Č19-Č21	ne
Donjegrbaljski put/Jaz	22	42°17'16.9"N	18°48'16.0"E	450	Č21-Č22	ne
Plaža Jaz	23	42°17'03.7"N	18°48'18.2"E	450	Č22-Č23	ne
Plaža Jaz - Zapad	24	42°16'54.4"N	18°47'59.5"E	500	Č23-Č24	ne
Doljanska plaža	25	42°16'55.9"N	18°47'05.2"E	2.800	Č22-Č25	ne

**Zone 24 - 25: Krtole**

Slika 17: Graf topografske mreže za zone 24 i 25

Tabela 17: Koordinate topografske mreže za zone 24 i 25

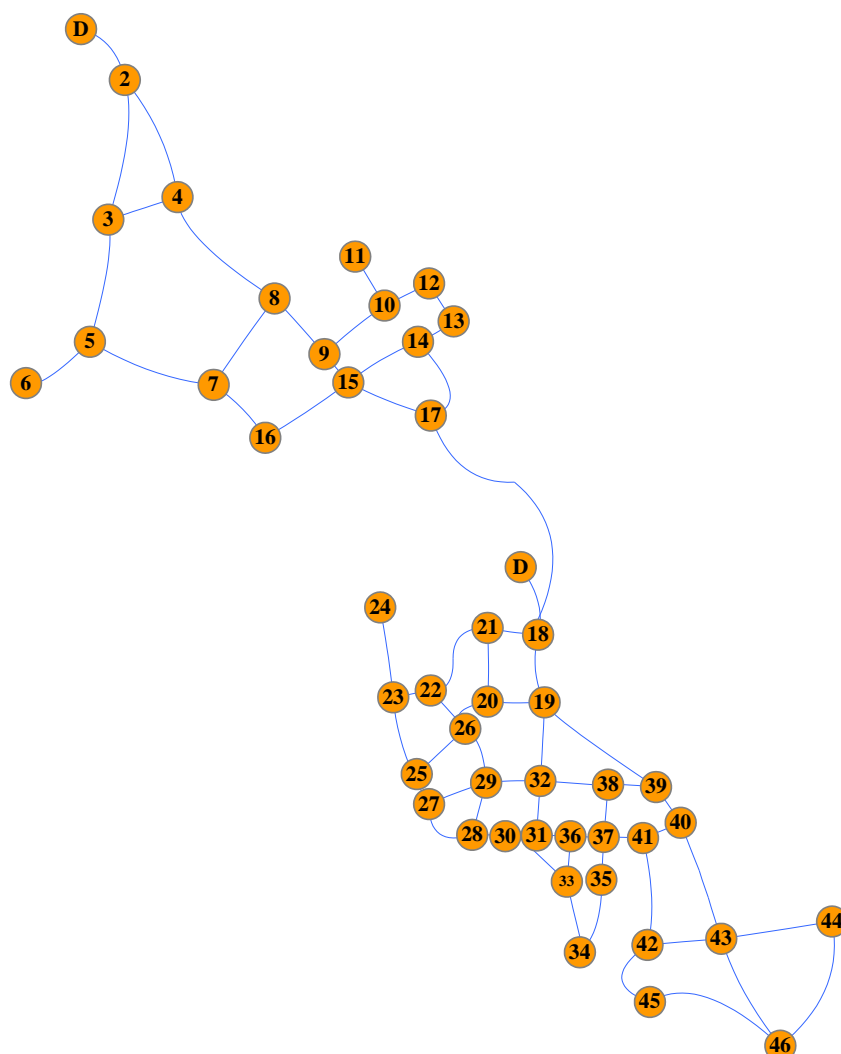
Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	D	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E			
Lepetani	1	42°27'56.1"N	18°41'09.2"E	11.800	D-Č1	ne
Kružni tok	2	42°23'30.7"N	18°44'15.8"E	10.100	Č1-Č2	ne
Skretanje - Ponta Solila	3	42°23'38.1"N	18°42'05.7"E	3.300	Č2-Č3	ne
Ponta Solila	4	42°23'36.3"N	18°42'14.8"E	280	Č3-Č4	ne
R. Krašići	5	42°24'08.4"N	18°40'29.0"E	2.700	Č3-Č5	ne
R. Kakrc	6	42°24'14.8"N	18°40'14.6"E	400	Č5-Č6	ne
Kakrc	7	42°24'18.3"N	18°40'10.1"E	150	Č6-Č7	ne
R. Muo	8	42°24'19.2"N	18°39'57.3"E	450	Č6-Č8	ne
Muo	9	42°24'22.0"N	18°39'57.8"E	82	Č8-Č9	ne
Skretanje - Ponta I	10	42°24'30.2"N	18°39'06.6"E	1.400	Č8-Č10	ne
Ponta I	11	42°24'32.7"N	18°39'10.7"E	84	Č10-Č11	ne
Skretanje - Ponta II	12	42°24'36.6"N	18°38'51.6"E	400	Č10-Č12	ne
Ponta II	13	42°24'35.7"N	18°38'55.9"E	100	Č12-Č13	ne
Raskrsnica Rose/Žanjić	14	42°25'22.0"N	18°33'42.0"E	7.700	Č12-Č14	ne
Ponta Rose	15	42°25'44.4"N	18°33'25.1"E	2.200	Č14-Č15	ne
Žanjić	16	42°23'57.5"N	18°34'50.3"E	7.000	Č14-Č16	ne
Mirište	17	42°23'43.3"N	18°34'45.6"E	500	Č16-Č17	ne
Raskrnica Radovići	18	42°23'33.1"N	18°40'23.5"E	1.400	Č5-Č18	ne
Oblatno	19	42°22'56.3"N	18°39'06.9"E	2.800	Č18-Č19	ne
Plavi Horizonti	20	42°23'14.5"N	18°41'01.5"E	1.200	Č18-Č20	ne

**Zona 26: Kukoljina**

Slika 18: Graf topografske mreže za zonu 26

Tabela 18: Koordinate topografske mreže za zonu 26

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	D	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E			
E80/Stara Račica	47	42°25'23.5"N	18°42'32.6"E	17.700	D-Č47	ne
Stara Račica	48	42°25'14.7"N	18°42'20.9"E	350	Č47-Č48	ne
E80/Borići I	49	42°25'20.0"N	18°42'42.0"E	240	Č47-Č49	ne
Borići I	50	42°25'06.8"N	18°42'33.1"E	500	Č49-Č50	ne
E80/Rolovina	51	42°25'11.8"N	18°42'55.7"E	400	Č49-Č51	ne
Mrčevac I	52	42°25'02.3"N	18°43'04.4"E	400	Č51-Č52	ne
E80/Mrčevac I	53	42°25'01.9"N	18°43'02.6"E	44	Č52-Č53	ne
E80/Mrčevac I	53	42°25'01.9"N	18°43'02.6"E	350	Č51-Č53	ne
E80/Kukuljina	54	42°24'58.1"N	18°43'03.8"E	120	Č53-Č54	ne
Kukuljina	55	42°24'55.5"N	18°42'52.9"E	260	Č54-Č55	ne
E80/Aerodromska	56	42°24'55.9"N	18°43'04.5"E	70	Č54-Č56	ne
Aerodromska I	57	42°24'51.0"N	18°43'03.2"E	170	Č56-Č57	ne
Aerodromska II	58	42°24'18.7"N	18°42'43.3"E	1.700	Č57-Č58	ne
Plaža	59	42°24'21.8"N	18°42'44.6"E	120	Č58-Č59	ne
Ostrvo cvijeća	60	42°24'24.0"N	18°42'11.5"E	850	Č58-Č60	ne
E80/Aerodrom	61	42°24'48.6"N	18°43'06.9"E	230	Č56-Č61	ne
Aerodrom	62	42°24'44.6"N	18°43'04.8"E	130	Č61-Č62	ne

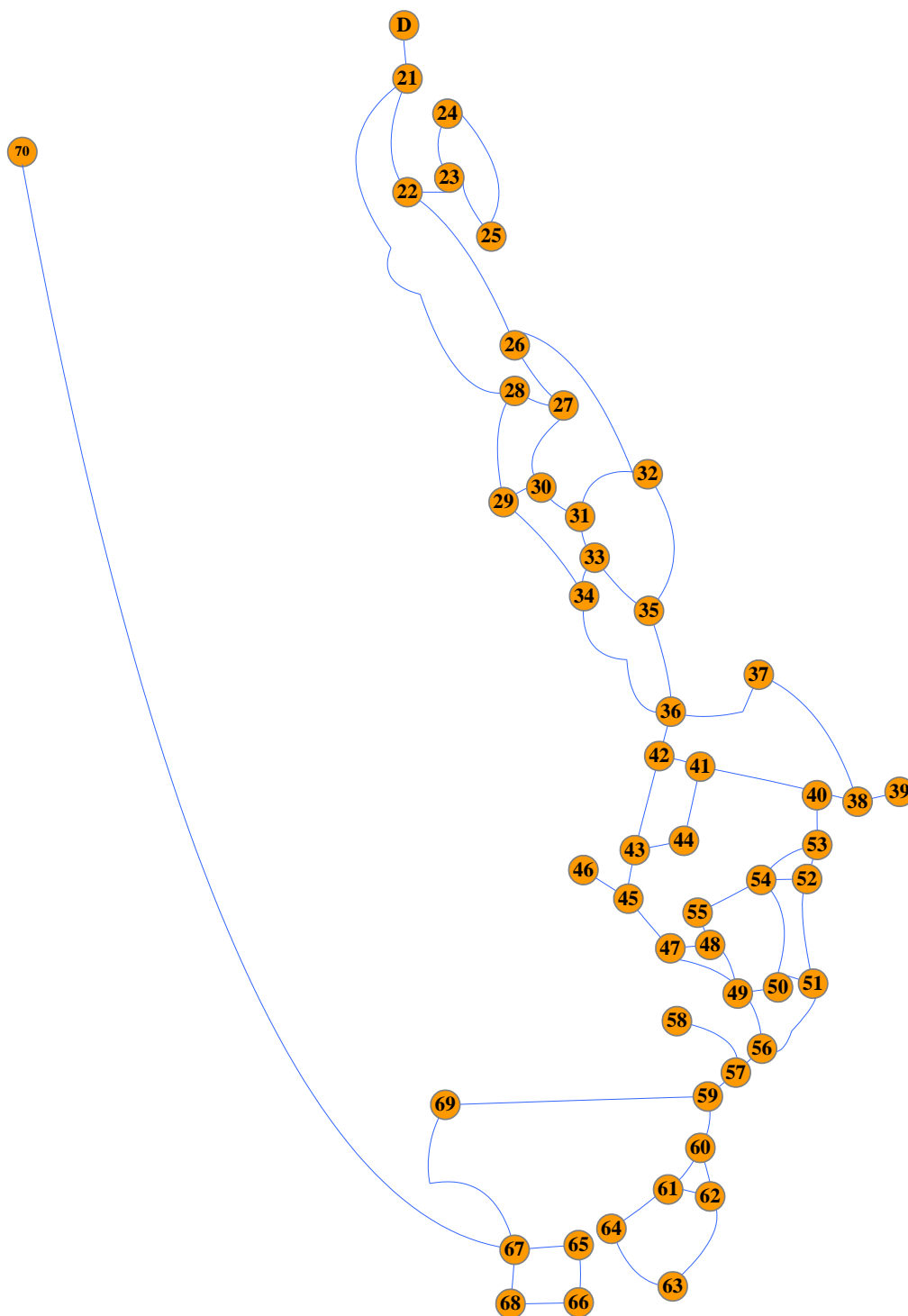
**Zona 27: Tivat**

Slika 19: Graf topografske mreže za zonu 27

Tabela 19: Koordinate topografske mreže za zonu 27

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	D	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E	0		
Lepetani	1	42°27'56.1"N	18°41'09.2"E	11.800	D-Č1	ne
Magistrala/D. Lastva	2	42°26'53.1"N	18°41'12.9"E	2.300	Č1-Č2	ne
Magistrala/D. Lastva	2	42°26'53.1"N	18°41'12.9"E	500	Č2-Č4	ne
Stari vodotoranj	3	42°26'37.7"N	18°41'12.7"E	500	Č2-Č3	da
Magistrala	4	42°26'38.8"N	18°41'19.8"E	170	Č3-Č4	da
Magistrala	4	42°26'38.8"N	18°41'19.8"E	450	Č4-Č8	ne
Obala/Ponta Seljan.	5	42°26'24.1"N	18°41'13.4"E	450	Č3-Č5	da
Ponta Seljanovo	6	42°26'21.9"N	18°41'09.5"E	110	Č5-Č6	ne
Obala/N. Tesle	7	42°26'20.9"N	18°41'24.7"E	280	Č5-Č7	da
N. Tesle/E80	8	42°26'27.1"N	18°41'30.5"E	240	Č7-Č8	da
E80/Zagrebačka	9	42°26'23.3"N	18°41'35.2"E	160	Č8-Č9	ne
Zagrebačka/Kotorska	10	42°26'26.6"N	18°41'40.7"E	170	Č9-Č10	ne
SM Queen	11	42°26'29.9"N	18°41'39.7"E	100	Č10-Č11	ne
Zagabačka/Podgorička	12	42°26'28.1"N	18°41'44.9"E	100	Č10-Č12	da
Podgorička/Beogradska	13	42°26'25.3"N	18°41'47.2"E	100	Č12-Č13	da
Beogradska/J. Gagarina	14	42°26'24.3"N	18°41'43.9"E	80	Č13-Č14	da
Beogradska/E80	15	42°26'21.9"N	18°41'36.7"E	180	Č14-Č15	da
Beogradska/E81	15	42°26'21.9"N	18°41'36.7"E	55	Č9-Č15	ne
Obala/E80	16	42°26'17.3"N	18°41'29.5"E	220	Č16-Č15	da
Obala/E81	16	42°26'17.3"N	18°41'29.5"E	160	Č7-Č16	da
Novosadska/E80	17	42°26'18.9"N	18°41'44.7"E	220	Č14-Č17	da
Novosadska/E81	17	42°26'18.9"N	18°41'44.7"E	210	Č15-Č17	ne
E80/Istarska	18	42°25'59.4"N	18°41'55.4"E	16.100	D-Č18	ne
E80/Istarska	18	42°25'59.4"N	18°41'55.4"E	100	Č18-Č19	ne
E80/L. Tomanovića	19	42°25'56.1"N	18°41'55.4"E	140	Č19-Č20	ne
Đačka/Luke Tomanovića	20	42°25'54.5"N	18°41'50.4"E	170	Č21-Č20	da
Istarska/Đačka	21	42°25'59.9"N	18°41'50.7"E	110	Č18-Č21	da
Istarska/Njegoševa	22	42°25'55.3"N	18°41'45.0"E	220	Č21-Č22	da
Istarska/Arsenalska	23	42°25'55.0"N	18°41'41.8"E	70	Č22-Č23	da
Porto Montenegro	24	42°26'03.1"N	18°41'40.0"E	260	Č23-Č24	ne
Arsenalska/Trg kulture	25	42°25'49.7"N	18°41'43.9"E	170	Č23-Č25	da
Njegoševa/Trg kulture	26	42°25'52.9"N	18°41'48.3"E	140	Č26-Č25	da
Njegoševa/Trg kulture	26	42°25'52.9"N	18°41'48.3"E	90	Č20-Č26	ne
Njegoševa/Trg kulture	26	42°25'52.9"N	18°41'48.3"E	110	Č22-Č26	da
Palih boraca/M. Tita	27	42°25'47.5"N	18°41'45.1"E	70	Č25-Č27	da
Njegoševa/M. Tita	28	42°25'45.4"N	18°41'50.2"E	160	Č27-Č28	da
Palih boraca/Njegoševa	29	42°25'49.1"N	18°41'50.2"E	120	Č29-Č28	da
Palih boraca/Njegoševa	29	42°25'49.1"N	18°41'50.2"E	130	Č26-Č29	da
Palih boraca/Njegoševa	29	42°25'49.1"N	18°41'50.2"E	130	Č29-Č27	da
21 Novembra/Ribarski put	30	42°25'45.5"N	18°41'51.7"E	30	Č28-Č30	da
21 Novembra/II Dalmatinske	31	42°25'45.5"N	18°41'55.2"E	80	Č30-Č31	da
P. Boraca/II Dalmatinska	32	42°25'49.3"N	18°41'55.6"E	120	Č32-Č31	da
P. Boraca/II Dalmatinska	32	42°25'49.3"N	18°41'55.6"E	210	Č32-Č19	da
P. Boraca/II Dalmatinska	32	42°25'49.3"N	18°41'55.6"E	120	Č32-Č29	da
Ribarski put/Pakovo	33	42°25'42.1"N	18°41'58.9"E	200	Č30-Č33	da
Pakovo/Obala	34	42°25'37.8"N	18°41'59.4"E	130	Č33-Č34	da
Ribarski put/Šetalište	35	42°25'42.6"N	18°42'01.4"E	160	Č34-Č35	da
Ribarski put/Šetalište	35	42°25'42.6"N	18°42'01.4"E	60	Č33-Č35	da
Pakovo/21 Novembra	36	42°25'45.4"N	18°41'58.3"E	100	Č33-Č36	da
Pakovo/21 Novembra	36	42°25'45.4"N	18°41'58.3"E	70	Č31-Č36	da
Ribarski put/21 Novembra	37	42°25'45.3"N	18°42'01.7"E	80	Č36-Č37	da
Ribarski put/21 Novembra	37	42°25'45.3"N	18°42'01.7"E	80	Č35-Č37	da
Karpoška/Palih boraca	38	42°25'49.0"N	18°42'01.9"E	110	Č37-Č38	da
E80/Palih boraca	38	42°25'48.9"N	18°42'06.4"E	150	Č38-Č32	da
E80/Palih boraca	39	42°25'48.9"N	18°42'06.4"E	120	Č39-Č38	da
E80/Palih boraca	39	42°25'48.9"N	18°42'06.4"E	350	Č19-Č39	ne
E80/21 Novembra	40	42°25'46.7"N	18°42'08.7"E	90	Č39-Č40	ne
21 Novembra/Kalimanska	41	42°25'45.1"N	18°42'05.3"E	82	Č37-Č41	ne
22 Novembra/Kalimanska	41	42°25'45.1"N	18°42'05.3"E	94	Č40-Č41	ne
Kalimanska/Kalimanska IV	42	42°25'38.0"N	18°42'05.9"E	220	Č41-Č42	da
Kalimanska IV/E80	43	42°25'38.3"N	18°42'12.8"E	160	Č42-Č43	da
Kalimanska IV/E80	43	42°25'38.3"N	18°42'12.8"E	280	Č40-Č43	ne
Bučarska vrh	44	42°25'39.4"N	18°42'23.1"E	240	Č43-Č44	ne
Kalimanska/Brijeg Gverovića	45	42°25'34.1"N	18°42'05.6"E	170	Č42-Č45	da
Kalimanska/E80	46	42°25'31.3"N	18°42'17.8"E	350	Č45-Č46	da
Kalimanska/E80	46	42°25'31.3"N	18°42'17.8"E	240	Č43-Č46	ne
Kalimanska/E80	46	42°25'31.3"N	18°42'17.8"E	350	Č44-Č46	da

**Zone 28 - 30: Kotor**

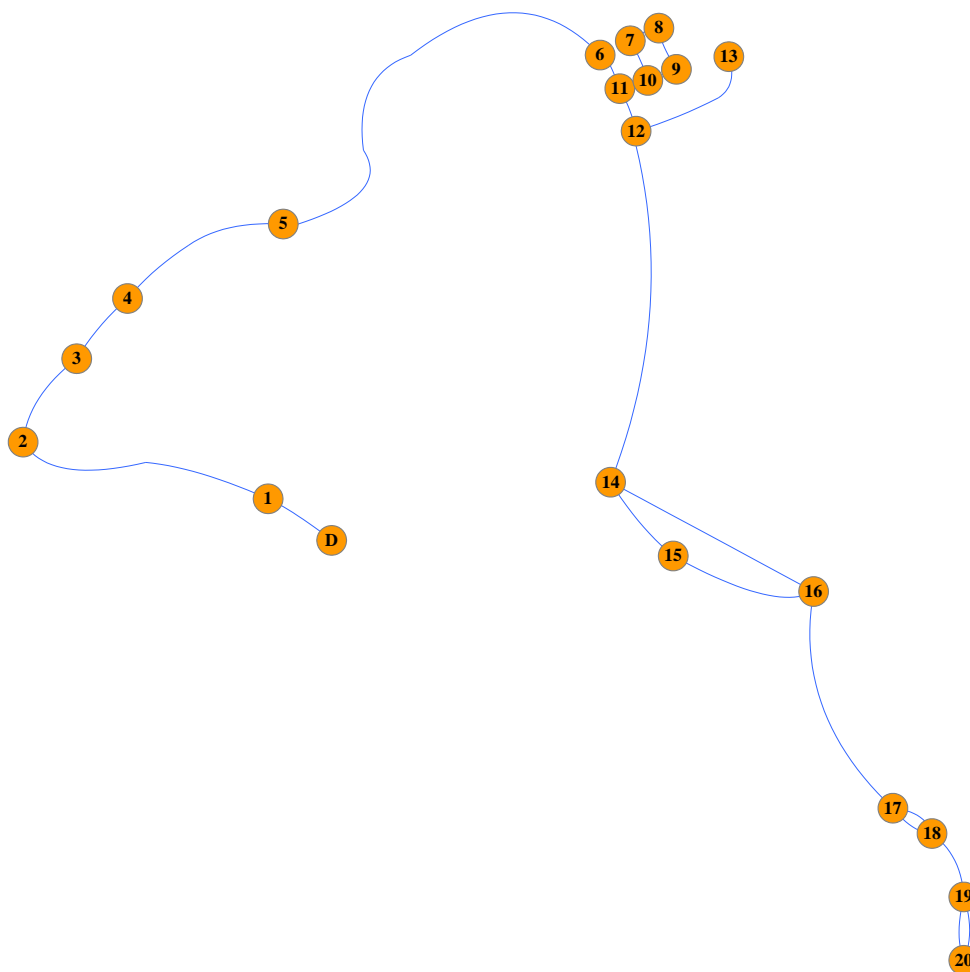


Slika 20: Graf topografske mreže za zone 28, 29 i 30

Tabela 20: Koordinate topografske mreže za zone 28, 29 i 30

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	D	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E			
Ljuta/E80	20	42°28'38.5"N	18°45'48.9"E	32.800	D-Č20	ne
E80/Dobrota	21	42°28'15.6"N	18°45'52.2"E	750	Č20-Č21	ne

E80/Pečurka	22	42°27'58.6"N	18°45'51.7"E	550	Č21-Č22	ne
Pečurka 1	23	42°27'58.7"N	18°45'54.0"E	52	Č22-Č23	ne
Pečurka 2	24	42°28'07.0"N	18°45'57.0"E	280	Č23-Č24	ne
Pečurka 3	25	42°27'48.6"N	18°45'58.1"E	750	Č24-Č25	ne
Pečurka 3	25	42°27'48.6"N	18°45'58.1"E	350	Č25-Č23	ne
E80/III Put	26	42°26'56.4"N	18°45'58.2"E	2.000	Č22-Č26	ne
E80/Obala 1	27	42°26'51.0"N	18°45'59.1"E	170	Č26-Č27	ne
Dobrota obala 1	28	42°26'54.6"N	18°45'56.5"E	130	Č27-Č28	ne
Dobrota obala 1	28	42°26'54.6"N	18°45'56.5"E	2.700	Č21-Č28	ne
Dobrota obala 2	29	42°26'27.0"N	18°45'43.9"E	950	Č28-Č29	ne
Obala 2/E80	30	42°26'28.2"N	18°45'45.9"E	160	Č29-Č30	ne
Obala 2/E80	30	42°26'28.2"N	18°45'45.9"E	800	Č27-Č30	ne
E80 - Trafike	31	42°26'14.3"N	18°45'59.0"E	550	Č30-Č31	ne
III Put	32	42°26'17.6"N	18°46'07.8"E	250	Č31-Č32	ne
III Put	32	42°26'17.6"N	18°46'07.8"E	1.500	Č26-Č32	ne
E80/Dobrota centar	33	42°26'11.3"N	18°46'01.6"E	110	Č31-Č33	ne
Dobrota centar	34	42°26'06.7"N	18°45'58.5"E	160	Č33-Č34	ne
Dobrota centar	34	42°26'06.7"N	18°45'58.5"E	750	Č29-Č34	ne
III Put/E80	35	42°25'59.5"N	18°46'08.3"E	600	Č32-Č35	ne
III Put/E80	35	42°25'59.5"N	18°46'08.3"E	400	Č33-Č35	ne
Dobrota obala/E80	36	42°25'42.3"N	18°46'09.2"E	550	Č35-Č36	ne
Dobrota obala/E81	36	42°25'42.3"N	18°46'09.2"E	850	Č34-Č36	da
Pekara	37	42°25'44.9"N	18°46'15.8"E	210	Č36-Č37	ne
Škurda 1	38	42°25'37.6"N	18°46'21.6"E	270	Č37-Č38	da
Škurda 2	39	42°25'38.0"N	18°46'24.1"E	60	Č38-Č39	ne
Škurda 3	40	42°25'37.9"N	18°46'19.9"E	38	Č38-Č40	ne
Kamelija	41	42°25'39.5"N	18°46'11.3"E	200	Č40-Č41	ne
Kamelija/E80	42	42°25'40.0"N	18°46'08.4"E	70	Č41-Č42	ne
Kamelija/E81	42	42°25'40.0"N	18°46'08.4"E	74	Č36-Č42	ne
E80/Škurda	43	42°25'34.0"N	18°46'06.6"E	190	Č42-Č43	ne
Parking Škudra	44	42°25'34.5"N	18°46'10.2"E	82	Č43-Č44	ne
Parking Škudra	44	42°25'34.5"N	18°46'10.2"E	160	Č41-Č44	ne
Lučka kapetanija	45	42°25'31.1"N	18°46'06.1"E	90	Č43-Č45	ne
Luka Kotor	46	42°25'33.0"N	18°46'02.3"E	50	Č45-Č46	ne
Ka Starom gradu	47	42°25'28.8"N	18°46'09.3"E	100	Č45-Č47	ne
Sat kula	48	42°25'29.6"N	18°46'11.6"E	61	Č47-Č48	ne
Fakultet za turizam	49	42°25'26.7"N	18°46'14.3"E	110	Č48-Č49	da
Jug	50	42°25'26.7"N	18°46'16.0"E	37	Č49-Č50	da
Ulica 2	51	42°25'27.1"N	18°46'18.6"E	81	Č50-Č51	da
Stari zatvor	52	42°25'32.5"N	18°46'19.1"E	180	Č51-Č52	da
Palata Grubonja	53	42°25'33.9"N	18°46'19.7"E	45	Č52-Č53	da
Sveti Luka	54	42°25'32.4"N	18°46'15.6"E	110	Č53-Č54	da
Sveti Luka	54	42°25'32.4"N	18°46'15.6"E	90	Č52-Č54	da
Sveti Luka	54	42°25'32.4"N	18°46'15.6"E	190	Č50-Č54	da
Trg od oružja	55	42°25'30.5"N	18°46'11.3"E	120	Č54-Č55	da
Trg od oružja	55	42°25'30.5"N	18°46'11.3"E	32	Č55-Č48	da
E80/Ulica 2	56	42°25'19.2"N	18°46'15.5"E	400	Č47-Č56	ne
E80/Ulica 3	56	42°25'19.2"N	18°46'15.5"E	300	Č56-Č51	da
E80/Galion	57	42°25'18.9"N	18°46'14.6"E	24	Č56-Č57	ne
Galion	58	42°25'21.5"N	18°46'10.0"E	150	Č57-Č58	ne
Kružni tok	59	42°25'17.7"N	18°46'12.1"E	57	Č57-Č59	ne
E80/Autobuska	60	42°25'12.8"N	18°46'11.3"E	140	Č59-Č60	ne
E80/Benzinska	61	42°25'09.7"N	18°46'08.9"E	110	Č60-Č61	ne
Za Autoremont	62	42°25'09.2"N	18°46'10.2"E	190	Č60-Č62	da
Za Autoremont	62	42°25'09.2"N	18°46'10.2"E	33	Č61-Č62	da
Nt Design	63	42°25'01.0"N	18°46'09.2"E	270	Č62-Č63	ne
Štamparija/E80	64	42°25'04.1"N	18°46'03.6"E	170	Č63-Č64	ne
Štamparija/E81	64	42°25'04.1"N	18°46'03.6"E	210	Č61-Č64	ne
E80/Supermarket	65	42°25'03.6"N	18°46'02.5"E	30	Č64-Č65	ne
Marinero	66	42°24'59.3"N	18°46'02.0"E	140	Č65-Č66	ne
Groblje	67	42°25'03.4"N	18°45'57.8"E	110	Č65-Č67	ne
Raskrsnica Škaljari	68	42°24'59.1"N	18°45'57.0"E	140	Č67-Č68	ne
Raskrsnica Škaljari	68	42°24'59.1"N	18°45'57.0"E	120	Č66-Č68	ne
Njegoševa/Bolnica	69	42°25'17.1"N	18°45'52.1"E	500	Č67-Č69	ne
Njegoševa/Bolnica	69	42°25'17.1"N	18°45'52.1"E	450	Č59-Č69	ne

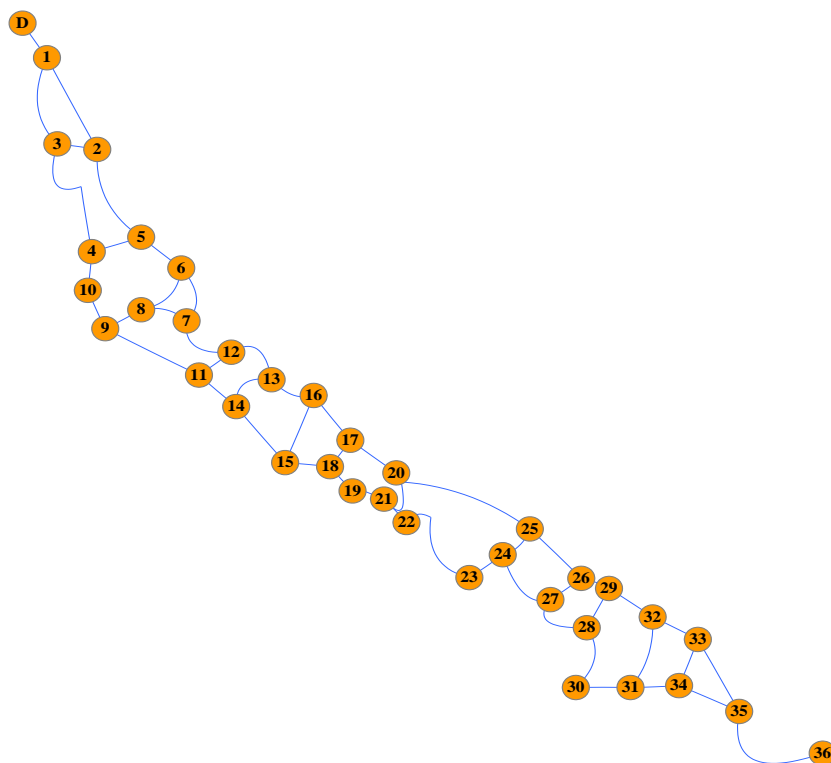
**Zona 31: Orahovac - Kamenari**

Slika 21: Graf topografske mreže za zonu 31

Tabela 21: Koordinate topografske mreže za zonu 31

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	D	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E			
Kamenari	1	42°27'59.4"N	18°40'26.6"E	10.700	D-Č1	ne
Morinj	2	42°29'21.1"N	18°38'56.9"E	5.300	Č1-Č2	ne
Lipci	3	42°29'39.6"N	18°39'06.5"E	650	Č2-Č3	ne
Lipci rezervari	4	42°29'48.2"N	18°39'26.1"E	550	Č3-Č4	ne
Strp	5	42°30'16.7"N	18°40'13.9"E	1.500	Č4-Č5	ne
E80/Risan	6	42°30'55.9"N	18°41'37.1"E	2.900	Č5-Č6	ne
Risan 1	7	42°30'56.6"N	18°41'39.1"E	50	Č6-Č7	ne
Risan 2	8	42°30'57.5"N	18°41'42.3"E	80	Č7-Č8	ne
Risan 3	9	42°30'53.4"N	18°41'47.9"E	190	Č8-Č9	ne
Pjaca	10	42°30'51.9"N	18°41'41.6"E	150	Č9-Č10	ne
Pjaca	10	42°30'51.9"N	18°41'41.6"E	160	Č7-Č10	ne
E80/Risan 2	11	42°30'51.6"N	18°41'40.5"E	30	Č10-Č11	ne
E80/Risan 2	11	42°30'51.6"N	18°41'40.5"E	150	Č6-Č11	ne
E80/Bolnica	12	42°30'46.4"N	18°41'43.5"E	170	Č11-Č12	ne
Bolnica	13	42°30'50.8"N	18°41'56.5"E	350	Č12-Č13	ne
E80/Perast	14	42°29'23.7"N	18°41'35.5"E	2.900	Č12-Č14	ne
Porat Perast	15	42°29'15.7"N	18°41'47.4"E	400	Č14-Č15	ne
Perast/E80	16	42°29'03.4"N	18°42'26.6"E	1.100	Č15-Č16	ne
Perast/E80	16	42°29'03.4"N	18°42'26.6"E	1.400	Č14-Č16	ne
Orahovac 1	17	42°29'24.2"N	18°45'17.4"E	4.200	Č16-Č17	ne
Orahovac 2	18	42°29'24.1"N	18°45'49.6"E	800	Č17-Č18	ne
E80/Ljuta	19	42°29'09.2"N	18°46'00.7"E	600	Č18-Č19	ne
Ljuta/E80	20	42°28'38.5"N	18°45'48.9"E	1.100	Č19-Č20	ne
Gornji put	20	42°28'38.5"N	18°45'48.9"E	1.000	Č19-Č20	ne



**Zone 32 - 33: Kamenari - Zelenika**

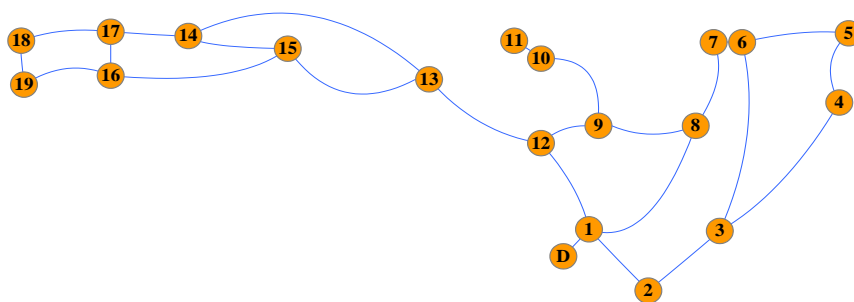
Slika 22: Graf topografske mreže za zone 32, 33

Tabela 22: Koordinate topografske mreže za zone 32, 33

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	D	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E	0,00		
E65/Donja cesta Kumbor	1	42°26'37.8"N	18°34'47.5"E	800,00	D-Č1	ne
Marina Kumbor/E65	2	42°26'22.2"N	18°35'23.7"E	1.100,00	Č1-Č2	ne
Marina Kumbor	3	42°26'17.8"N	18°35'18.0"E	200,00	Č3-Č2	da
Marina Kumbor	3	42°26'17.8"N	18°35'18.0"E	1.000,00	Č1-Č3	ne
Stara kasarna	4	42°26'09.7"N	18°36'03.6"E	1.200,00	Č3-Č4	ne
Stara kasarna/E65	5	42°26'17.3"N	18°36'05.2"E	260,00	Č4-Č5	ne
Stara kasarna/E66	5	42°26'17.3"N	18°36'05.2"E	1.000,00	Č2-Č5	ne
R1 - E65/Novo naselje	6	42°26'19.0"N	18°36'19.2"E	350,00	Č5-Č6	ne
R2 - E65/Novo naselje	7	42°26'15.7"N	18°36'26.8"E	220,00	Č6-Č7	ne
Centar Novog naselja	8	42°26'08.6"N	18°36'18.1"E	300,00	Č7-Č8	ne
Centar Novog naselja	8	42°26'08.6"N	18°36'18.1"E	400,00	Č6-Č8	ne
Dakić	9	42°26'05.6"N	18°36'17.3"E	93,00	Č8-Č9	ne
Sun Village	10	42°26'06.3"N	18°36'10.1"E	170,00	Č9-Č10	ne
Sun Village	10	42°26'06.3"N	18°36'10.1"E	210,00	Č4-Č10	ne
Papagaj	11	42°26'18.9"N	18°37'05.7"E	1.300,00	Č9-Č11	ne
E65/Papagaj	12	42°26'24.9"N	18°37'04.9"E	190,00	Č11-Č12	ne
E65/Papagaj	12	42°26'24.9"N	18°37'04.9"E	1.100,00	Č7-Č12	ne
E65/Baošići obala	13	42°26'30.7"N	18°37'30.8"E	650,00	Č12-Č13	ne
Baošići obala	14	42°26'24.1"N	18°37'33.6"E	350,00	Č13-Č14	ne
Baošići obala	14	42°26'24.1"N	18°37'33.6"E	700,00	Č11-Č14	ne
Hotel Max	15	42°26'27.9"N	18°37'51.7"E	450,00	Č14-Č15	ne
Hotel Max/E65	16	42°26'36.1"N	18°37'42.7"E	350,00	Č15-Č16	da
Hotel Max/E66	16	42°26'36.1"N	18°37'42.7"E	300,00	Č13-Č16	ne
E65/Ponta Baošića	17	42°26'37.0"N	18°37'59.3"E	400,00	Č16-Č17	ne
Ponta Baošići	18	42°26'34.3"N	18°38'02.4"E	150,00	Č17-Č18	ne
Ponta Baošići	18	42°26'34.3"N	18°38'02.4"E	350,00	Č15-Č18	ne
Ulazak Bijela	19	42°26'38.2"N	18°38'19.4"E	400,00	Č18-Č19	ne
E80/Silazak na obalu Bijela	20	42°26'42.3"N	18°38'21.4"E	550,00	Č17-Č20	ne
E80/Silazak na obalu Bijela	20	42°26'42.3"N	18°38'21.4"E	220,00	Č19-Č20	ne
E80/Silazak na obalu	20	42°26'42.3"N	18°38'21.4"E	6.300,00	Č0-Č20	ne

Donja cesta	21	42°26'41.2"N	18°38'25.3"E	220,00	Č20-Č21	ne
Donja cesta	21	42°26'41.2"N	18°38'25.3"E	160,00	Č19-Č21	ne
Zelena pijaca	22	42°27'01.1"N	18°39'05.5"E	1.100,00	Č21-Č22	ne
Ulaz Brodogradilište	23	42°27'05.2"N	18°39'04.8"E	130,00	Č22-Č23	ne
Raskrsnica centar	24	42°27'09.0"N	18°39'03.8"E	120,00	Č23-Č24	ne
Raskrsnica centar	24	42°27'09.0"N	18°39'03.8"E	1.300,00	Č20-Č24	ne
Benzinska pumpa	25	42°27'15.6"N	18°39'15.2"E	350,00	Č24-Č25	ne
Raskrsnica ispod benzinske	26	42°27'13.7"N	18°39'16.0"E	62,00	Č25-Č26	ne
Raskrsnica ispod benzinske	26	42°27'13.7"N	18°39'16.0"E	400,00	Č23-Č26	ne
NN krivina	27	42°27'13.6"N	18°39'21.4"E	150,00	Č26-Č27	ne
NN krivina/E80	28	42°27'17.4"N	18°39'18.7"E	140,00	Č27-Č28	da
NN krivina/E81	28	42°27'17.4"N	18°39'18.7"E	97,00	Č25-Č28	ne
NN krivina/donji put	29	42°27'09.0"N	18°39'29.3"E	240,00	Č27-Č29	ne
Donji put/Neimenovani put	30	42°27'13.6"N	18°39'34.0"E	180,00	Č29-Č30	ne
Neimenovani put/E80	31	42°27'20.4"N	18°39'26.4"E	280,00	Č30-Č31	da
Neimenovani put/E81	31	42°27'20.4"N	18°39'26.4"E	200,00	Č28-Č31	da
E80/Silazak za Delfin	32	42°27'23.0"N	18°39'33.8"E	190,00	Č31-Č32	ne
Hotel Delfin	33	42°27'17.5"N	18°39'38.2"E	200,00	Č32-Č33	ne
Hotel Delfin	33	42°27'17.5"N	18°39'38.2"E	160,00	Č30-Č33	ne
Donji put/E80	34	42°27'31.2"N	18°40'12.0"E	900,00	Č33-Č34	ne
Donji put/E81	34	42°27'31.2"N	18°40'12.0"E	950,00	Č32-Č34	ne
Kamenari	35	42°27'59.4"N	18°40'26.6"E	1.400,00	Č34-Č35	ne

### Zona 34: Zelenika-Meljine

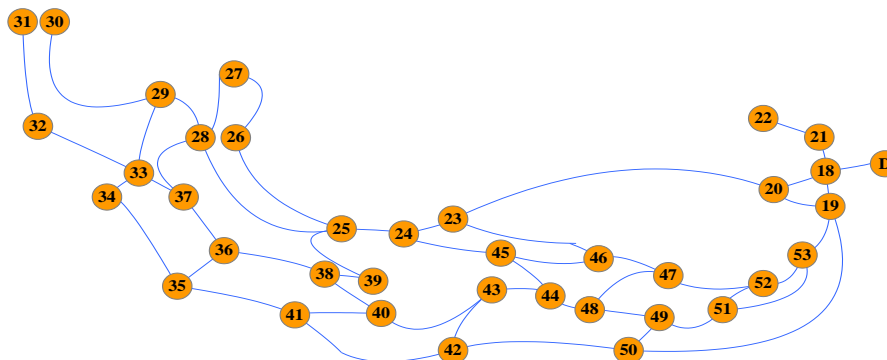


Slika 23: Graf topografske mreže za zonu 34

Tabela 23: Koordinate topografske mreže za zonu 34

Naziv čvora	Čvor	$\phi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	0	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E	0		
Luka Zelenika/E65	1	42°26'58.3"N	18°34'25.6"E	20	D-Č1	ne
E65/Kumborska	2	42°26'53.2"N	18°34'30.6"E	200	Č1-Č2	ne
Raskrsnica Kumborska	3	42°26'58.4"N	18°34'37.4"E	230	Č2-Č3	ne
Vrh kumborske	4	42°27'07.8"N	18°34'51.0"E	450	Č3-Č4	ne
Prtljaga	5	42°27'12.7"N	18°34'51.5"E	180	Č4-Č5	ne
Vila Živanović	6	42°27'12.0"N	18°34'39.2"E	280	Č5-Č6	ne
Vila Živanović	6	42°27'12.0"N	18°34'39.2"E	450	Č3-Č6	ne
Prljaga 2	7	42°27'11.8"N	18°34'37.8"E	32	Č6-Č7	ne
Raskrsnica iznad Luke	8	42°27'06.0"N	18°34'34.9"E	210	Č7-Č8	ne
Raskrsnica iznad Luke	8	42°27'06.0"N	18°34'34.9"E	350	Č8-Č1	ne
Raskrsnica iznad Luke 2	9	42°27'06.0"N	18°34'26.1"E	210	Č8-Č9	ne
Raskrsnica iznad Luke 3	10	42°27'10.8"N	18°34'20.9"E	250	Č9-Č10	ne
Veletrgovina	11	42°27'12.0"N	18°34'19.5"E	50	Č10-Č11	ne
Zelenika/E65	12	42°27'04.7"N	18°34'20.9"E	130	Č9-Č12	ne
Zelenika/E66	12	42°27'04.7"N	18°34'20.9"E	230	Č12-Č1	ne
E65/Meljine donji put	13	42°27'11.7"N	18°34'10.3"E	350	Č12-Č13	ne
E65/Garden	14	42°27'18.9"N	18°33'45.3"E	610	Č13-Č14	ne
Raskrsnica donja	15	42°27'17.4"N	18°33'54.6"E	230	Č15-Č14	da
Raskrsnica donja	15	42°27'17.4"N	18°33'54.6"E	600	Č15-Č13	da
Nemila	16	42°27'16.2"N	18°33'38.3"E	400	Č16-Č15	da
Nemila/E65	17	42°27'18.8"N	18°33'38.5"E	87	Č16-Č17	da
Nemila/E66	17	42°27'18.8"N	18°33'38.5"E	160	Č14-Č17	ne
Kružni tok	18	42°27'18.3"N	18°33'30.2"E	220	Č17-Č18	ne
Braće Grakalić/Donja cesta	19	42°27'15.1"N	18°33'30.8"E	150	Č18-Č19	da
Braće Grakalić/Donja cesta	19	42°27'15.1"N	18°33'30.8"E	180	Č16-Č19	da
Braće Grakalić/Donja cesta	19	42°27'15.1"N	18°33'30.8"E	180	Č53-Č19	ne

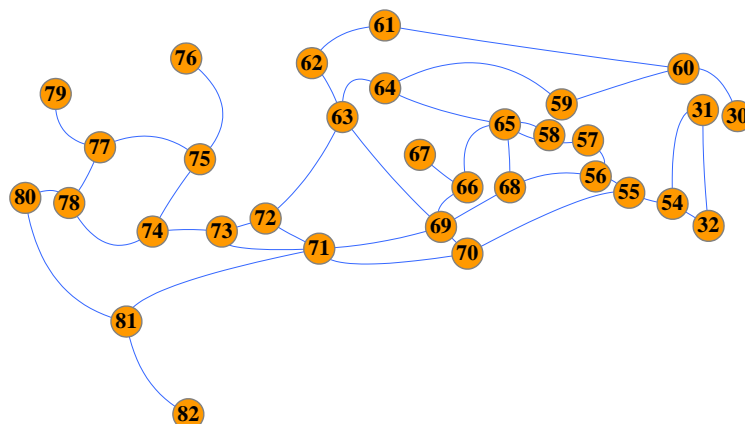
## Zone 35 - 36: Herceg Novi



Slika 24: Graf topografske mreže za zone 35 i 36

Tabela 24: Koordinate topografske mreže za zone 35 i 36

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	0	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E	1.600	D-Č18	
Nemila	20	42°27'16.8"N	18°33'21.2"E	200	Č18-Č20	ne
Trebinjski put	21	42°27'20.7"N	18°33'29.4"E	85	Č18-Č21	ne
Zona	22	42°27'22.1"N	18°33'25.1"E	110	Č21-Č22	ne
E65/Manastirska	23	42°27'12.4"N	18°32'25.2"E	1.400	Č20-Č23	ne
E65/Donji put	24	42°27'11.3"N	18°32'13.4"E	280	Č23-Č24	ne
E65/Orjenski bataljon	25	42°27'11.4"N	18°32'07.7"E	130	Č24-Č25	ne
Orjenski b./N. Ljubibratića	26	42°27'28.2"N	18°31'43.8"E	850	Č25-Č26	ne
Orjenski b./N. Ljubibratića 2	27	42°27'35.8"N	18°31'43.9"E	260	Č26-Č27	ne
Orjenski bataljon/E65	28	42°27'27.7"N	18°31'37.8"E	300	Č27-Č28	ne
Orjenski bataljon/E66	28	42°27'27.7"N	18°31'37.8"E	1.000	Č25-Č28	ne
E65/Mića Vavića	29	42°27'31.8"N	18°31'33.4"E	180	Č28-Č29	ne
E65/29 Decembra	30	42°27'38.7"N	18°31'14.8"E	600	Č29-Č30	ne
29 Decembra/Osječka	31	42°27'39.8"N	18°31'12.8"E	66	Č30-Č31	da
29 Decembra/Sava Ilića	32	42°27'30.0"N	18°31'13.1"E	300	Č31-Č32	da
Njegoševa/Mića Vavića	33	42°27'24.4"N	18°31'30.5"E	450	Č32-Č33	da
Njegoševa/Mića Vavića	33	42°27'24.4"N	18°31'30.5"E	240	Č29-Č33	ne
Šetalište Pet Danica	34	42°27'22.5"N	18°31'27.7"E	110	Č33-Č34	da
Pet Danica/M. Komnenovića	35	42°27'12.6"N	18°31'36.8"E	400	Č34-Č35	da
M. Komnenovića/ Njegoševa	36	42°27'16.4"N	18°31'41.9"E	170	Č35-Č36	da
Majki palih boraca/Njegoševa	37	42°27'21.8"N	18°31'34.9"E	230	Č37-Č36	da
Majki palih boraca/Njegoševa	37	42°27'21.8"N	18°31'34.9"E	130	Č33-Č37	da
Majki palih boraca/Njegoševa	37	42°27'21.8"N	18°31'34.9"E	355	Č28-Č37	da
Njegoševa/Nikole Đurkovića	38	42°27'06.6"N	18°32'04.5"E	600	Č36-Č38	da
Trg Nikole Đurkovića	39	42°27'06.3"N	18°32'11.4"E	160	Č38-Č39	da
Trg Nikole Đurkovića	39	42°27'06.3"N	18°32'11.4"E	350	Č39-Č25	da
Njegoševa/Partizanski put	40	42°27'04.5"N	18°32'11.9"E	190	Č38-Č40	ne
Partizanski put/Škver	41	42°27'03.0"N	18°32'02.7"E	600	Č40-Č41	da
Partizanski put/Škver	41	42°27'03.0"N	18°32'02.7"E	700	Č35-Č41	da
Hotel Plaža	42	42°26'59.9"N	18°32'25.0"E	600	Č41-Č42	da
Hotel Plaža/Save Kovačevića	43	42°27'05.3"N	18°32'28.5"E	350	Č42-Č43	da
Hotel Plaža/Save Kovačevića	43	42°27'05.3"N	18°32'28.5"E	600	Č40-Č43	da
Braće Grakalić	44	42°27'03.9"N	18°32'42.5"E	350	Č43-Č44	da
Stjepana Šarenca	45	42°27'09.2"N	18°32'30.1"E	350	Č44-Č45	ne
Stjepana Šarenca	45	42°27'09.2"N	18°32'30.1"E	400	Č45-Č24	ne
S. Šarenca/Manastirska	46	42°27'08.7"N	18°32'48.0"E	400	Č45-Č46	ne
S. Šarenca/Manastirska	46	42°27'08.7"N	18°32'48.0"E	550	Č46-Č23	ne
Manastirska/Branka Čopića	47	42°27'07.0"N	18°32'56.2"E	200	Č46-Č47	ne
B. Čopića/B. Grakalić	48	42°27'03.5"N	18°32'47.2"E	270	Č47-Č48	ne
B. Čopića/B. Grakalić	48	42°27'03.5"N	18°32'47.2"E	110	Č44-Č48	ne
Šetalište/B. Grakalić	49	42°27'02.7"N	18°32'54.8"E	180	Č48-Č49	ne
Šetalište	50	42°26'58.9"N	18°32'50.8"E	260	Č49-Č50	da
Šetalište	50	42°26'58.9"N	18°32'50.8"E	1.300	Č50-Č19	da
Šetalište	50	42°26'58.9"N	18°32'50.8"E	650	Č42-Č50	da
B. Grakalića 1	51	42°27'03.5"N	18°33'10.2"E	350	Č49-Č51	ne
B. Grakalića 2	52	42°27'06.2"N	18°33'18.5"E	220	Č51-Č52	ne
B. Grakalića 3	52	42°27'06.2"N	18°33'18.5"E	550	Č47-Č52	ne
B. Grakalića 4	53	42°27'10.2"N	18°33'27.6"E	240	Č52-Č53	ne
B. Grakalića 4	53	42°27'10.2"N	18°33'27.6"E	500	Č51-Č53	ne
B. Grakalića 4	53	42°27'10.2"N	18°33'27.6"E	330	Č18-Č53	ne

**Zona 37: Igalo**

Slika 25: Graf topografske mreže za zonu 37

Tabela 25: Koordinate topografske mreže za zonu 37

Naziv čvora	Čvor	$\varphi$	$\lambda$	Dužina	Link	Jedan smer
Depo Zelenika	0	42°26'57.2"N	18°34'23.9"E	5.700	D-Č54	
Osječka/Save Ilića	54	42°27'31.8"N	18°31'08.9"E	350	Č31-Č54	da
Osječka/Save Ilića	54	42°27'31.8"N	18°31'08.9"E	110	Č54-Č32	da
Obala N. Kovačevića/S. Ilića	55	42°27'32.3"N	18°31'05.8"E	88	Č54-Č55	da
J. Vavića Buturova/S. Ilića	56	42°27'34.5"N	18°31'00.7"E	140	Č55-Č56	da
R1. J. Vavića Buturova	57	42°27'36.9"N	18°30'57.6"E	110	Č57-Č56	da
R2. J. Vavića Buturova	58	42°27'37.8"N	18°30'56.0"E	50	Č57-Č58	da
J. Vavića Buturova/E65	59	42°27'39.4"N	18°30'56.4"E	48	Č58-Č59	da
E65/Brastva i jedinstva	60	42°27'43.3"N	18°31'11.3"E	350	Č60-Č59	ne
R1 Brastva i jedinstva	61	42°27'48.4"N	18°30'36.0"E	850	Č60-Č61	ne
II Dalmatinske Brigade	62	42°27'43.9"N	18°30'26.2"E	280	Č61-Č62	ne
II Dalmatinske Brigade/E65	63	42°27'37.2"N	18°30'29.6"E	350	Č62-Č63	ne
E65/V Crnogorske Brigade	64	42°27'41.4"N	18°30'39.7"E	300	Č63-Č64	ne
V Crnogorske Brigade/Norveška	64	42°27'41.4"N	18°30'39.7"E	450	Č59-Č64	ne
E65/V Crnogorske Brigade	65	42°27'38.3"N	18°30'50.3"E	400	Č64-Č65	ne
Norveška/Skojevska	66	42°27'33.1"N	18°30'45.6"E	240	Č65-Č66	da
Skojevska	67	42°27'36.2"N	18°30'40.3"E	150	Č66-Č67	ne
V C. Brigade/Save Ilića	68	42°27'33.4"N	18°30'51.0"E	180	Č65-Č68	ne
V C. Brigade/Save Ilića	68	42°27'33.4"N	18°30'51.0"E	230	Č56-Č69	da
Sava Ilića/Janka Beka	69	42°27'30.0"N	18°30'42.9"E	210	Č69-Č68	da
Sava Ilića/Janka Beka	69	42°27'30.0"N	18°30'42.9"E	400	Č63-Č69	ne
Sava Ilića/Janka Beka	69	42°27'30.0"N	18°30'42.9"E	150	Č66-Č69	da
J. Beka/Obala N. Kovačevića	70	42°27'27.9"N	18°30'46.2"E	100	Č69-Č70	da
J. Beka/Obala N. Kovačevića	70	42°27'27.9"N	18°30'46.2"E	500	Č55-Č70	ne
Save Ilića/Ribarska	71	42°27'15.0"N	18°30'22.1"E	700	Č71-Č70	da
Save Ilića/Ribarska	71	42°27'15.0"N	18°30'22.1"E	650	Č69-Č70	ne
Ribarska/E65	72	42°27'19.7"N	18°30'12.7"E	270	Č71-Č72	ne
Ribarska/E66	72	42°27'19.7"N	18°30'12.7"E	700	Č63-Č72	ne
E65/Dubrovačka	73	42°27'19.3"N	18°30'10.7"E	47	Č72-Č73	ne
E65/Dubrovačka	73	42°27'19.3"N	18°30'10.7"E	350	Č71-Č73	ne
E65/Trebinjska	74	42°27'19.4"N	18°29'59.2"E	260	Č73-Č74	ne
Trebinjska 1	75	42°27'27.0"N	18°30'03.3"E	260	Č74-Č75	ne
Trebinjska 2	76	42°27'45.1"N	18°29'54.4"E	550	Č75-Č76	ne
Druge Dalmatinske	77	42°27'28.1"N	18°29'47.9"E	400	Č75-Č77	ne
Druge Dalmatinske/E65	78	42°27'23.2"N	18°29'44.0"E	180	Č77-Č78	ne
Druge Dalmatinske/E66	78	42°27'23.2"N	18°29'44.0"E	400	Č74-Č78	ne
Druge Dalmatinske 2	79	42°27'36.4"N	18°29'42.4"E	300	Č77-Č79	ne
E65/Vojvode L. Vukalovića	80	42°27'25.0"N	18°29'33.2"E	260	Č78-Č80	ne
Dr. Svetozara Živojinovića	81	42°27'00.5"N	18°30'03.5"E	1.100	Č80-Č81	ne
Dr. Svetozara Živojinovića	81	42°27'00.5"N	18°30'03.5"E	700	Č71-Č81	da
Žanjice	82	42°26'06.8"N	18°30'58.0"E	2.100	Č81-Č82	ne

## 2. Pseudo kod za konverziju koordinata iz WGS84 u UTM34 koordinatni sistem

```

import math
__all__ = ['to_latlon', 'from_latlon']
K0 = 0.9996

E = 0.00669438
E2 = E * E
E3 = E2 * E
E_P2 = E / (1.0 - E)

SQRT_E = math.sqrt(1 - E)
_E = (1 - SQRT_E) / (1 + SQRT_E)
_E2 = _E * _E
_E3 = _E2 * _E
_E4 = _E3 * _E
_E5 = _E3 * _E

M1 = (1 - E / 4 - 3 * E2 / 64 - 5 * E3 / 256)
M2 = (3 * E / 8 + 3 * E2 / 32 + 45 * E3 / 1024)
M3 = (15 * E2 / 256 + 45 * E3 / 1024)
M4 = (35 * E3 / 3072)

P2 = (3. / 2 * _E - 27. / 32 * _E3 + 269. / 512 * _E5)
P3 = (21. / 16 * _E2 - 55. / 32 * _E4)
P4 = (151. / 96 * _E3 - 417. / 128 * _E5)
P5 = (1097. / 512 * _E4)

R = 6378137

ZONE_LETTERS = [
    (84, None), (72, 'X'), (64, 'W'), (56, 'V'), (48, 'U'), (40, 'T'),
    (32, 'S'), (24, 'R'), (16, 'Q'), (8, 'P'), (0, 'N'), (-8, 'M'), (-16, 'L'),
    (-24, 'K'), (-32, 'J'), (-40, 'H'), (-48, 'G'), (-56, 'F'), (-64, 'E'),
    (-72, 'D'), (-80, 'C')
]

def to_latlon(easting, northing, zone_number, zone_letter=None, northern=None):
    if not zone_letter and northern is None:
        raise ValueError('either zone_letter or northern needs to be set')

    elif zone_letter and northern is not None:
        raise ValueError('set either zone_letter or northern, but not both')

    if not 100000 <= easting < 1000000:
        raise OutOfRangeError('easting out of range (must be between 100.000 m and 999.999 m)')
    if not 0 <= northing <= 10000000:
        raise OutOfRangeError('northing out of range (must be between 0 m and 10.000.000 m)')
    if not 1 <= zone_number <= 60:
        raise OutOfRangeError('zone number out of range (must be between 1 and 60)')

    if zone_letter:
        zone_letter = zone_letter.upper()

        if not 'C' <= zone_letter <= 'X' or zone_letter in ['I', 'O']:
            raise OutOfRangeError('zone letter out of range (must be between C and X)')

        northern = (zone_letter >= 'N')
    x = easting - 500000
    y = northing

    if not northern:
        y -= 10000000

    m = y / K0

```

```

mu = m / (R * M1)

p_rad = (mu +
         P2 * math.sin(2 * mu) +
         P3 * math.sin(4 * mu) +
         P4 * math.sin(6 * mu) +
         P5 * math.sin(8 * mu))

p_sin = math.sin(p_rad)
p_sin2 = p_sin * p_sin
p_cos = math.cos(p_rad)
p_tan = p_sin / p_cos
p_tan2 = p_tan * p_tan
p_tan4 = p_tan2 * p_tan2

ep_sin = 1 - E * p_sin2
ep_sin_sqrt = math.sqrt(1 - E * p_sin2)

n = R / ep_sin_sqrt
r = (1 - E) / ep_sin

c = _E * p_cos**2
c2 = c * c

d = x / (n * K0)
d2 = d * d
d3 = d2 * d
d4 = d3 * d
d5 = d4 * d
d6 = d5 * d

latitude = (p_rad - (p_tan / r) *
           (d2 / 2 -
            d4 / 24 * (5 + 3 * p_tan2 + 10 * c - 4 * c2 - 9 * E_P2)) +
            d6 / 720 * (61 + 90 * p_tan2 + 298 * c + 45 * p_tan4 - 252 * E_P2 - 3 * c2))

longitude = (d -
            d3 / 6 * (1 + 2 * p_tan2 + c) +
            d5 / 120 * (5 - 2 * c + 28 * p_tan2 - 3 * c2 + 8 * E_P2 + 24 * p_tan4)) / p_cos

return (math.degrees(latitude),
        math.degrees(longitude) + zone_number_to_central_longitude(zone_number))

def from_latlon(latitude, longitude):
    if not -80.0 <= latitude <= 84.0:
        raise OutOfRangeError('latitude out of range (must be between 80 deg S and 84 deg N)')
    if not -180.0 <= longitude <= 180.0:
        raise OutOfRangeError('northing out of range (must be between 180 deg W and 180 deg E)')

    lat_rad = math.radians(latitude)
    lat_sin = math.sin(lat_rad)
    lat_cos = math.cos(lat_rad)
    lat_tan = lat_sin / lat_cos
    lat_tan2 = lat_tan * lat_tan
    lat_tan4 = lat_tan2 * lat_tan2

    lon_rad = math.radians(longitude)

    zone_number = latlon_to_zone_number(latitude, longitude)
    central_lon = zone_number_to_central_longitude(zone_number)
    central_lon_rad = math.radians(central_lon)

    zone_letter = latitude_to_zone_letter(latitude)

    n = R / math.sqrt(1 - E * lat_sin**2)
    c = E_P2 * lat_cos**2

```

---

```

a = lat_cos * (lon_rad - central_lon_rad)
a2 = a * a
a3 = a2 * a
a4 = a3 * a
a5 = a4 * a
a6 = a5 * a

m = R * (M1 * lat_rad -
         M2 * math.sin(2 * lat_rad) +
         M3 * math.sin(4 * lat_rad) -
         M4 * math.sin(6 * lat_rad))

easting = K0 * n * (a +
                  a3 / 6 * (1 - lat_tan2 + c) +
                  a5 / 120 * (5 - 18 * lat_tan2 + lat_tan4 + 72 * c - 58 * E_P2)) + 500000

northing = K0 * (m + n * lat_tan * (a2 / 2 +
                                   a4 / 24 * (5 - lat_tan2 + 9 * c + 4 * c**2) +
                                   a6 / 720 * (61 - 58 * lat_tan2 + lat_tan4 + 600 * c - 330 * E_P2)))

if latitude < 0:
    northing += 10000000

return easting, northing, zone_number, zone_letter

def latitude_to_zone_letter(latitude):
    for lat_min, zone_letter in ZONE_LETTERS:
        if latitude >= lat_min:
            return zone_letter

    return None

def latlon_to_zone_number(latitude, longitude):
    if 56 <= latitude <= 64 and 3 <= longitude <= 12:
        return 32

    if 72 <= latitude <= 84 and longitude >= 0:
        if longitude <= 9:
            return 31
        elif longitude <= 21:
            return 33
        elif longitude <= 33:
            return 35
        elif longitude <= 42:
            return 37

    return int((longitude + 180) / 6) + 1

def zone_number_to_central_longitude(zone_number):
    return (zone_number - 1) * 6 - 180 + 3

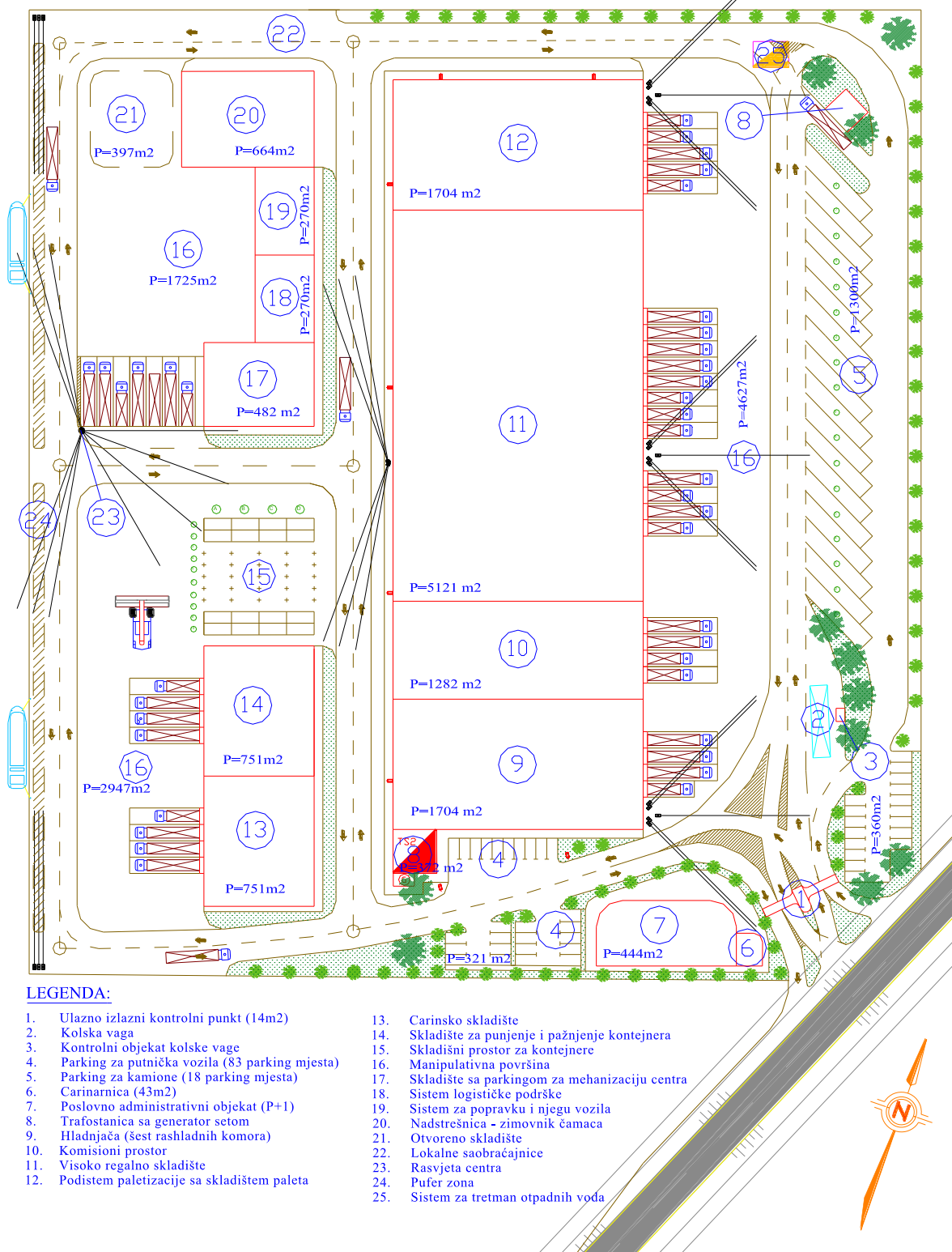
class OutOfRangeError(ValueError):
    pass

```

**CITY DISTRIBUTIVNI CENTAR**

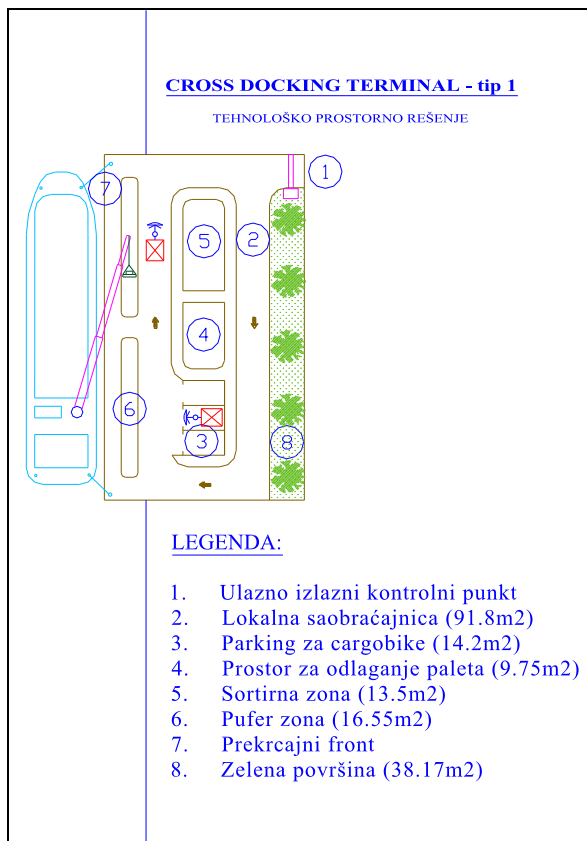
## TEHNOLOŠKO PROSTORNO REŠENJE

RAZMJERA 1:1000

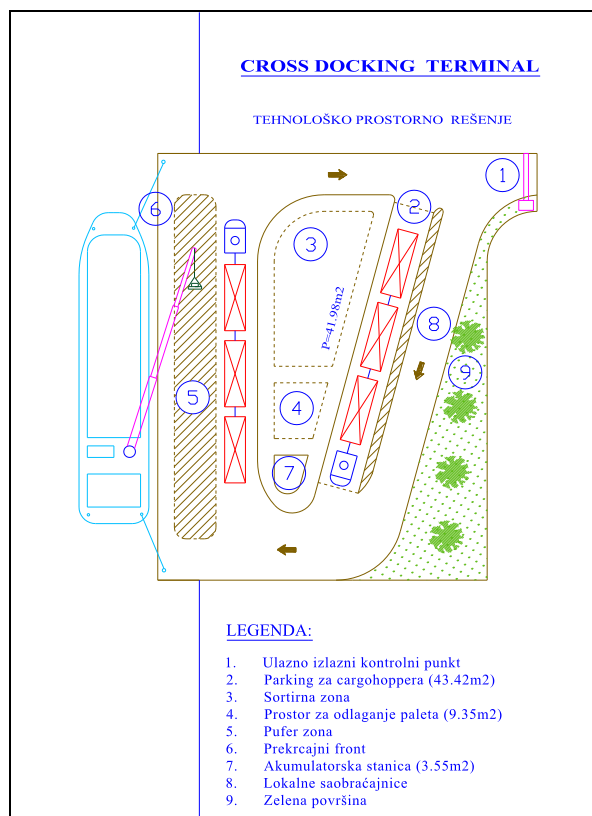


Slika 26: Layout plan CDC

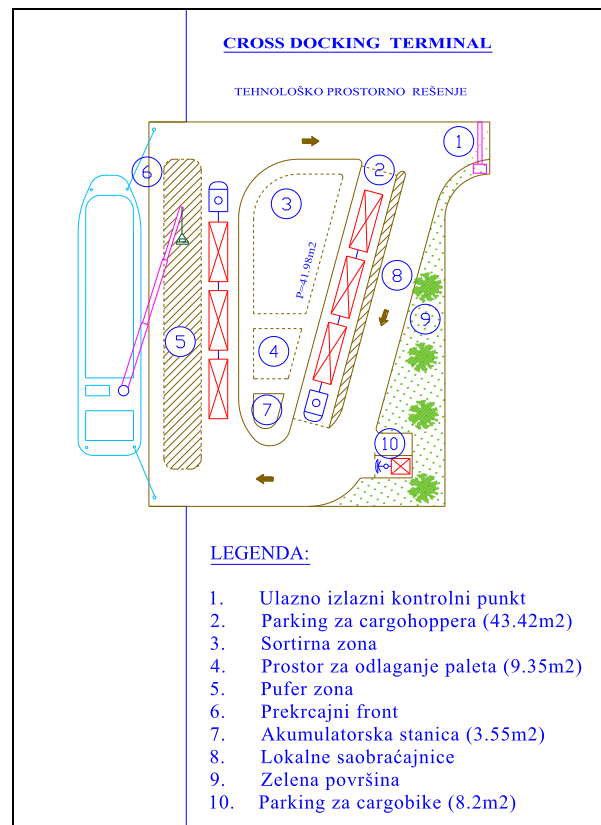




Slika 27: Layout plan CDT – tip 1



Slika 28: Layout plan CDT – tip 2



Slika 29: Layout plan CDT – tip 3

## Prilog 5.

### Biografija autora

Mr Željko Ivanović, dipl. inž. pomorstva, rođen je 14.03.1966. god. u Baru, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Na Fakultetu za pomorstvo u Kotoru, Univerziteta Crna Gora, 1990. god. kao student generacije završio je smjer "Brodomaštvo", a 2000. god., na istom fakultetu diplomirao je na smjeru "Upravljanje lukama" odbranom diplomskog rada pod nazivom "Motorni tegljač kao sredstvo u ostvarivanju primarne funkcije luke". Na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu, 2006. god. Odbranio je magistarski rad pod nazivom "Logistički koncept za regionalnu cjelinu crnogorsko primorje". Doktorsku disertaciju pod nazivom "Model logistike turističkog regiona" prijavio je jula 2015. god. na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu.

Od 1991. god. je u stalnom radnom odnosu, prvo u A.D. "Luka Bar", gdje je radio kao inženjer u struci, Rukovodilac pomorskih poslova, i Savjetnik direktora lučkih poslova, a zatim od 2009. god., u A.D. "Kontejnerski terminal i generalni tereti" na radnom mjestu inženjer logistike.

Od 2007 – 2010. gid. bio je angažovan na Fakultetu za pomorstvo u Kotoru kao saradnik u nastavi za lučko – transportnu grupu predmeta. Od 2010 do danas angažovan je na Fakultetu za saobraćaj, komunikacije i logistiku iz Berana kao saradnik u nastavi na logističku grupu predmeta.

U svojstvu autora ili koautora učestvovao u objavljivanju 1 rada u časopisu sa SCI liste, 3 rada u međunarodnim i domaćim časopisima i 15 radova na međunarodnim i domaćim konferencijama i skupovima. Kao član autorskog tima učestvovao je u izradi 13 naučno-istraživačkih i stručnih studija i projekata. Glavni projektant je robno transportnog centra "BETA" u Prištini. Jedan je od kreatora PAN Evropskog multimodalnog koridora broj 11. Radio je na pripremi aplikacija za tri FP7 projekta. Od 2007. god radi kao konsultant i revizor za prostorno plansku dokumentaciju, i kao konsultant za izradu Biznis planova i Investicionih projekata. Osnovač je i Izvršni direktor udruženja Centar za logistiku i transport "Z-Logistiks".

Oženjen je i otac je jednog djeteta.

Prilog 6.

## Izjava o autorstvu

Potpisani-a mr Željko Ivanović, dipl. inž.

broj indeksa \_\_\_\_\_

### Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

**„Model logistike turističkog regiona“**

---

---

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 08.07.2015. god.

*Željko Ivanović*

---

## Prilog 7.

**Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada**Ime i prezime autora mr Željko Ivanović, dipl. inž.

Broj indeksa \_\_\_\_\_

Studijski program Logistički sistemiNaslov rada „Model logistike turističkog regiona“Mentor Проф. др Милорад Видовић, дипл. инж.Potpisani/a mr Željko Ivanović, dipl. inž.

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis doktoranda**U Beogradu, 08.07.2015. god.*Željko Ivanović*

---

## Prilog 8.

**Izjava o korišćenju**

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

**„Model logistike turističkog regiona“**

---

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo

2. Autorstvo - nekomercijalno

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima

5. Autorstvo – bez prerade

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poleđini lista).

**Potpis doktoranda**

U Beogradu, 08.07.2015. год.

*Željko Ivanović*

---