

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Милош З. Савић

**Унапређење процеса сакупљања и
транспорта комуналног отпада на територији
општине Тополе
мастер рад**

Крагујевац, 2015.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Управљање отпадом

Број индекса: 325/2013

Милош З. Савић

**Унапређење процеса сакупљања и
транспорта комуналног отпада на територији
општине Тополе**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Небојша Јовичић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Идеја овог мастер рада је да се истраже могућности за унапређење процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада на територији општине Топола. За потребе овога рада кандидат треба најпре да изврши анализу тренутног стања управљања отпадом на територији општине Тополе. Након мерења на терену помоћу GPS мерног уређаја, прикупљања свих неопходних информација о систему за управљање комуналним отпадом и креирања потребних база података, кандидат треба да, у софтверском пакету ArcGIS, добије оптималне руте којима комунално возило треба да се креће да би остварило највећу уштеду. Поред тога, потребно је урадити оптимизацију просторног распореда места прикупљања за одређени део Тополе, као и оптималан број контејнера на дефинисаним локацијама.

Рад треба да садржи следеће целине:

- Сакупљање и транспорт комуналног отпада
- Управљање комуналним отпадом у општини Топола
- Оптимизација путања кретања комуналног возила
- Оптимизација просторног распореда места прикупљања
- Оптимизација броја контејнера
- Анализа ефикасности система за сакупљање и транспорт комуналног отпада
- Закључак

Препоручена литература:

[1] Јовичић Небојша: Управљање чврстим отпадом, скрипта са материјалом за курс, Технологије и опрема за депоновање отпада, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2005.

[2] Јовичић Н., Вујић, Миловановић Д., Јовичић Г., Деспотовић М., Батинић Б., Станисављевић Н., Убавин Д., Гвозденац Б., Бошковић Г.: Методологија за одређивање морфолошког састава комуналног отпада, Техничко решење, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2009.

[3] Горан Вујић: Управљање чврстим отпадом, Нови Сад, 2009.

[4] Бошковић Горан: Унапређење енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом, докторска дисертација, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2014.

Крагујевац,
08.04.2015. године

Ментор:
Др Небојша Јовичић, редовни професор

Резиме

Основни циљ овог рада јесте унапређење процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада на територији општине Тополе, коришћењем географског информационог система.

Да би се остварио постављени циљ формиран је општи тип базе података о систему за управљање комуналним отпадом. Мерењем на терену, уз коришћење одговарајуће мерне опреме и праћењем камиона ЈКП "Топола", креиране су базе података о местима прикупљања отпада и путањама комуналног возила. Креиране базе података се повезују са елементима географског информационог система и све потребне анализе рађене су у софтверском пакету ArcGIS. Резултати добијени оптимизацијом су показали да уколико би се примењивале оптимизоване руте, остварена уштеда била би 13,11% у односу на постојеће руте. На нивоу године, то представља 1828 пређених километара мање.

Пошто на енергетске трошкове процеса сакупљања отпада утиче просторни распоред места прикупљања, за центар Тополе је одређен оптималан распоред места прикупљања, као и оптималан број контејнера, у зависности од генерисане количине отпада из стамбених и комерцијалних објеката. Добијени резултати су показали да је оптималан број места прикупљања у делу који је изабран за анализу исти као и у постојећем сценарију, док је број контејнера на дефинисаним локацијама смањен за 28%.

Кључне речи: Управљање отпадом, Сакупљање и транспорт отпада, Географски информациони системи, Количина и састав отпада, Проблем рутирања возила

Abstract

The aim of this work was to improve the process of collection and transport of municipal waste in the municipality of Topola, using a geographic information system.

In order to achieve this aim the general type of database for the system of solid waste management was created. The database of waste collection point locations and the waste collection routes was created by field measurements, which were obtained by using appropriate equipment and tracking the vehicle of municipal company "Topola". Created databases were connected to the elements of geographical information system and all necessary analyzes were done by using the ArcGIS software package. The obtained results showed that the 13.11% of savings could be achieved by routes optimization. This could be equal to 1828 kilometers at year level.

Since the energy costs of waste collection process affects the spatial distribution of collection points, for one part of the municipality of Topola the optimal spatial location of collection points were determined, as well as the optimal number of containers which depends on the amount of generated waste in residential and commercial buildings. The results showed that the optimal number of collection points in the area under study is the same as in the current scenario, while the number of containers at defined locations was reduced for 28%.

Keywords: Waste management, Collection and transport of waste, Geographic Information Systems, Quantity and composition of the waste, Vehicle routing problem

Садржај:

1. Увод.....	7
1.1. Количина комуналног отпада у свету	8
1.1.1. Количина генерисаног комуналног отпада у Србији	9
1.2. Састав генерисаног комуналног отпада у свету	10
1.2.1. Састав комуналног отпада у Србији	11
1.3. Принцип интегрисаног управљања комуналним отпадом и управљање комуналним отпадом у урбаној средини	12
2. Сакупљање и транспорт комуналног отпада.....	14
2.1. Проблем рутирања возила	18
2.2. Географски информациони систем (GIS).....	19
2.2.1. Сегменти GIS-а.....	20
2.2.1.1. Хардвер	21
2.2.1.2. Софтвер.....	21
2.2.1.3. Људски ресурси.....	23
2.2.1.4. Подаци.....	23
2.2.2. Примена GIS-а у области управљања отпадом.....	25
3. Стање чврстог отпада у Републици Србији	28
3.1. Стање чврстог отпада и управљање отпадом у Тополи	29
3.1.1. Количина и састав отпада у Тополи.....	32
4. Оптимизација процеса сакупљања и транспорта отпада на територији општине Тополе	38
4.1. Опрема за снимање карактеристика процеса сакупљања и транспорта отпада	38
4.2. Софтвер DNRGps.....	40
4.3. Прикупљање података о инфраструктури градског система за сакупљање и транспорт комуналног отпада	45
4.3.1. Ортофото мапа	45
4.3.2. Мрежа улица.....	46
4.3.3. Просторна база о местима прикупљања отпада.....	54
4.3.4. Просторна база о путањама комуналног возила.....	56
4.4. Оптимизација путања кретања возила	58
4.5. Оптимизација просторног распореда места за сакупљање комуналног отпада.....	60
4.6. Оптимизација броја контејнера.....	63
5. Анализа ефикасности система за сакупљање и транспорт комуналног отпада	71

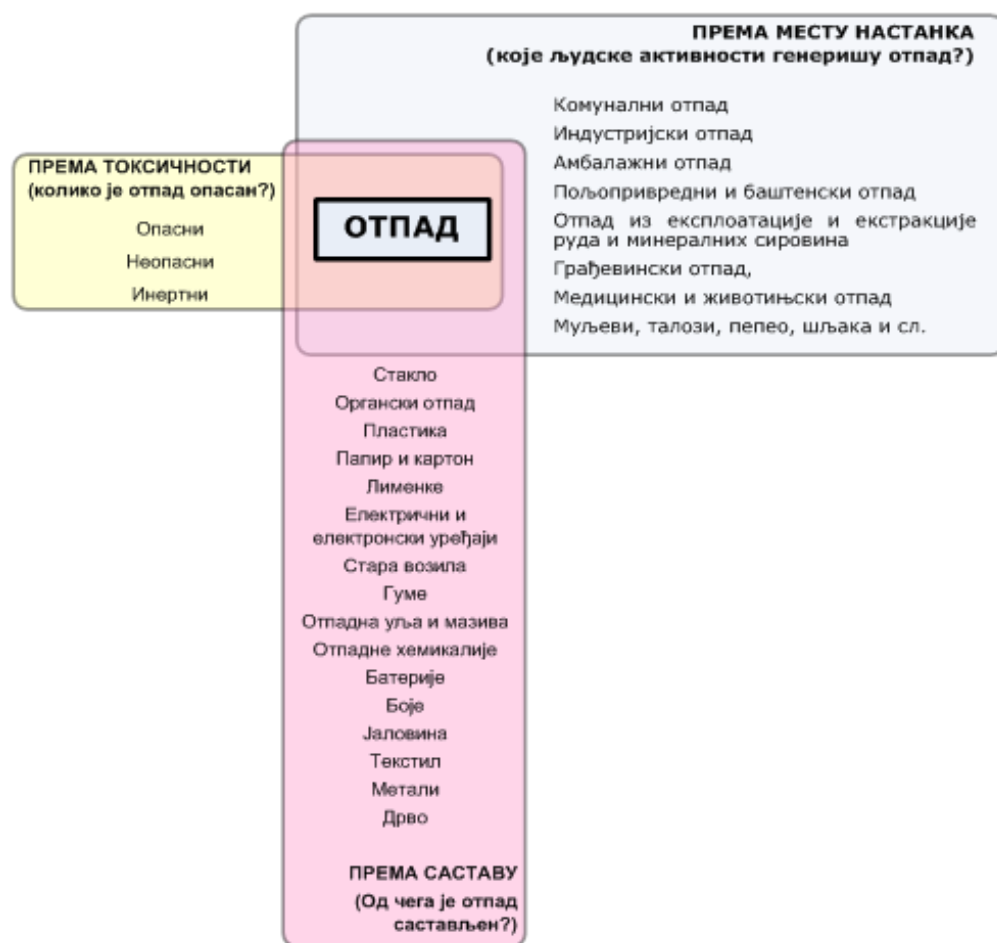
5.1. Енергетски трошкови система за сакупљање и транспорт комуналног отпада	71
5.2. Уштеде остварене оптимизацијом рута комуналног возила	75
6. Закључак	77
Л И Т Е Р А Т У Р А.....	78
Прилог I: Места прикупљања која се опслужују понедељком.....	80
Прилог II: Места прикупљања која се опслужују уторком	84
Прилог III: Места прикупљања која се опслужују средом	89
Прилог IV: Места прикупљања која се опслужују четвртком	94
Прилог V: Места прикупљања која се опслужују петком	99
Прилог VI: Места прикупљања која се опслужују суботом	104
Прилог VII: Места прикупљања која се опслужују недељом.....	106
Прилог VIII: Број становника и површина комерцијалних објеката у свим улицама Тополе	108

1. Увод

Под отпадом се подразумева сваки материјал или предмет који настаје у току обављања производне, услужне или друге делатности, предмети искључени из употребе, као и отпадне материје које настају у потрошњи и које са аспекта произвођача, односно потрошача нису за даље коришћење и морају се одбацити [1].

Подела отпада (слика 1.1) се може извршити према [1]:

- Токсичности
- Саставу
- Месту настанка



Слика 1.1 - Подела отпада [1]

У оквиру овог рада посебна пажња је посвећена комуналном отпаду. Комунални отпад представља отпад из домаћинства који настаје у стамбеним и комерцијалним објектима, као и отпад са јавних површина.

1.1. Количина комуналног отпада у свету

Укупна количина сакупљеног комуналног отпада у свету на годишњем нивоу износи око 1,2 милијарди тона. Процена је да ће 2025. године на светском нивоу количина генерисаног комуналног отпада бити око 2,2 милијарде тона [2]. У табели 1.1. дате су количине сакупљеног комуналног отпада у свету.

Табела 1.1 - Количина сакупљеног комуналног отпада у свету

Количине сакупљеног отпада (у милионима тона)	
Земље OECD ¹	620
CIS ² (без балтичких земаља)	65
Азија (изузев OECD)	300
Централна Америка	30
Јужна Америка	86
Блиски Исток и северна Африка	50
Подсахарска Африка	53
Σ	1204

Највише комуналног отпада по становнику генерише се у Сједињеним Америчким Државама (САД), а најмање у Индији. Одавде се може закључити да што је држава богатија генерисаће већу количину отпада. У табели 1.2. дате су количине генерисаног комуналног отпада у зависности од висине прихода.

Табела 1.2 – Количина сакупљеног комуналног отпада у зависности од висине прихода

	Земље са малим приходима	Земље са средњим приходима	Земље са високим приходима
БДП по становнику	< 5000 \$	5000 – 15000 \$	> 20000 \$
Комунални отпад (kg годишње по становнику)	150-250	250-550	350-750

На генерисање отпада највише утичу следећи фактори:

- Степен индустријализације
- Економски развој
- Навике становништва

¹ **OECD** (Organisation for Economic Cooperation and Development) – Међународна организација основана 1960. године и има укупно 34 земље чланице

² **CIS** (The Commonwealth of Independent States) – Међународна организација основана 1991. године и има укупно 9 земаља чланица

Што се тиче Европе, количина комуналног отпада по глави становника на годишњем нивоу износи 481 килограм (према подацима из 2013. године), што је 1,32 килограма по становнику дневно [3].

1.1.1. Количина генерисаног комуналног отпада у Србији

Јавна комунална предузећа (ЈКП) имају обавезу да у складу са Правилником о методологији за прикупљање података о саставу и количинама комуналног отпада на територији локалне самоуправе ураде анализе количина и састава комуналног отпада и доставе добијене податке [4]. На основу тих података процењује се укупна количина комуналног отпада и други индикатори који су везани за комунални отпад (табела 1.3).

Табела 1.3 - Индикатори комуналног отпада [4]

Индикатор	Година								
	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
Укупна количина генерисаног отпада (у милионима тона)	1.73	2.07	2.55	2.63	2.65	2.71	2.62	2,41	2,13
Количина прикупљеног и депонованог отпада од стране ЈКП (у мил.тона)	1.04	1.24	1.52	1.58	1.89	2.09	1.83	1,92	1,67
Просечни обухват прикупљања отпада (%)	~60	~60	~60	~60	72	77.3	~70	80	~80
Средња дневна количина комуналног отпада по становнику (kg)	0.62	0.77	0.95	0.98	0.99	1.01	0.99	0,92	0.81
Средња годишња количина по становнику (t)	0.23	0.28	0.35	0.36	0.36	0.37	0.36	0,34	0,3

Укупна количина генерисаног комуналног отпада, по подацима из 2014. године, износи 2,13 милиона тона.

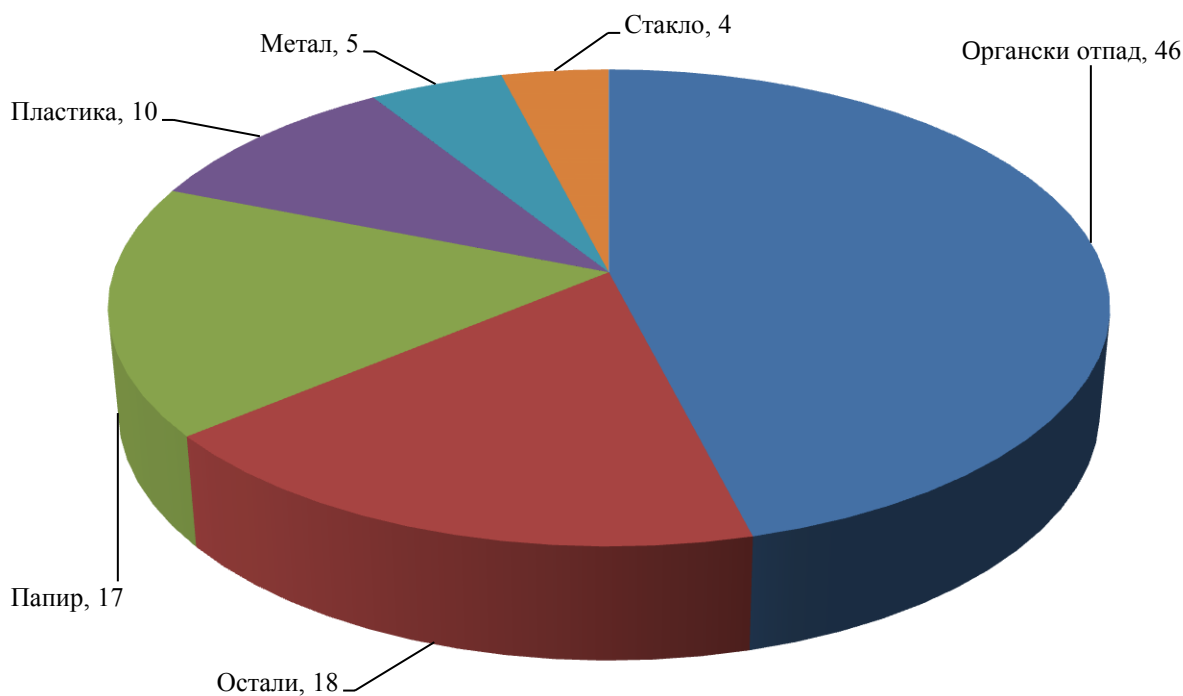
Као што се види у табели, у 2014. години се наставља пад вредности средње дневне количине комуналног отпада по становнику у односу на претходни период. То показује додатно смањење куповне моћи становништва као последице економске кризе, али и све већу успешност система прикупљања појединих фракција комуналног отпада у локалним заједницама.

1.2. Састав генерисаног комуналног отпада у свету

Као и количина генерисаног отпада, тако се и састав отпада мења у зависности од региона. На састав отпада утиче велики број фактора, а најважнији међу њима јесу:

- *Економски фактори* (економски раст, пораст броја популације, структура индустрије, тржиште секундарних сировина, квалитет живота)
- *Географски фактори* (величина земље, земљиште, геологија, густина популације, урбанизација)
- *Социолошки фактори* (пораст и структура популације и домаћинства)
- *Културолошки и историјски фактори* (начин потрошње, свест о животној средини)

Просечан састав комуналног отпада у свету приказан је на слици 1.2. Комунални отпад је подељен у шест категорија које су дате у табели 1.4.



Слика 1.2 – Састав комуналног отпада у свету (изражен у %)

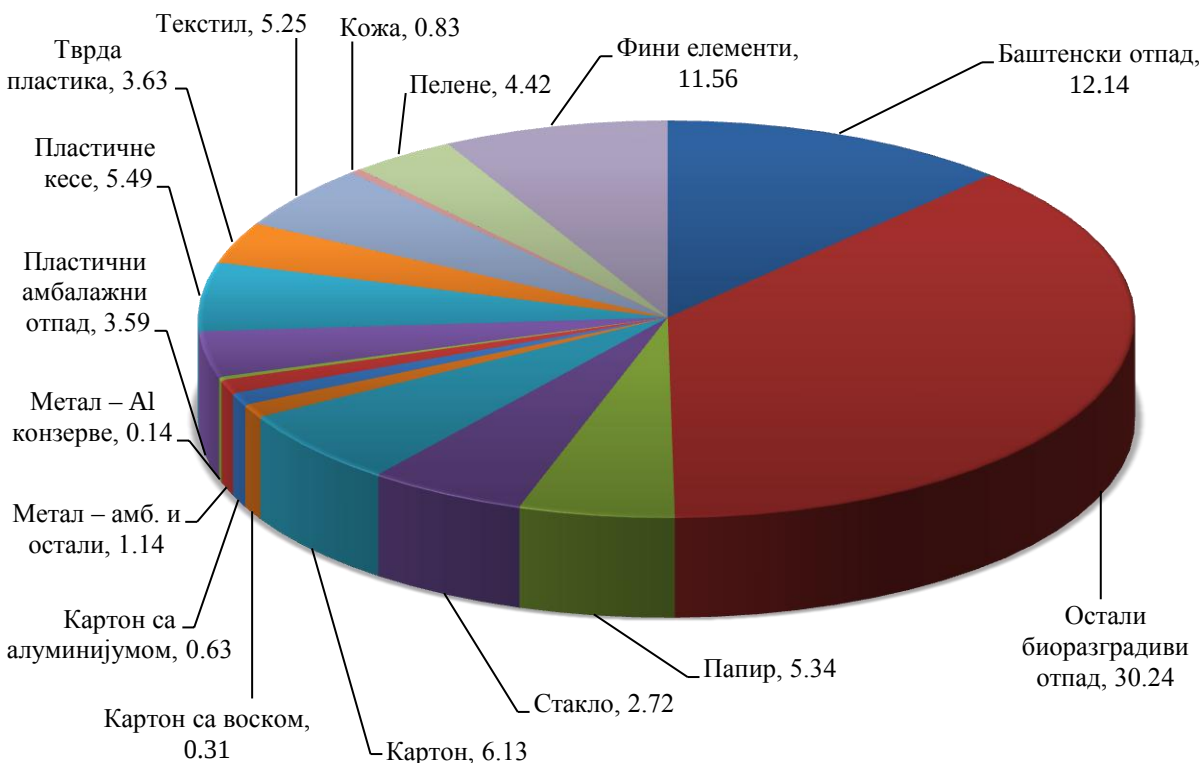
Табела 1.4 - Врсте отпада и њихови извори [5]

Врста отпада	Извор
Органски	Баштенски отпад, дрвни отпад, отпад од хране
Папир	Часописи, новине, књиге, картонске кутије
Пластика	Флаше, кутије, амбалажни отпад
Стакло	Флаше, сијалице, обојено стакло
Метал	Лименке, бицикле, конзерве, бела техника
Остало	Кожа, текстил, гума, пепео, електронски отпад

1.2.1. Састав комуналног отпада у Србији

Најпрецизнији подаци о морфолошком саставу комуналног отпада у Србији добијени су по методологији за одређивање састава и количине отпада која је настала у сарадњи Факултета инжењерских наука из Крагујевца и Техничког факултета из Новог Сада, у периоду између 2008. и 2009. године.

Мерења су вршена за три годишња доба у десет референтних градова, а потом је на основу добијених резултата вршена процена састава комуналног отпада у Републици Србији. Разлог зашто мерења нису обављена за сва четири годишња доба лежи у претпоставци да је састав комуналног отпада у пролеће и јесен сличан. На слици 1.3. приказан је морфолошки састав комуналног отпада у нашој земљи.



Слика 1.3 – Састав комуналног отпада у Републици Србији [5]

1.3. Принцип интегрисаног управљања комуналним отпадом и управљање комуналним отпадом у урбаној средини

У развијеним земљама, али у последње време и у појединим земљама у развоју, усвојен је принцип интегрисаног управљања отпадом. Интегрисани систем управљања отпадом представља низ делатности и активности који подразумева [1]:

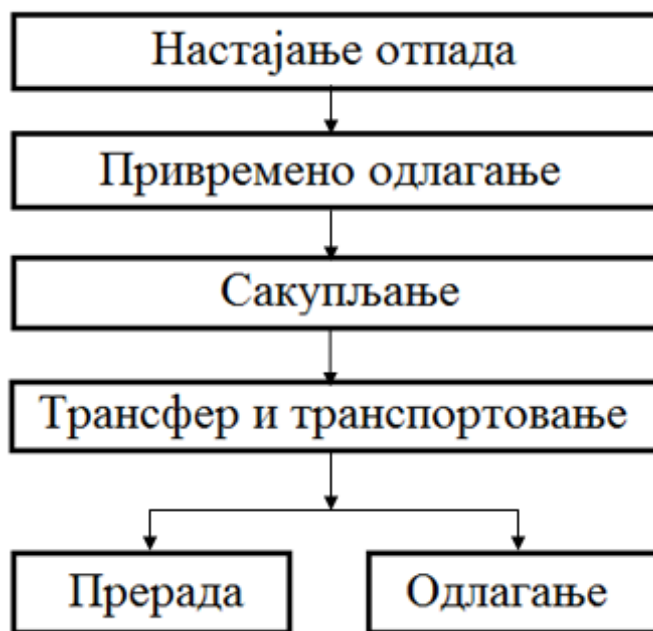
- превенцију настајања отпада
- смањење количине отпада и његових опасних карактеристика
- третман отпада
- планирање и контролу делатности и процеса управљања отпадом
- транспорт отпада
- успостављање, рад, затварање и одржавање постројења за третман отпада
- мониторинг
- саветовање и образовање у вези делатности и активности на управљању отпадом

Овај систем се заснива на избору и примени ефикасних технологија којима се остварују специфични циљеви управљања отпадом уз одговарајућу изградњу законске регулативе. Основни услов за успешну имплементацију и функционисање интегрисаног система управљања отпадом је одређено хијерархијско одвијање активности у оквиру система, што је приказано на слици 1.4.



Слика 1.4 – Хијерархија активности код интегрисаног система управљања отпадом

Управљање отпадом у урбаној средини је веома сложен процес и заснован је на анализама, разматрањима и дефинисању метода и поступака третмана чврстог отпада. Код управљања отпадом у урбаним срединама је могуће препознати шест функционалних елемената који су приказани на слици 1.5.



Слика 1.5 - Елементи интегрисаног управљања отпадом

Отпад који настаје у стамбеним и комерцијалним објектима треба складиштити у опрему за отпад. Ова опрема се користи за привремено одлагање отпада пре организованог сакупљања и одношења од стране комуналних предузећа. По доласку комуналног возила на локацију у оквиру плана прикупљања отпада, опрема се празни у камион. Савремени аутосмеђари су опремљени уређајима који сабијају утоварени отпад, чиме се постиже боље искоришћење капацитета возила.

Трансфер и транспорт отпада подразумевају процесе који се обављају након сакупљања отпада и пре његове прераде или коначног одлагања на депонију. Пре транспорта, отпад се претовара из мањих камиона у веће а овај сегмент је неопходан када је због великог растојања од локације настајања отпада до локације даљег коришћења или одлагања, директан транспорт неприхватљив у економском смислу.

Последња два елемента интегрисаног система управљања отпадом јесу прерада и одлагање отпада. Прерада отпада обухвата хемијске, физичке, термичке или биолошке поступке, укључујући и разврставање отпада. Овим поступцима се мењају карактеристике отпада а све у циљу редукције запремине и смањења опасних карактеристика. Уколико отпад није подвргнут преради, онда се врши његово коначно одлагање на депонију. Депонија је место на површини или испод земље где се одлаже отпад.

2. Сакупљање и транспорт комуналног отпада

Сакупљање и транспорт комуналног отпада учествују са највећим делом у укупним трошковима система за управљање отпадом. Из тог разлога ове две фазе треба оптимизовати и модификовати са циљем да се повећа ефикасност система за управљање отпадом.

Сакупљање и транспорт отпада се састоје од пет фаза:

- Прва фаза подразумева да власник домаћинства пренесе све што сматра отпадом до контејнера или канте. Отпад се може одлагати и у специјалне кесе.
- Друга фаза била би пренос канти (уколико се отпад одлаже у канте) до возила које сакупља отпад. У индивидуалном типу становања уобичајено је да се канте изнесу на улицу од стране власника домаћинства.
- Трећа фаза подразумева да камион који сакупља отпад то уради на најјефикаснији могући начин. Путања камиона представља највише испитивану фазу сакупљања отпада.
- Четврта фаза обухвата транспорт пуног камиона на привремену локацију.
- Последња фаза обухвата транспорт отпада до места за његов третман или коначно одлагање на депонију.

Врста контејнера који се користе за сакупљање комуналног отпада зависи од врсте сервиса за сакупљање и од чињенице да ли је укључена примарна сепарација отпада. Велики контејнери (слика 2.1) се најчешће користе у стамбеним областима које су слабо или средње насељене.



Слика 2.1 – Контејнери за слабо или средње насељена места

У нашој земљи је уобичајено да се користе контејнери од $1,1 \text{ m}^3$ (слика 2.2). У новије време се користе контејнери од $3,2 \text{ m}^3$ за које је потребно инвестирати у возила за бочни утовар.



Слика 2.2 – Контејнер од $1,1 \text{ m}^3$

У земљама Европске Уније, у неким новијим зградама за становање, користе се подземни пнеуматски транспортни системи заједно са одводним каналима из станова. Такође постављају се и улични подземни контејнери (слика 2.3).



Слика 2.3 - Подземни пнеуматски транспортни системи и подземни контејнери

Велики контејнери и специјалне посуде (канте) за чврсти отпад се препоручују тамо где се стварају велике запреминске количине чврстог отпада, као што су хотели, ресторани, мотели, вишеспратнице, тржни и други пословни центри. У многим случајевима контејнери се комбинују са компакторима (слика 2.4). Контејнери треба да буду смештени на равној, чврстој површини, која може да се чисти, на осветљеном и отвореном простору.



Слика 2.4 – Контејнер са компакторима

Камиони који се користе за сакупљање отпада из стамбених и комерцијалних објеката су покривени компактори називани „смећари“ или „power press“. Разликују се по величини и дизајну. Ови камиони имају хидраулички управљан механизам за компактовање отпада. Камиони са пуњењем са задње стране имају ниску платформу за пуњење која чини пражњење канти једноставним (слика 2.5).



Слика 2.5 - Power press возило

Посебну врсту камиона чине и такозване ротопресе (слика 2.6), које се користе и код нас. Поменути камиони су запремине и до 30 m³. Главна разлика од претходно поменутих „смећара“ је да они секу и уситњавају отпад, и из тог разлога примају већу количину отпада. Након употребе поменуте врсте камиона није могуће обављати сепарацију отпада, већ отпад иде директно на депонију.



Слика 2.6 – RotoPress возило

У новије време, поред поменута два типа класичних возила за сакупљање и транспорт отпада, користе се и камиони који су у могућности да контејнере подижу и утоварају са стране камиона, односно да прихватају контејнере испред кабине возача и убацују у камион (слика 2.7). Наведени системи сакупљања и транспорта отпада захтевају да контејнери увек стоје на истом месту, јер возило опслужује само један радник, односно возач.



Слика 2.7 – Sidepress возило

Камиони са дизалицом се користе за рад са контејнерима који имају запремину од 5 m³. Користе се за сакупљање отпада са локација где се генерише значајна количина отпада и за сакупљање крупних предмета и индустријског отпада, као што су остаци од метала и грађевински материјал (слика 2.8).



Слика 2.8 – Возило са дизалицом

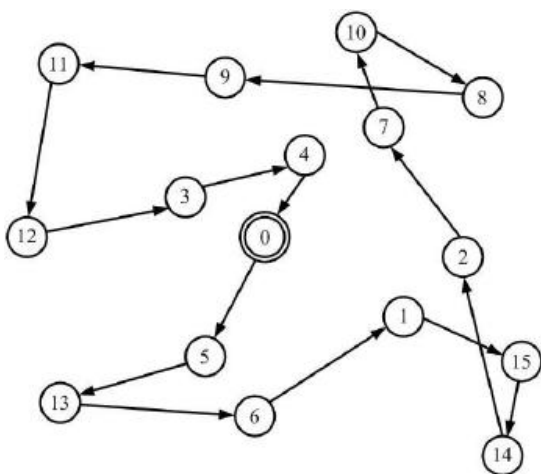
2.1. Проблем рутирања возила

Унапређење сакупљања отпада кроз одређивање оптималне путање возила припада проблему рутирања возила. Овај проблем има велики економски значај и са њим се свакодневно среће на хиљаде дистрибутера широм света.

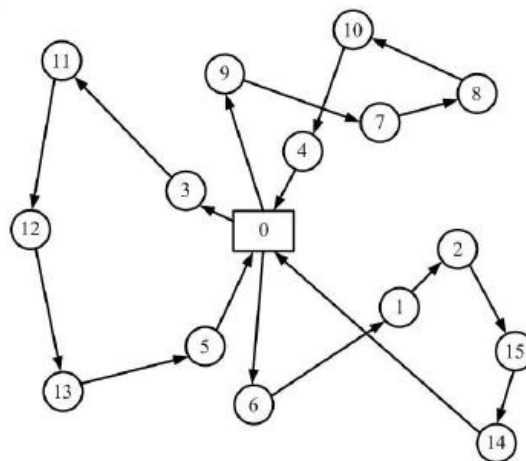
Проблем рутирања возила води порекло од проблема трговачког путника (Traveling Salesman Problem – TSP). Проблем трговачког путника представља проблем комбинаторне оптимизације. Трговачки путник има задатак да крене из једног града, посети све градове тачно једном и врати се на почетно место а да притом пређе најкраће растојање. Шематски приказ проблема трговачког путника дат је на слици 2.9.

Када се проблем трговачког путника примени на флоту возила добија се проблем рутирања возила (Vehicle Routing Problem – VRP). Проблем рутирања возила је име за читаву класу проблема у којима се траже оптималне руте којима би возила требало да се крећу. На слици 2.10. приказан је проблем рутирања возила. Правоугаоник (0) представља складиште, док кружићи чине скуп локација које треба посетити.

Да би се симулирани проблем што више приближио реалним условима транспорта потребно је увести одређена ограничења. Када се ради о сакупљању отпада, возила су ограничена својим капацитетом и тада се ради о проблему рутирања возила са ограничењем капацитета (Capacitated Vehicle Routing Problem – CVRP).



Слика 2.9 - Проблем трговачког путника [6]



Слика 2.10 – Проблем рутирања возила [6]

Своју примену у области управљања чврстим отпадом има и географски информациони систем (GIS). Већина GIS софтвера има у себи интегрисане алгоритме за решавање проблема рутирања возила. Карактеристике GIS-а и његова примена у области управљања отпадом дате су у наредном делу.

2.2. Географски информациони систем (GIS)

У многим студијама које укључују информатику и рачунарство значајно место заузимају информациони системи. Они су описивани као софистицирани програми или серија више њих, осмишљени тако да управљају великим количинама података и информација. Најчешћа дефиниција информационих система јесте да они представљају скуп различитих метода, ресурса и поступака који су „спаковани“ тако да користе остваривању одређеног циља.

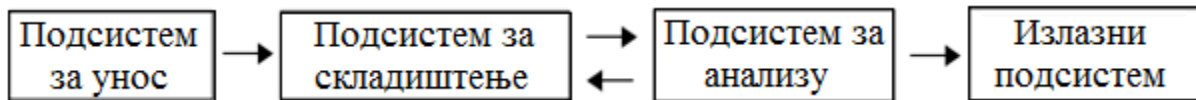
Географски информациони систем представља информациони систем за прикупљање, паковање, проверу, анализу, моделовање и приказ информација референтно везаних за Земљу. Поред тога, GIS представља скуп интерактивних и дигиталних карата, моћни компјутерски алат за решавање географских проблема, систем за дистрибуцију географских информација. У најужем могућем смислу, то је систем за рад са просторним информацијама које омогућавају доношење одлука од великог значаја.

Принцип GIS-а чији смисао корисници усвајају јесте визуелизација јер уз помоћ визуелног приказа се многе информације лакше могу схватити, разумети и запамтити. Такође, визуелизацијом се постиже процес сажимања информација и података у сврху комуникације и интерпретације структура из реалног окружења.

GIS се састоји од четири интерактивна подсистема [7] (слика 2.11):

- Подсистем за уношење који врши конверзију карата и других просторних података у дигитални облик

- Подсистем за складиштење и позивање података
- Подсистем за анализирање
- Излазни подсистем за израду карата, табела и за пружање одговора на постављена питања



Слика 2.11 – Подсистеми GIS-a

2.2.1. Сегменти GIS-a

При пројектовању информационих система пошло се од чињенице да они представљају један део комуникационог дела организационе јединице и да се састоје од четири компоненте (слика 2.12):

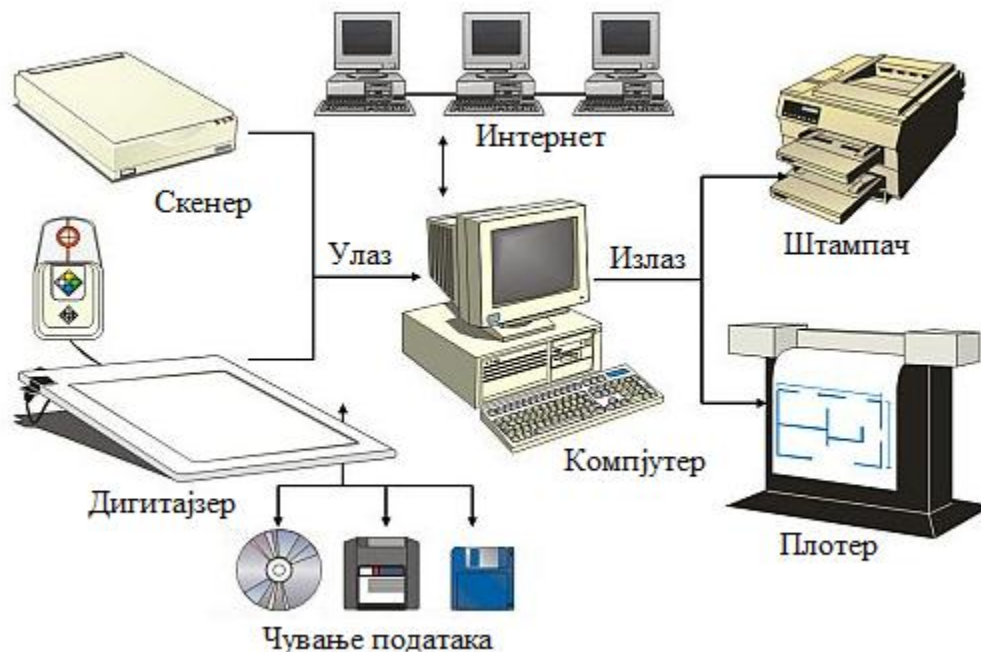
1. Хардвер
2. Софтвер
3. Људски ресурси
4. Подаци



Слика 2.12 – Сегменти GIS-a

2.2.1.1. Хардвер

Под хардвером се подразумевају рачунари на којима може да се приказује GIS. Поред рачунара, то могу бити и таблети као и паметни мобилни телефони који се последњих година веома брзо развијају. Набројаним елементима треба додати улазно – излазне компоненте и медије за складиштење података како би цела материјална основа информационог система била потпуна. Те улазно – излазне компоненте јесу меморијски уређаји, плотери, скенери, дигитајзери, штампачи и рачунарске мреже (слика 2.13).



Слика 2.13 – Хардверске компоненте GIS-а

2.2.1.2. Софтвер

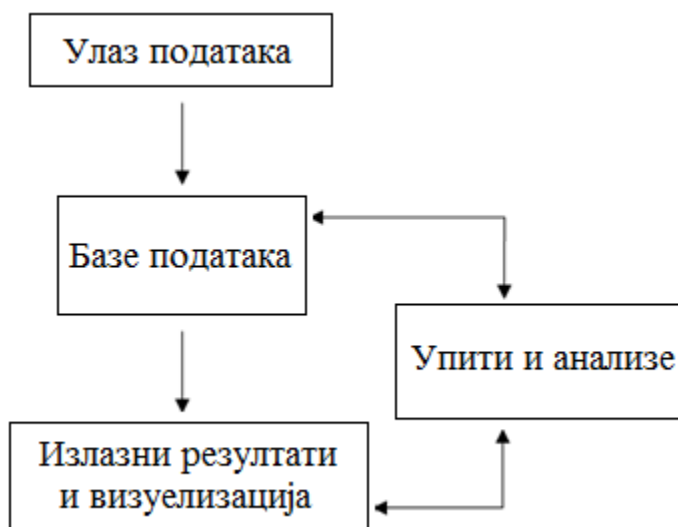
За разлику од хардвера који представља материјални елемент GIS-а, софтвер обухвата све оне нематеријалне елементе као што су програми и методе везане за организовање, координацију, обраду и коришћење резултата обраде података. Сви ови алати су организовани кроз различите модуле. Структура једног таквог модула је приказана на слици 2.14.

Типови GIS софтвера се разликују по својој функционалности а најчешћа подела ових софтвера је следећа [9]:

- Десктоп GIS програми
- Системи за управљање просторним базама података
- Веб сервери за карте
- Серверски GIS програми
- Веб GIS клијентски програми

- GIS библиотеке и додаци
- Мобилни GIS

Данас постоји велики број произвођача GIS софтвера. Сваки од произвођача, у оквиру одређеног пакета, има широк дијапазон производа и управо од њега зависи и њихова цена на тржишту. У табели 2.1. су дати водећи произвођачи GIS софтвера у свету.



Слика 2.14 – Софтверски модули у GIS-у

Табела 2.1 – Произвођачи GIS софтвера

Редни број	Лого компаније	Лого софтвера	Опис компаније
1.			Заузима највеће учешће на тржишту. Ради са векторским и растерским подацима.
2.			Најзначајнији софтвер компаније Intergraph јесте GeoMedia Professional и он ради искључиво са векторским подацима.
3.			Основни циљ компаније Pitney Bowes је да корисницима пружи што једноставнији софтвер за коришћење. Најзначајнији софтвер јесте MapInfo Professional.

4.			Autodesk је напознатији по свом софтверу AutoCAD-у. Ова компанија нуди решења која повезују GIS и CAD.
5.			Најпознатији софтвер компаније Clark Labs је Idrisi. Ради са растерским подацима.

Компанија која се највише истиче у овој области је ESRI (Environmental Systems Research Institute). Компанија ESRI је основана 1969. године у Калифорнији. Највећи је произвођач GIS софтвера на свету и његови производи чине 40,7% глобалног тржишта у области информационих технологија. Што се тиче искључиво GIS софтвера, ESRI је 2002. године имао удео на тржишту од 30%, више него било који други произвођач. Компанија има десет регионалних центара у САД-у и мрежу од око 80 међународних дистрибутера са око милион корисника у 200 земаља широм света.

Један од софтвера који је развила компанија ESRI јесте ArcGIS. Управо је овај софтвер коришћен за спровођење анализа у овом раду.

2.2.1.3. Људски ресурси

Поред података, најважнија компонента GIS система јесу људски ресурси без којих географски информациони систем не би могао да функционише. Да би знали како се GIS примењује неопходан је одређен степен стручности и образовања. Поседовање знања о GIS-у је неопходно за коришћење расположивих апликација и развијање нових. Управо ова чињеница је главни разлог што је образовање специјалиста у овој области део образовних програма у великом броју земаља Европе и Америке.

Када се појавио, GIS је био намењен искључиво онима који су у тој области били стручњаци, али касније је он прилагођаван и адаптиран људима са нижим нивоом знања. По том критеријуму, сви корисници GIS-а могу да се поделе у три категорије:

- Корисници са основним знањем
- Напредни корисници
- GIS стручњаци

2.2.1.4. Подаци

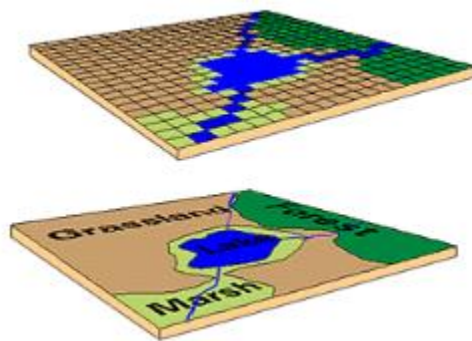
Подаци су кодоване чињенице које почињу да постоје онда када су забележене одређеним симболима. На основу тога се може рећи да се подаци састоје од бројева, текста, звука, слика, речи. Пример за податак може бити број становника или температура ваздуха у тачно одређено време на одређеној локацији. Сви подаци су заједно спаковани у базу података.

База података представља организоване податке изабране површине или неког објекта у дигиталној форми. Она се креира самостално и веома је важна за правилно функционисање GIS-а.

Да би се база података креирала прво је потребно прикупити податке. Од великог значаја је прецизност и тачност података јер уколико су они погрешни директно ће утицати на анализе које се спроводе. Због тога је прикупљање и креирање базе података најскупља фаза у изради GIS-а, па је једна од најбитнијих ствари у овој фази одлука да ли купити готову базу података или креирати сопствену.

Свака информација је просторно одређена и може да се представи на мапи уколико јој се може придружити координата, адреса или назив области. За представљање реалног света у дигиталном облику, GIS ради са два модела (слика 2.15):

- Растер
- Вектор



Слика 2.15 – Растерски и векторски модел [8]

Некада су GIS софтвери користили растерски или векторски облик података, а временом је велики број софтвера адаптиран и једном и другом облику. Сам корисник доноси одлуку који ће од ова два облика користити.

Растерски облик података се састоји од елемената који се називају пиксели. Тачке су приказане као појединачна ћелија. Скуп тачака који је међусобно повезан чини линије, док полигони представљају блокове ћелија наслоњених један на други.

У литератури се може наћи да се као синоним за растерске податке користи термин „сликовни подаци“. Међутим, растерски подаци се као термин знатно више употребљавају у домаћој литератури. Основне карактеристике растерских података су:

- Резолуција слике
- Димензија слике
- Број боја
- Формат записа

Мана растерског модела података лежи у чињеници да је за једну ћелију могуће везати само један податак, као и то да од резолуције мреже зависи прецизност података. Трошкови ове технологије нису велики, структура података је изузетно једноставна, тако да се може рећи да ова два разлога дају одређену предност растерској структури података.

Векторски облик података је одређен координатама у одређеном координатном систему. Код ове структуре података сваки ентитет се може представити комбинацијом тачке, линије и полигона (слика 2.16). За разлику од растерске структуре, векторска даје могућност да се за једну тачку може везати велики број података.



Слика 2.16 – Ентитети векторског облика података

2.2.2. Примена GIS-а у области управљања отпадом

Због ширине области у којима има своје место, као и особина које поседује, постаје јасно да је распрострањеност GIS-а изузетно велика. Број области у којима GIS налази своју примену се повећава сваким даном. У области управљања отпадом GIS се најчешће користи за:

- Одређивање погодног места за трансфер станицу
- Одређивање идеалне локације за депонију, у зависности од места сакупљања отпада и удаљености од најближег насеља
- Оптимизацију сакупљања комуналног отпада и његов транспорт до места где се врши крајње одлагање
- Унапређење распореда контејнера, у зависности од локација кућа, зграда и комерцијалних објеката
- Одређивање утицаја система за управљање комуналним отпадом на животну средину

Избор локације за депонију је веома комплексан процес који захтева одређивање најбоље локације за одлагање отпада узимајући у обзир еколошке, економске, социјалне и здравствене утицаје. При избору локације за депонију у обзир се узимају општи услови и критеријуми који се односе на:

- Намену простора и коришћење земљишта
- Топографију терена
- Климатске, хидролошке и хидрографске карактеристике подручја
- Саобраћајну и техничку инфраструктуру
- Могућу запремину и капацитет простора
- Услове заштите

Удаљеност између спољашње границе депоније и најближег објекта насељеног подручја треба да износи најмање 500 метара. Депонија се најчешће лоцира у увалама заклоњених бочним рељефом и подручјима која нису изложена поплавама. Још један важан фактор је нагиб. Подручја са падом већим од 15% треба сматрати неподобним као локацију за одлагање отпада. На слици 2.17. приказани су кораци за избор локације за депонију коришћењем GIS-а, укључујући еколошке и социо – економске факторе.



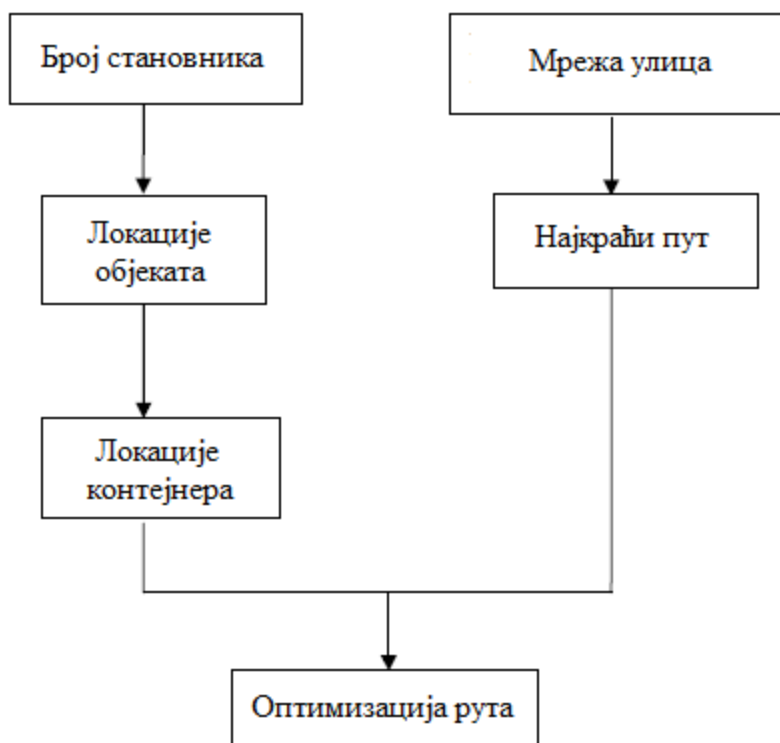
Слика 2.17 – Избор локације за депонију [18]

За решавање проблема оптимизације рута неопходно је извршити прикупљање података о местима за сакупљање отпада и путањама комуналних возила. Успех при доношењу одлука у многоме зависи од квантитета и квалитета доступних података.

Параметри за оптимизацију руте су:

- Густина насељености
- Количина генерисаног отпада
- Мрежа улица
- Дужина улица
- Време путовања

На слици 2.18. приказани су елементи неопходни за оптимизацију рута.



Слика 2.18 – Елементи за оптимизацију рута [18]

Коришћењем GIS-а може се постићи оптимизација просторног распореда места прикупљања, као и броја контејнера, што доприноси мањој потрошњи горива и смањењу трошкова одржавања возила.

3. Стање чврстог отпада у Републици Србији

На територији Републике Србије одлагање отпада на депоније представља најзаступљенији начин управљања отпадом. Међутим, највећи број депонија не задовољава ни основне хигијенске и техничко – технолошке услове.

На простору наше земље, лоциране су 164 депоније за одлагање отпада које користе општинска комунална предузећа (слика 3.1) [10].



Слика 3.1 – Депоније у Републици Србији [10]

Прекривање отпада се врши на 117 депонија и то најчешће земљом или другим инертним материјалом. На 15 депонија се прекривање врши свакодневно, на једној месечно, а на 101 по потреби [10].

Највећи број комуналних предузећа има механизацију и возила за прикупљање отпада. За прикупљање се користе најразличитије врсте возила; од специјалних „rotopress“ аутосмећара и аутоподизача за велике контејнере, па све до обичних камиона и трактора са приколицом.

Слична ситуација је и са механизацијом која се користи на самим депонијама (слика 3.2). За разгртање, равнање и збијање отпада најчешће се користе булдожери, док се на 10 депонија за сабијање отпада користе компактори [10].



Слика 3.2 – Механизација на депонији

3.1. Стање чврстог отпада и управљање отпадом у Тополи

Топола је варошица која се налази у централној Србији. Припада Шумадијском округу и простире се у подножју брда Опленец, на 80 километара од Београда, 42 километра од Крагујевца и 12 километара од Аранђеловца. Окружена је долинама Јасенице и Каменице, Опленцом и његовом листопадно – четинарском шумом. Налази се на 44°15' северне географске ширине и 20° 40' источне географске дужине, на надморској висини од 221 до 265 метара. Према попису из 2011. године, на целокупној територији општине Тополе, која обухвата 30 села и варошицу Тополу, живи 22.329 становника. У самој варошици Тополи станује приближно 5.000 становника. Површина општине износи 356 km², од чега 27835 ha спада у пољопривредна подручја а 5306 ha се односи на пределе покривене шумом.

Управљање отпадом на територије општине поверено је предузећима „А.С.А“ (које се налази у приватном власништву) и ЈКП „Топола“.

Предузеће „А.С.А“ је основано 1988. године и важи за једну од водећих компанија у области управљања отпадом у централној и источној Европи. Циљ ове компаније из Аустрије јесте понуда свеобухватне услуге у области управљања отпадом. Пословне

активности се протежу од услуге за сакупљање комуналног отпада у општинама па све до чишћења улица, одржавања у зимском периоду, одржавања зеленила и друго. На самом почетку активности су биле усмерене искључиво на Аустрију, али су се временом услуге прошириле на још седам земаља централне и источне Европе. Те земље су Словачка, Мађарска, Чешка Република, Бугарска, Пољска, Румунија, а од 2006. године почело се са радом и у Србији [11].

Општина Топола и компанија „А.С.А“ потписале су у јулу 2011. године споразум о одвожењу комуналног отпада на регионалну депонију у Лапову, која се и налази у власништву аустријске компаније. Регионална депонија у Лапову је основана у октобру 2007. године а са радом је кренула у априлу 2008. године. Налази се на површини од скоро 22 ha а процењен век трајања, односно временски рок до којег може да се депонује отпад, износи 25 до 30 година.

Друго предузеће које се бави сакупљањем, транспортом и одлагањем комуналног отпада на територији варошице Тополе јесте ЈКП „Топола“. Оно је основано 22. фебруара 1955. године и од свог оснивања до данас обавља комуналне активности за потребе грађана Тополе. Основне делатности које су поверене ЈКП „Топола“ јесу:

- Водоснабдевање
- Одвођење отпадних вода
- Изношење смећа
- Јавна хигијена
- Управљање гробљима

ЈКП „Топола“ се до 2014. године бавило прикупљањем, транспортом и коначним одлагањем отпада на територији читаве општине. Међутим, у новембру 2014. године одлучено је да ЈКП „Топола“ прикупља само отпад на територијама варошице Тополе, једном делу приградског насеља Љубесело и једном делу Божурње. С друге стране, управљање отпадом у селима општине Тополе је поверено предузећу „А.С.А“. Становништво је задужило око 4000 канти и распоређено је око 700 контејнера.

Сакупљање и транспорт отпада ЈКП „Топола“ обавља помоћу аутосмећара Mercedes Axor 18-24. Спецификације овог возила дате су у табели 3.1, док је његов изглед приказан на слици 3.3.

Табела 3.1 – Спецификације аутосмећара

Тип возила	Mercedes Axor 18-24
Тип надоградње	ФАУН – РОТО
Година производње	2010.
Носивост (t)	6.84
Тежина (t)	11.16



Слика 3.3 – Аутосмећар за сакупљање и транспорт отпада

Опремену за сакупљање отпада чине контејнери, канте и кесе. Контејнери су запремине од $1,1 \text{ m}^3$, док кантама одговара запремина од 120 литара.

У самом центру Тополе, као и у оним деловима где се налазе зграде, за складиштење комуналног отпада се употребљавају контејнери. Одређен број контејнера је смештен у привредним и индустријским објектима. У оним деловима где су углавном куће и где нема комерцијалних објеката, отпад се сакупља путем канти, које су у власништву корисника услуга ЈКП „Топола“. Овакав вид складиштења отпада заступљен је на Опленцу. У осталим зонама Тополе, као и у једном делу приградског насеља Љубесело и делу Божурње, сакупљање отпада се врши комбиновано: контејнери, систем канти и кесе.

Прикупљање отпада и његов транспорт врши се свакодневно, у једној смени и у једном циклусу сакупљања (видети Прилог I-VII). Отпад из контејнера се прикупља свакодневно, изузев оних контејнера који се налазе у деловима приградских насеља. Отпад из њих се сакупља онда када се сакупља и отпад из канти у тим зонама. Отпад из канти се прикупља по одређеном распореду рада. Наиме, Топола је подељена на 5 реона, што се канти тиче, и оне се сакупљају од понедељка до петка, заједно са контејнерима. Викендом се врши само пражњење контејнера.

Након што се отпад прикупи, врши се његов транспорт на главну депонију у Тополи. Ово место је познато под именом „Торови“. На депонији се прикупљени отпад трајно одлаже. Депонија је у употреби од 1980. године. Смештена је ван насеља а од центра је удаљена 2,7 километара. Површинског је типа и налази се на месту некадашњег

мајдана а просечна висина депоније износи 12 метара. Депонија није ограђена. Укупна количина депонованог отпада за 35 година постојања депоније процењује се на приближно 168.300 тона.

ЈКП „Топола“ на депонији поседује један трактор гусеничар који након сваког циклуса депонованог отпада континуално распоређује тај отпад. Депонија не поседује компактор смећа, нити колску вагу за мерење сакупљене количине комуналног отпада.

3.1.1. Количина и састав отпада у Тополи

У последњих шест година се на дневном нивоу у просеку генерише 5,75 тона комуналног отпада (1,15 килограма по становнику). На основу дневне количине комуналног отпада, процењена количина на нивоу године износи 2100 тона.

Подаци о саставу комуналног отпада којима се располаже добијени су по методологији за одређивање састава и количине отпада о којој је било речи у делу 1.2.1. Пошто састав отпада варира у различитим деловима општине, анализа морфолошког састава отпада је, према поменутој методологији, вршена у следећим зонама општине:

- Градска зона – индивидуални облик становања
- Градска зона – колективно становање и комерцијална зона
- Сеоска зона у оквиру саме општине

Да би анализа морфолошког састава отпада почела, неопходно је сакупити узорке отпада приближне масе од око 500 килограма. На почетку је вршен одабир оних улица које ће најоптималније описати одређену зону. Затим се у камион празне канте и контејнери. Када се отпад из све три зоне прикупи, врши се његов транспорт до места које је предвиђено за сортирање и анализу. Узорци из ових зона се ручно разврставају према каталогу сортирања отпада (табела 3.2).

Отпад се мери на електронској ваги и вредности које се добијају су ради једноставности и лакшег увида дате у процентима. У току године се раде више мерења јер састав и количина отпада варирају а на њих највише утиче годишње доба. У летњим месецима имамо веће количине генерисаног отпада и другачији морфолошки састав у односу на зимски период.

Табела 3.2 – Разврставање отпада према каталогу разврставања на основу категорија [5]

Редни број	Врста отпада	Примери за врсту отпада
1.	Баштенски отпад	Покошена трава, коров, цвеће, гранчице, гране, лишће, остаци од живе ограде...
2.	Остали биоразградиви отпад	Отпад од хране, угинули пилићи, животињски органи

3.	Папир	Старе новине, огласи и рекламе на папиру, коверте, стара пошта, компјутерска штампа, постери, дневници, свеске, књиге, писма, рачуни...
4.	Стакло	Флаше, стаклене тегле, равно стакло, огледала, сијалице...
5.	Картон	Картонске кутије, кутије од паковања хране, пића, кутије кекса, играчака, кутије за пиво...
6.	Картон са воском	Тетрапак за јогурт, млеко, сокове, шлаг... (у зависности од произвођача)
7.	Картон са алуминијумом	Тетрапак за јогурт, млеко, сокове, шлаг... (у зависности од произвођача)
8.	Метал – амбалажни и остали	Конзерве за храну, алат, метални делови од аутомобила, кухињски прибор, делови бицикла...
9.	Метал – алуминијумске конзерве	Лименке за напитке...
10.	Пластични амбалажни отпад	Пластичне флаше за воду, сокове, сирће, уље, пиво...
11.	Пластичне кесе	Кесе из продавнице, кесе за смеће, кесе од чипса, кесе за сендвиче, омоти од кекса, кесе за замрзнуто поврће...
12.	Тврда пластика	Кутије од јогурта, маргарина, сладоледа, телефонске картице, пластичне играчке, лењири, оловке, четкице за зубе, пластичне кутије, саксије за цвеће, канте, лавори, наочаре за сунце, пластични делови кола...
13.	Текстил	Природна и вештачка влакна, одећа од природних влакана, одећа од синтетичких влакана, кухињске крпе...
14.	Кожа	Кожни делови одеће, каишеви, новчаници, торбе, кожане ципеле, лопте...
15.	Пелене	Пелене за бебе, санитарне пелене...
16.	Фини елементи	Сви остаци отпада који прођу последње сито од 20 mm, прашина, земља, пепео, песак...

Међу десет референтних општина у којима је анализа спроведена налази се и општина Топола. Одређивање морфолошког састава комуналног отпада за Тополу је рађено у периоду од септембра 2008. године до маја 2009. године. Узорци су се узимали само за зону индивидуалног становања. За сеоску зону су узети резултати за Крагујевац јер се сматра да је састав отпада у сеоским зонама Тополе и Крагујевца сличан. Разлог зашто нису узети узорци који припадају градској зони (колективно становање) лежи у

чињеници да је Топола изузетно мала општина па не постоји видљива разлика у саставу отпада према типу становања.

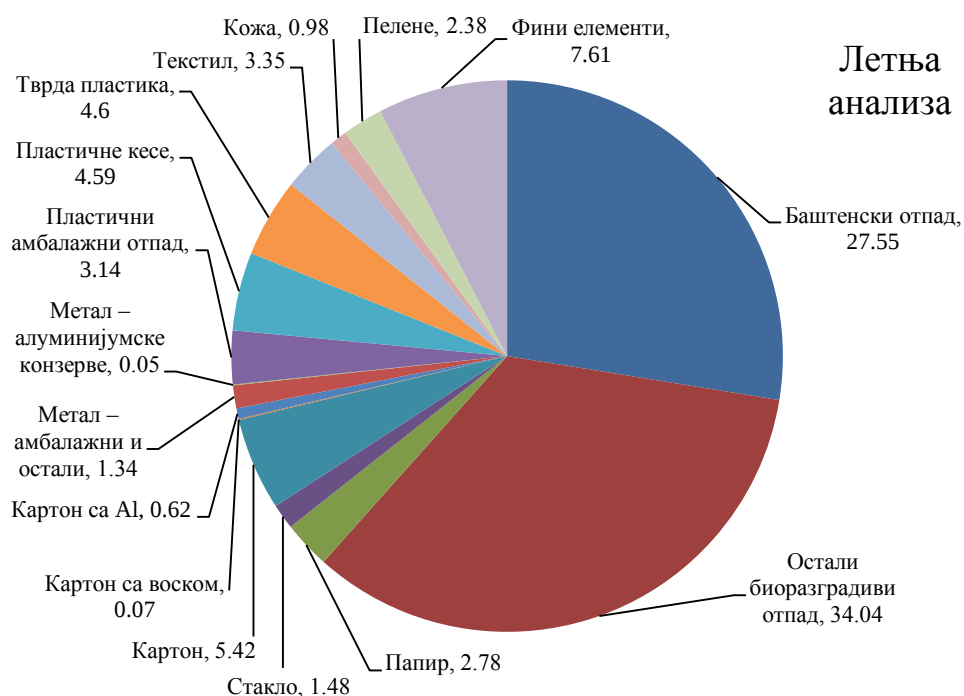
Анализа је рађена за три годишња доба (лето, зима и пролеће). У табели 3.3. су приказани резултати анализе која је спроведена. Резултати су дати у виду процената, по категоријама отпада из каталога сортирања.

Табела 3.3 – Процентуална расподела категорија отпада по секторима у Тополи [12]

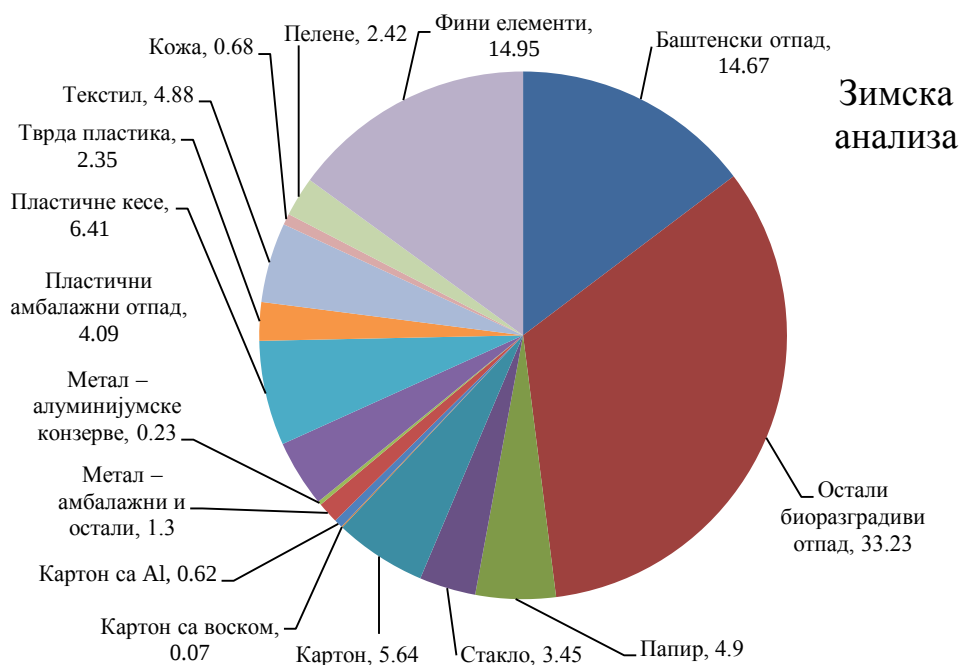
	Сектор становања					
Категорија отпада	Индивидуално			Сеошко		
	17.9.2008.	9.3.2009.	11.5.2009.	17.9.2008.	9.3.2009.	11.5.2009.
Баштенски отпад	6.37	20.08	14.46	33.3	13.2	30.98
Остали биоразградиви отпад	52.28	35.39	24.61	29.06	32.64	23.12
Папир	6.05	2.57	7.24	1.89	5.53	2.11
Стакло	2.15	2.25	7.39	1.30	3.78	2.11
Картон	3.90	3.3	6.66	5.84	6.28	2.28
Картон са воском	0.31	0.53	1.39	0	0.21	0.64
Картон са Al	0.59	0.57	0.29	0.63	0.50	0.58
Метал – амбалажни и остали	0.92	0.23	0.73	1.45	1.59	0.80
Метал – Al конзерве	0.23	0.42	0.63	0	0.18	0.51
Пластични амбалажни отпад	1.89	2.59	5.55	3.48	4.50	2.99
Пластичне кесе	6.84	9.25	6.29	3.98	5.63	5.23
Тврда пластика	2.33	2.29	5.16	5.22	2.37	3.62
Текстил	6.01	1.81	5.82	2.62	5.72	1.53
Кожа	0	0.19	0.54	1.25	0.82	0.90
Пелене	1.58	3.18	3.11	2.6	2.21	9.91
Фини елементи	8.55	15.35	10.15	7.35	14.84	12.68

Графички приказ састава отпада по категоријама, за различита годишња доба у току године, приказан је на сликама 3.4., 3.5. и 3.6. До процента у којој је свака категорија

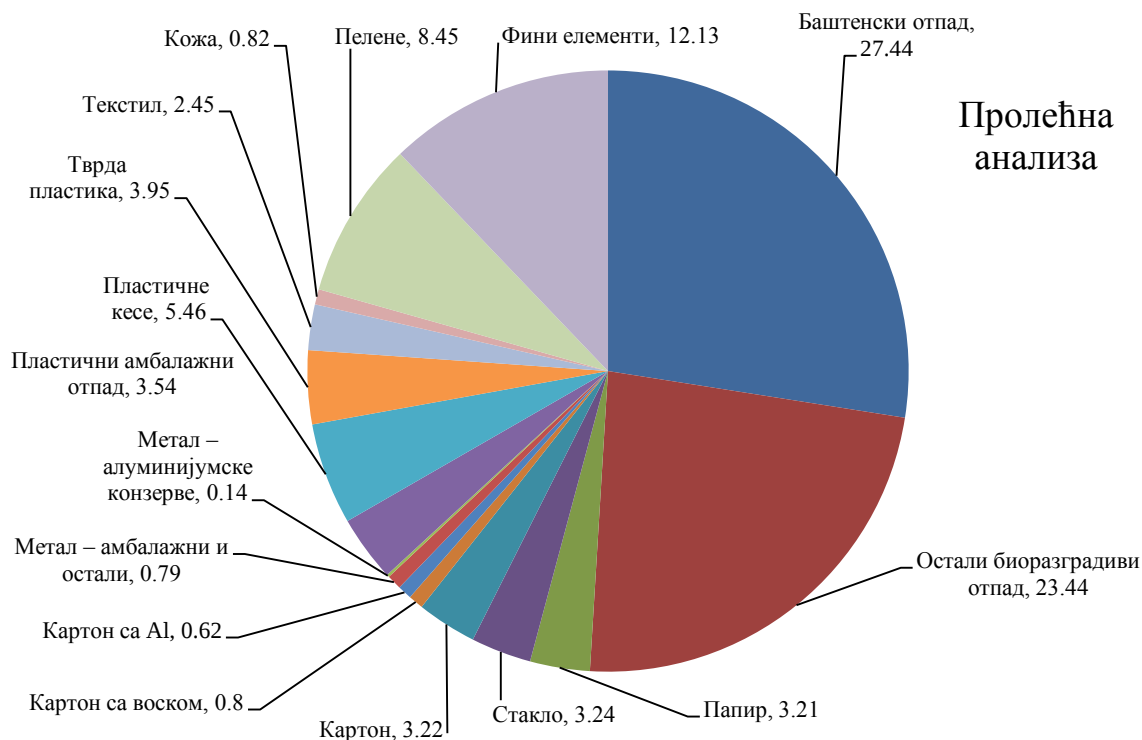
заступљена се долази множењем удела становника из сваког сектора са процентуалним вредностима сваке од категорија отпада. Затим се добијени резултати сабирају.



Слика 3.4 – Састав отпада током летње сезоне [12]

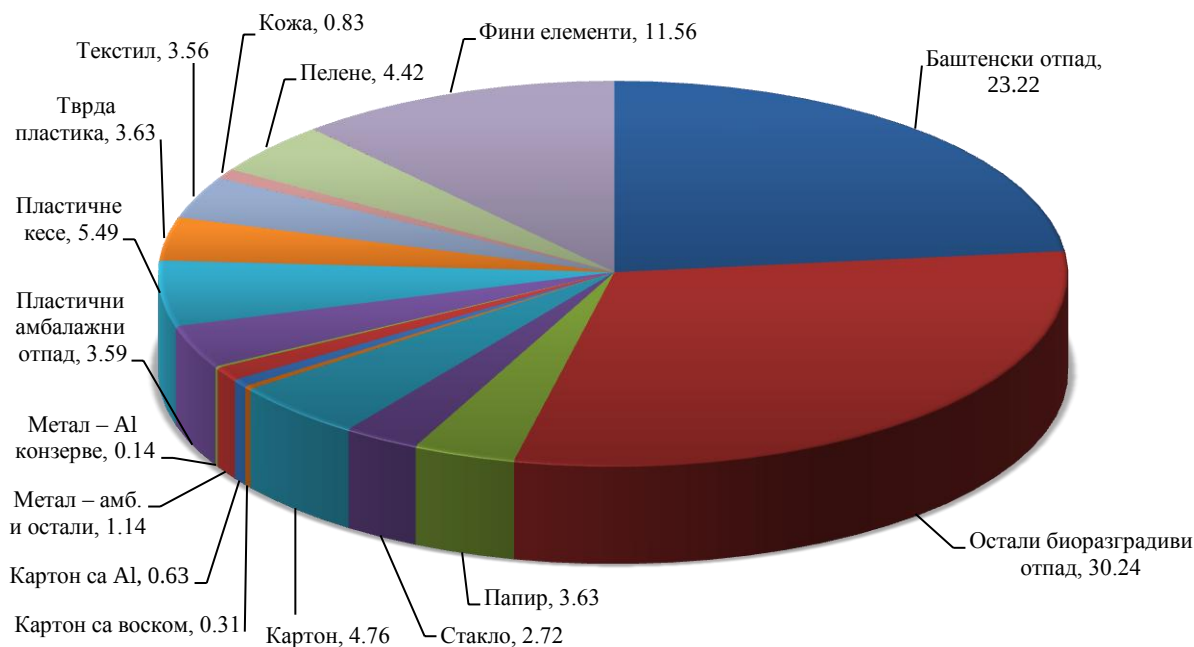


Слика 3.5 – Састав отпада у зимском периоду [12]



Слика 3.6 – Састав отпада у пролећном периоду [12]

Морфолошки састав отпада за целу општину се добија налажењем аритметичке средине три сезонске анализе (слика 3.7).



Слика 3.7 – Морфолошки састав отпада у Тополи [12]

Из табеле 3.3. и слике 3.7. где је приказан морфолошки састав комуналног отпада на територији целе општине Тополе, може се видети да више од половине укупног отпада чине баштенски отпад и остали биоразградиви отпад. Баштенски отпад има највеће варијације у зависности од средине, па је његова заступљеност знатно већа у сеоском окружењу него у градском делу.

На трећем месту по заступљености се налазе фини елементи са просечним процентуалним уделом од око 12%. Током летње сезоне станови и куће не користе енергенте (на пример, угаљ и дрва) за загревање просторија па не долази до појаве пепела. У fine елементе се убрајају оне честице које су мање од 20 mm, као што су песак, прашина, земља и друге.

Папир, картон и стакло имају већи удео у сектору градског становања него у сеоској зони. Разлог за тако нешто лежи у чињеници да се у варошици Тополи налази знатно већи број продавница и осталих комерцијалних објеката него у сеоским зонама.

4. Оптимизација процеса сакупљања и транспорта отпада на територији општине Тополе

Из разлога што су сакупљање и транспорт отпада најскупљи сегменти у укупним трошковима система управљања отпадом, неопходно је обавити детаљно истраживање система и пронаћи начин да се он унапреди.

Да би се оптимизација извршила неопходно је да се остваре предуслови. Први предуслов јесте формирање базе података о местима прикупљања отпада зато што Топола не поседује базу података о местима прикупљања у дигиталној форми. Други предуслов је формирање базе података о путањама комуналног возила. Да би се ова два предуслова остварила потребно је снимити све локације контејнера и канти, као и путање камиона. Трећи предуслов је креирање мреже улица јер Топола не поседује мрежу улица у дигиталном облику.

4.1. Опрема за снимање карактеристика процеса сакупљања и транспорта отпада

Како би се прикупили сви потребни подаци и формирале базе података, коришћен је мерни уређај Garmin Colorado 300. Изглед овог уређаја дат је на слици 4.1.

Garmin Colorado 300 је GPS уређај који је водоотпоран по IPX7 стандарду [13]. Кућиште му је веома робусно и обложено гумом. Отпоран је на падове и ударце. Једна од ствари које се прво примете на овом уређају јесте велики, колор екран, који има дијагоналу од 7,6 cm. Поседује велику резолуцију због чега мапа која се налази на екрану увек изгледа прегледно.



Слика 4.1 – Garmin Colorado 300 [14]

Централно место заузима четири-дигитални тачпад, чијим се окретањем бира ставка, како са главног, тако и са помоћних менија. У оквиру круга су скривени класични курсорски тастери и притискањем неког од смерова круга може се управљати уређајем. Када је реч о квалитету

пријема, може се рећи да је изузетан. Чак и у зиданим објектима овај уређај ће „хватати“ и по неколико сателита, уз прецизност бољу од 20 метара. На отвореном „хвата“ бар по 6-7 сателита, одржавајући у већини случајева тачност од 3-5 метара [13]. Може се рећи да су пријемници високе осетљивости и са моћном *quad-helix* антеном чине савршен спој.

У табели 4.1 приказане су спецификације GPS уређаја Garmin Colorado 300.

Табела 4.1 – Спецификације уређаја Garmin Colorado 300

Техничка спецификација	
Димензије:	6.0 x 13.9 x 3.5 cm
Димензије екрана:	3.8 x 6,3; 7.6 cm дијагонала
Резолуција екрана:	240 x 400 тачака
Тип дисплеја:	Трансфлексивни колор TFT
Маса:	207 g (са батеријама)
Напајање:	2 AA или 2 NiMH батерије
Водоотпорност:	Да
Пријемник високе осетљивости:	Да
РС интерфејс:	USB
Мапе и меморија	
Базна мапа (светска):	Да
Преинсталација мапе:	Не
Могућност учитавања мапе:	Да
Интерна меморија:	384 MB
Меморијске картице:	SD формат
Waypoint тачке:	1000
Број рута у меморији:	50
Могућности	
Аутоматско рутирање:	Да
Електронски компас:	Да
Барометарски висиномер:	Да
Календар:	Да
Информације о Сунцу и Месецу:	Да
Табела плиме и осеке:	Да
Калкулација површине:	Да

На слици 4.2 приказани су делови који чине спољашњи изглед GPS уређаја Garmin Colorado 300.

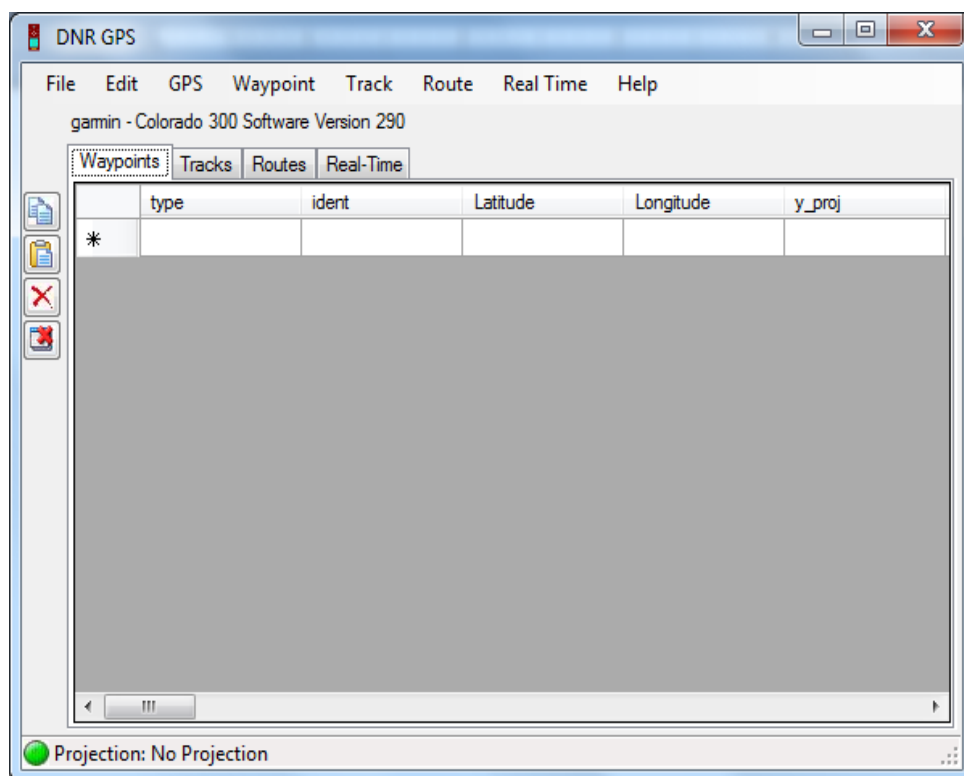


Слика 4.2 – Изглед уређаја Garmin Colorado 300

Како би се снимљени подаци користили у GIS-у, потребно је да њихов формат буде адаптиран захтевима GIS-а. За ту намену је коришћен софтвер DNRGps. Он служи да изврши конверзију података, односно, да податке добијене мерном опремом прилагоди оном формату који GIS препознаје.

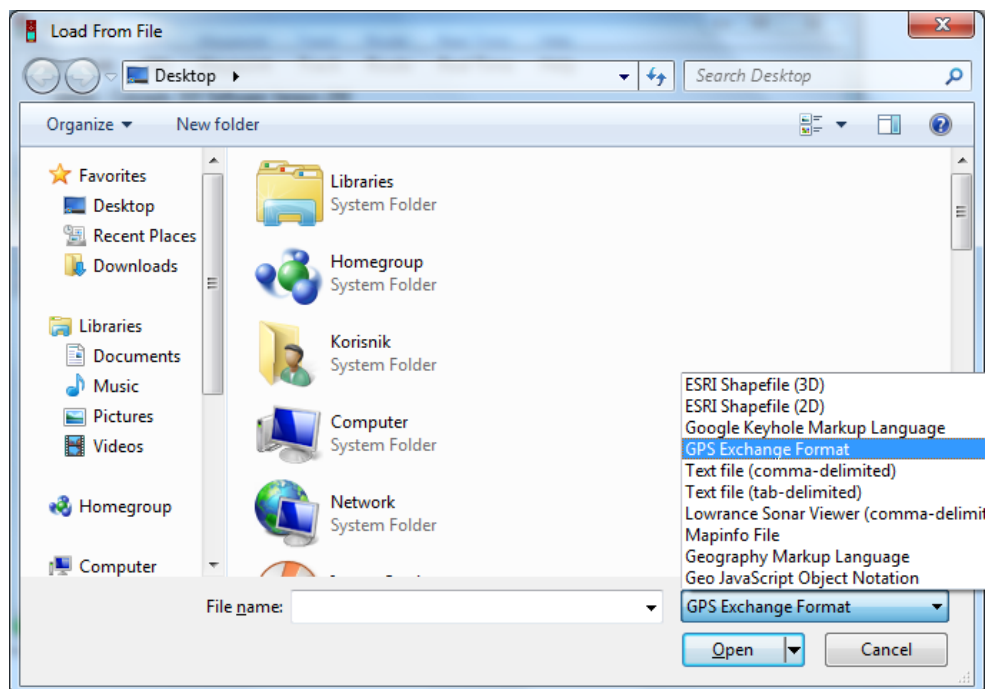
4.2. Софтвер DNRGps

DNRGps представља софтвер који корисницима обезбеђује могућност трансфера података између ручног GPS уређаја и GIS апликација. Приликом покретања овог софтвера појављује се радно окружење које је приказано на слици 4.3. Такође, са слике се може видети да је уређај Garmin Colorado 300 преко USB порта повезан са рачунаром. На тај начин се могу „скинути“ карактеристичне тачке и путање комуналног возила и потом сачувати у екстензији коју ће GIS софтвер моћи да прикаже. То се постиже преко опције *Waypoint*, након чега се отвара листа на којој треба активирати опцију *Download*.



Слика 4.3 – Радно окружење софтвера DNRGps

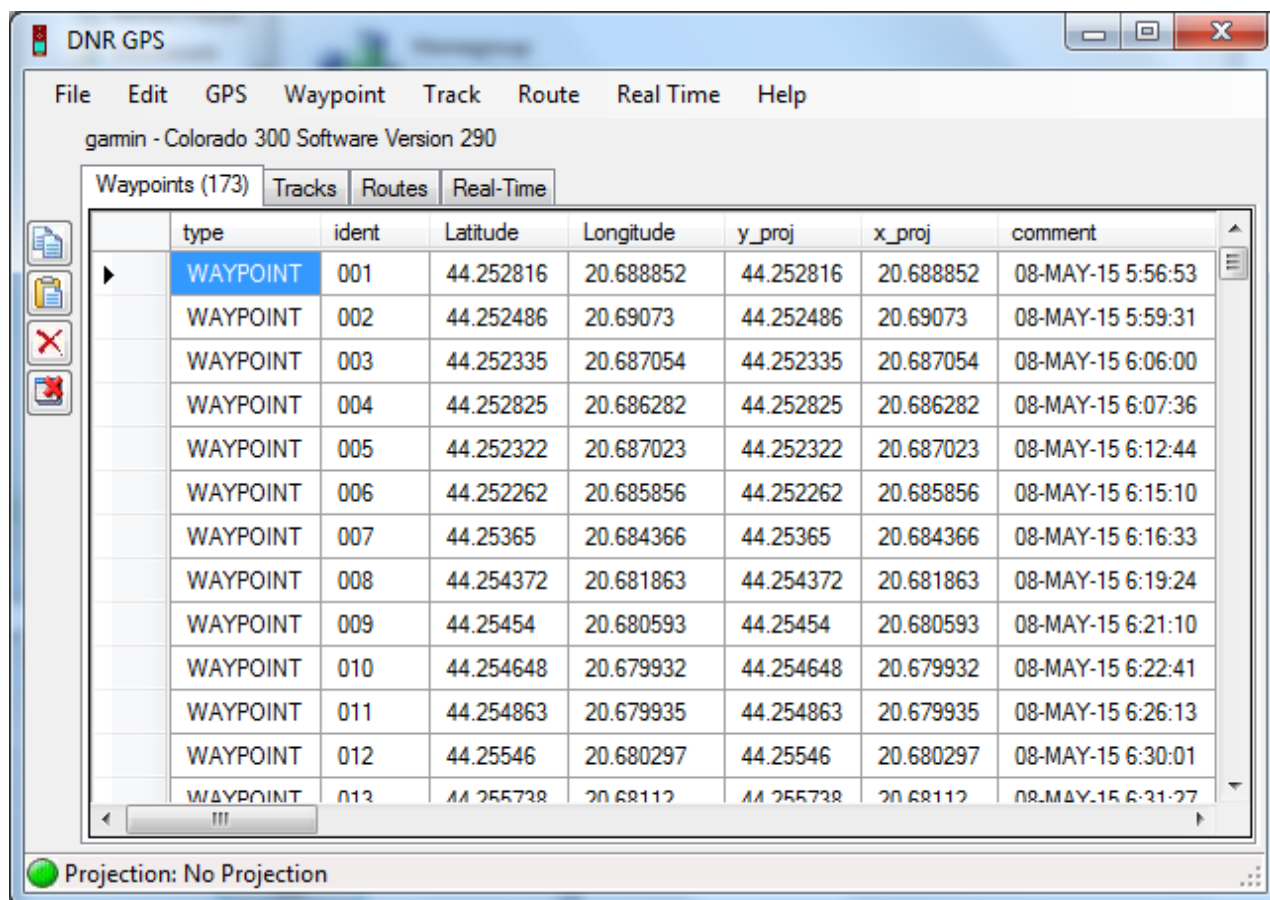
Постоји још једна опција учитавања карактеристичних тачака и путања возила и то преко покретања већ сачуваног фајла у MapSource-у. Пратећи путању *File > Load From > File* отвара се прозор који је дат на слици 4.4.



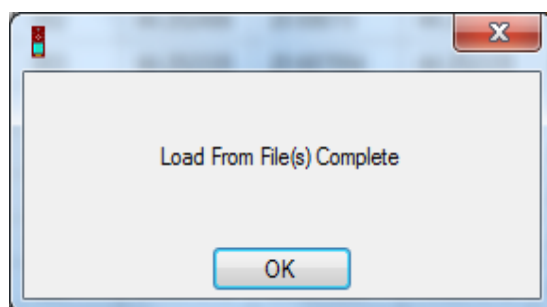
Слика 4.4 – Учитавање MapSource фајла

Како би DNRGps препознао екстензију фајла који је претходно сачуван у MapSource-у, потребно је изабрати опцију *GPS Exchange Format* и затим кликнути на *Open*.

Отвара се нов прозор са учитаним карактеристичним тачкама (Waypoints) који је приказан на слици 4.5. Дате су карактеристике сваке тачке, заједно са датумом и временом кад је извршено снимање GPS-ом. Поред овог прозора отвара се још један (слика 4.6) који поручује да је извршено учитавање тачака.

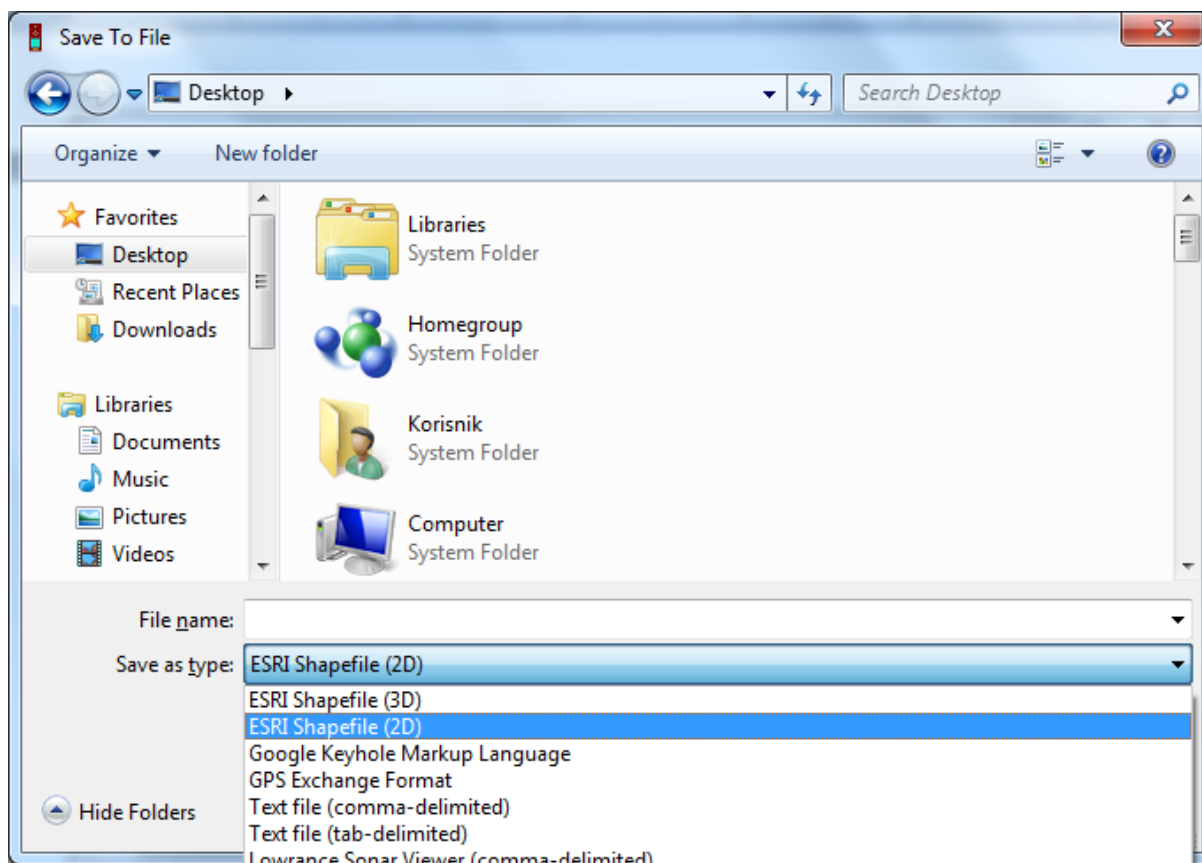


Слика 4.5 – Учитавање карактеристичних тачака

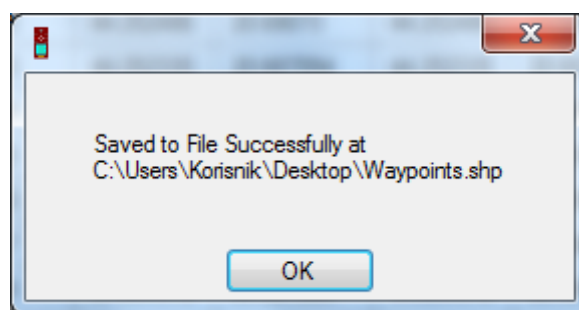


Слика 4.6 – Означавање краја учитавања тачака

Када су карактеристичне тачке уčitане у софтвер, приступа се њиховом чувању. Пратећи путању *File > Save To > ArcMap > File* отвара се прозор (слика 4.7) у коме је неопходно да се као *Save as type* изабере *ESRI Shapefile (2D)*. На тај начин ће фајл моћи да се без проблема учита у GIS софтвер. Као потврда да је чување фајла успешно завршено, појављује се прозор приказан на слици 4.8.



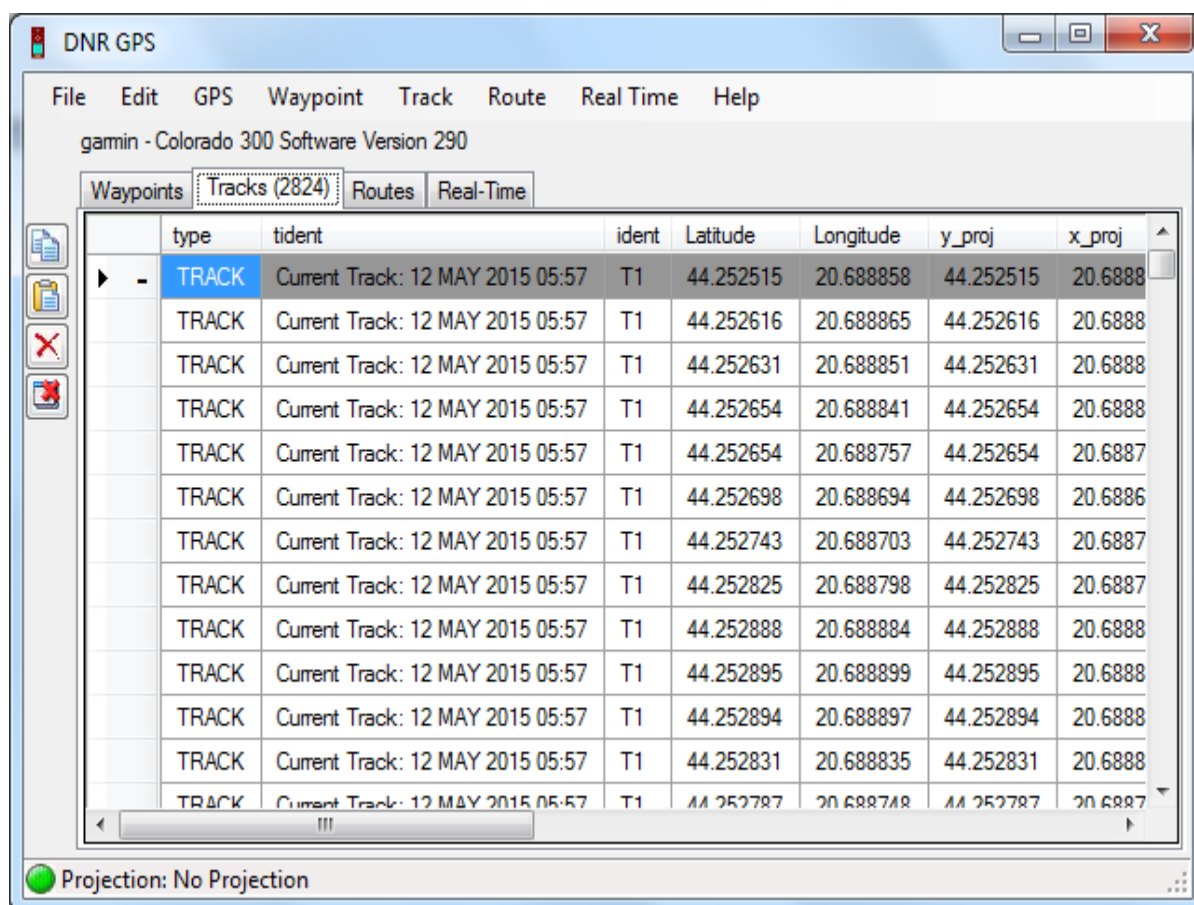
Слика 4.7 – Подешавање фајла захтевима GIS апликација



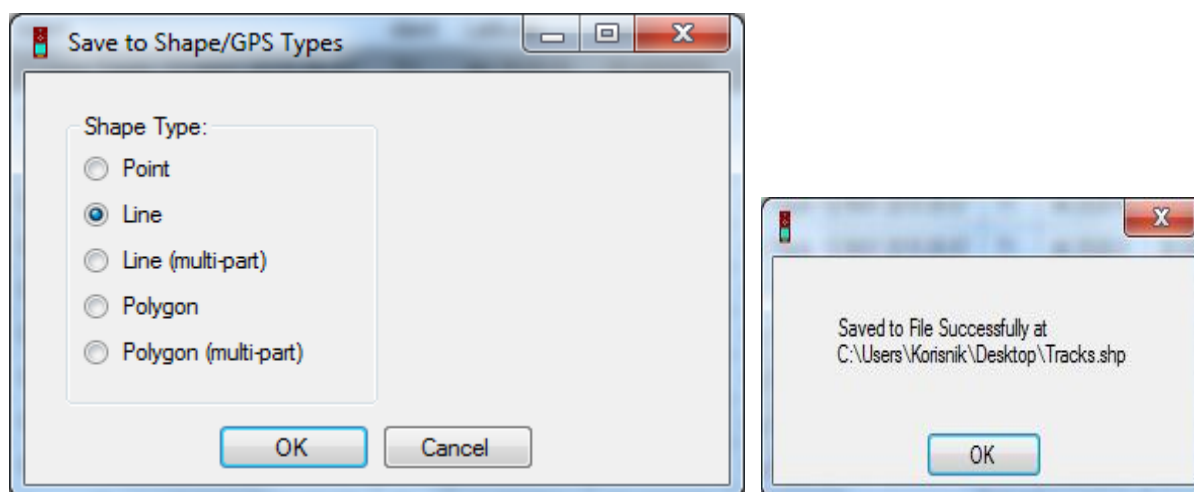
Слика 4.8 – Успешно сачуван фајл

Када се ради о конвертовању снимљених путања комуналног возила, процедура је потпуно иста као и за претходни случај. Након учитавања путање (слика 4.9) приступа се

чувању фајла. Једина разлика је та што се након већ поменутих корака приликом чувања појављује прозор који је дат лево на слици 4.10. Потребно је изабрати опцију *Line*.



Слика 4.9 – Учитана путања комуналног возила



Слика 4.10 – Чување фајла прилагођеног GIS-у

4.3. Прикупљање података о инфраструктури градског система за сакупљање и транспорт комуналног отпада

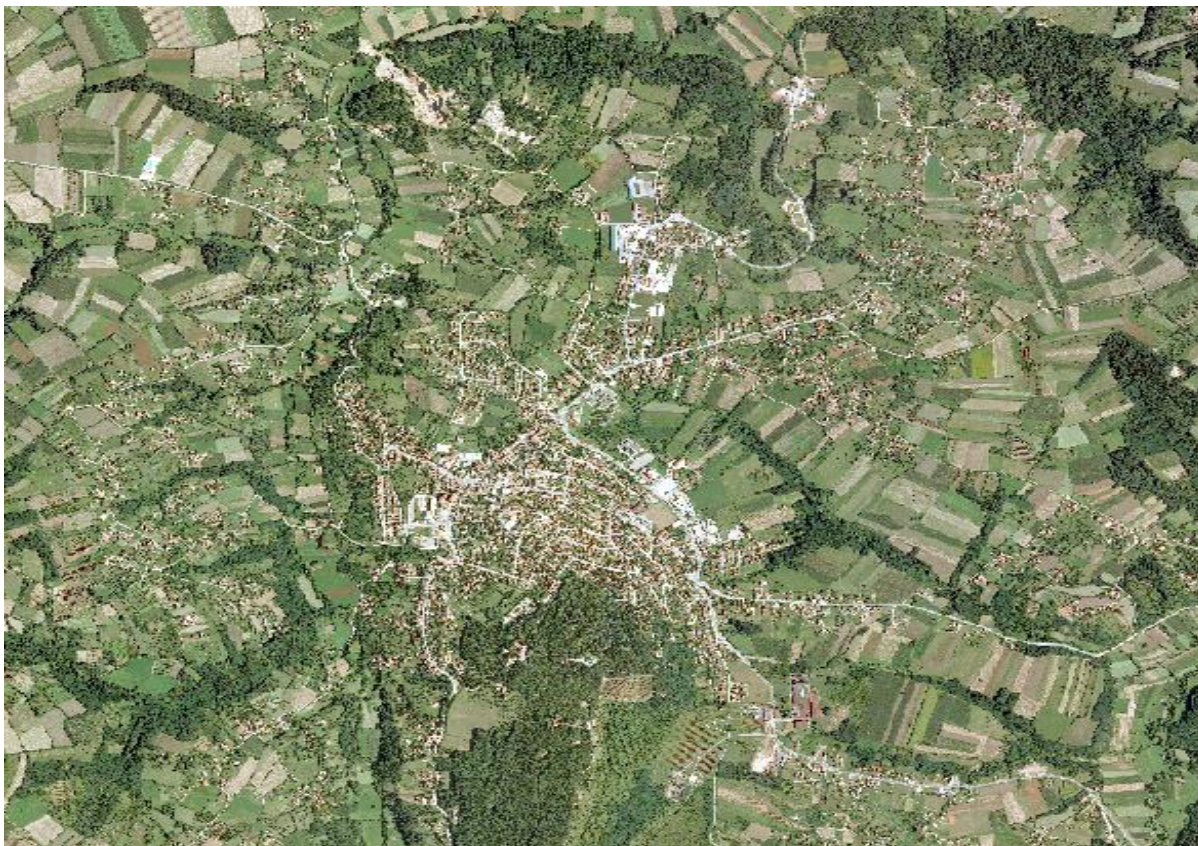
У делу 2.2.1.4. било је речи о подацима као компоненти географског информационог система. Да би се подаци о инфраструктури градског система за сакупљање и транспортовање комуналног отпада прикупили коришћена је мерна опрема, описана у делу 4.1, као и адекватни софтвери.

За потребе рада у GIS софтверу, неопходно је следеће:

- Ортофото мапа
- Мрежа улица
- База података о местима сакупљања отпада
- База података о путањама комуналног возила

4.3.1. Ортофото мапа

Ортофото мапа Тополе (слика 4.11) је преузета од „Дирекције за изградњу општине Топола“. Мапа је настала авионским снимањем и састоји се од 4 фајла која су у TIFF формату.



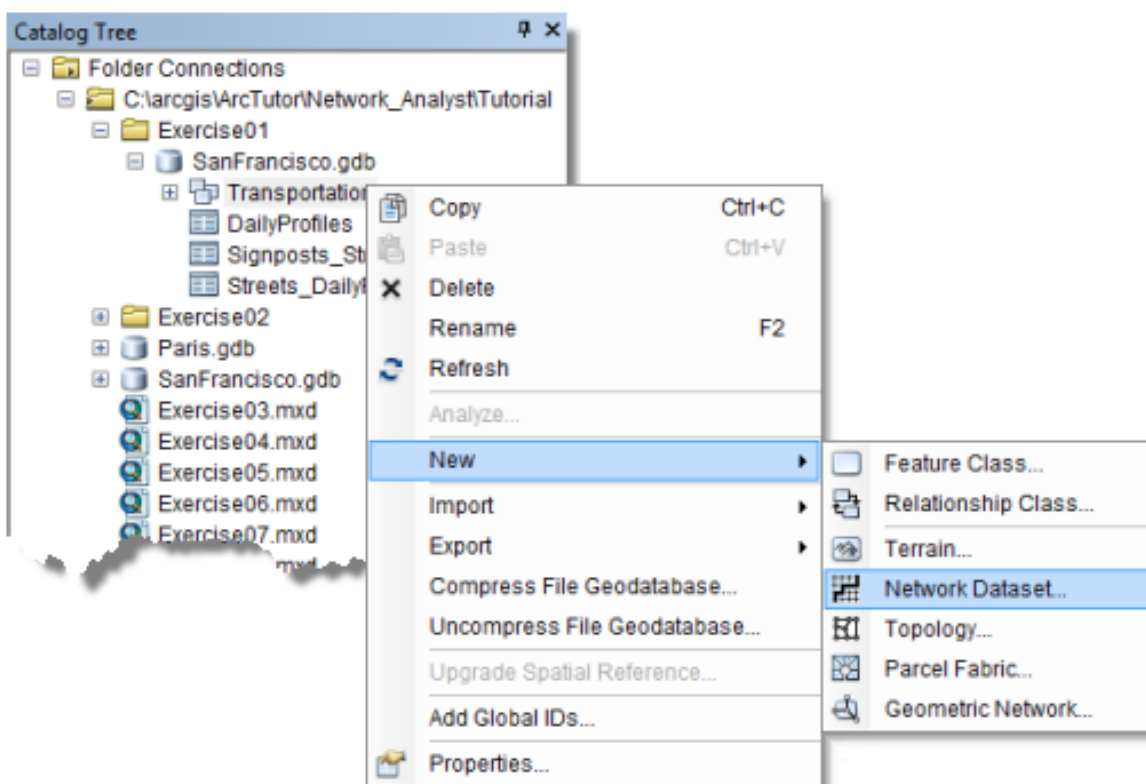
Слика 4.11 – Ортофото мапа Тополе

Када се врше анализе у GIS-у, ортофото мапа се учитава као позадински лејер и има функцију да прикаже елементе у простору. На тај начин је олакшан рад у софтверу. Такође, ортофото мапа даје оријентацију уколико је неопходна додатна прерада мреже улица, то јест, накнадно учртавање оних улица које нису постојале у време када је мрежа улица рађена.

4.3.2. Мрежа улица

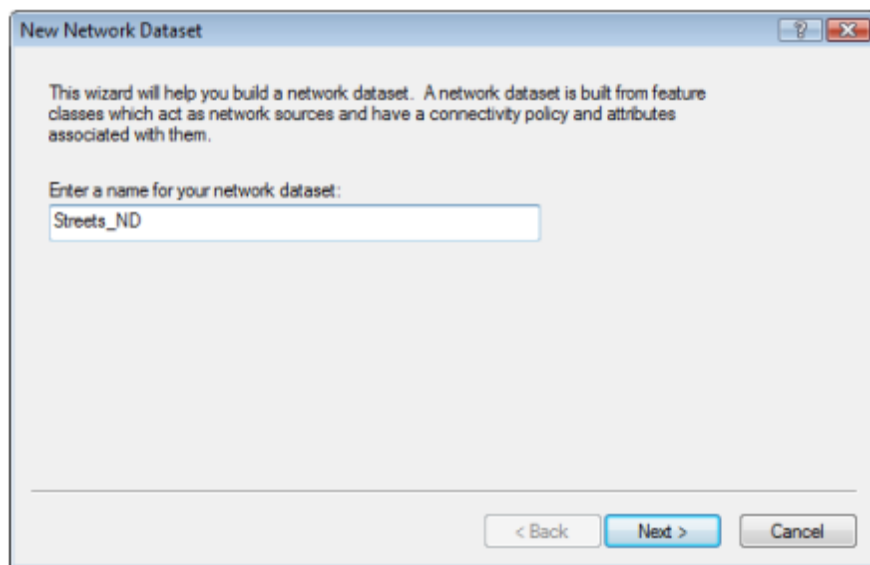
У недостатку мреже улица у општини Топола, креирана је мрежа улица са свим улицама у Тополи, као и земљаним путевима који су у склопу околних преградских насеља. Као позадински лејер је послужила ортофото мапа. На основу ове мапе је у ArcGIS-у креирана мрежа улица, уз помоћ GPS података са уређаја.

Пратећи путању *Transportation > New > Network Dataset*, приказану на слици 4.12, почиње креирање мреже улица.



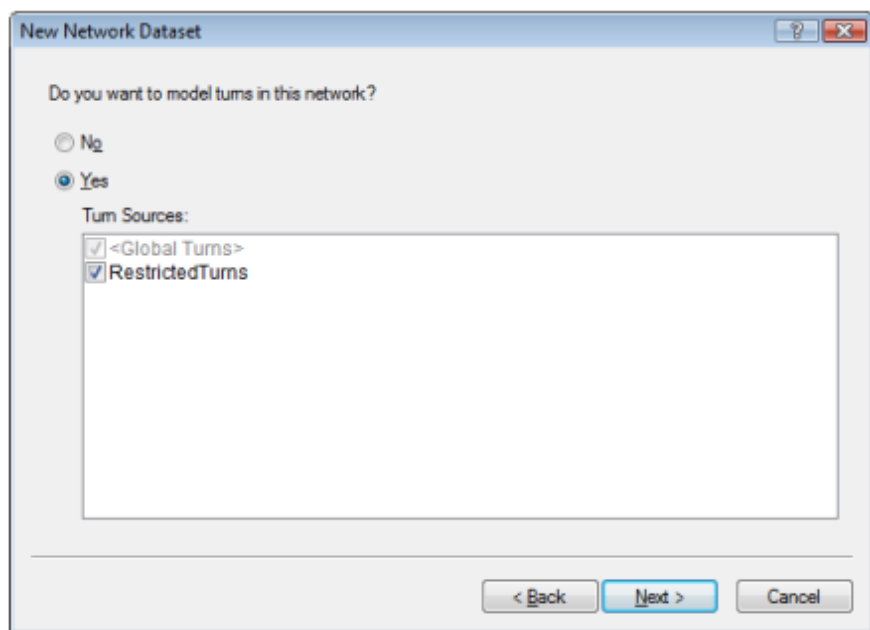
Слика 4.12 – Нова мрежа улица

Кликом на *Network Dataset* отвара се нов прозор који је приказан на слици 4.13. У понуђеном пољу неопходно је унети име мреже улица.



Слика 4.13 – Бирање имена за мрежу улица

Потврдом на *Next* отвара се нов прозор у коме је потребно означити ограничење у виду забране окретања, као што је приказано на слици 4.14.

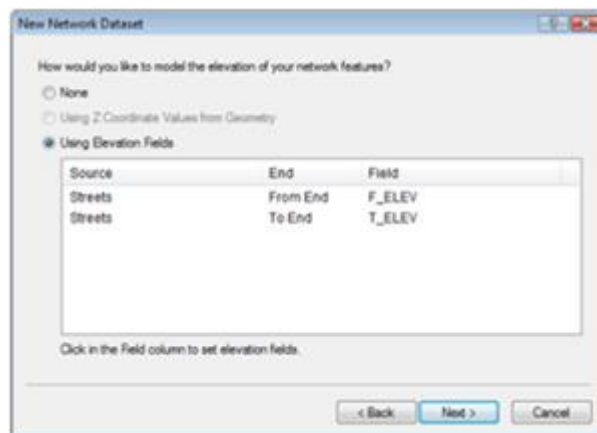


Слика 4.14 – Забрана окретања

Поновним кликом на *Next* долази се до повезивања модела и мреже (слика 4.15). Пратећи даље кораке отвара се прозор који је дат на слици 4.16. Потребно је изабрати опцију *Using Elevation Fields* и кликнути на *Next*.

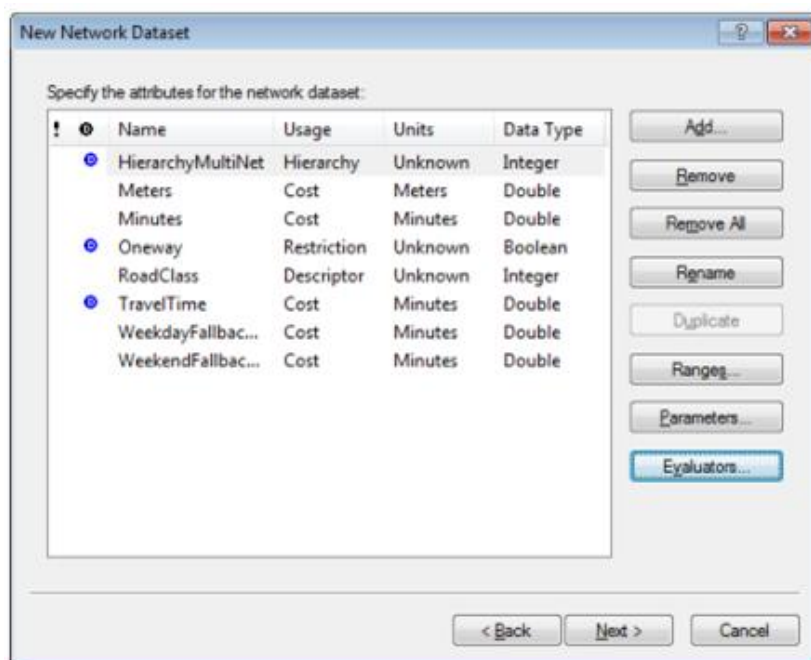


Слика 4.15 – Повезивање модела са мрежом



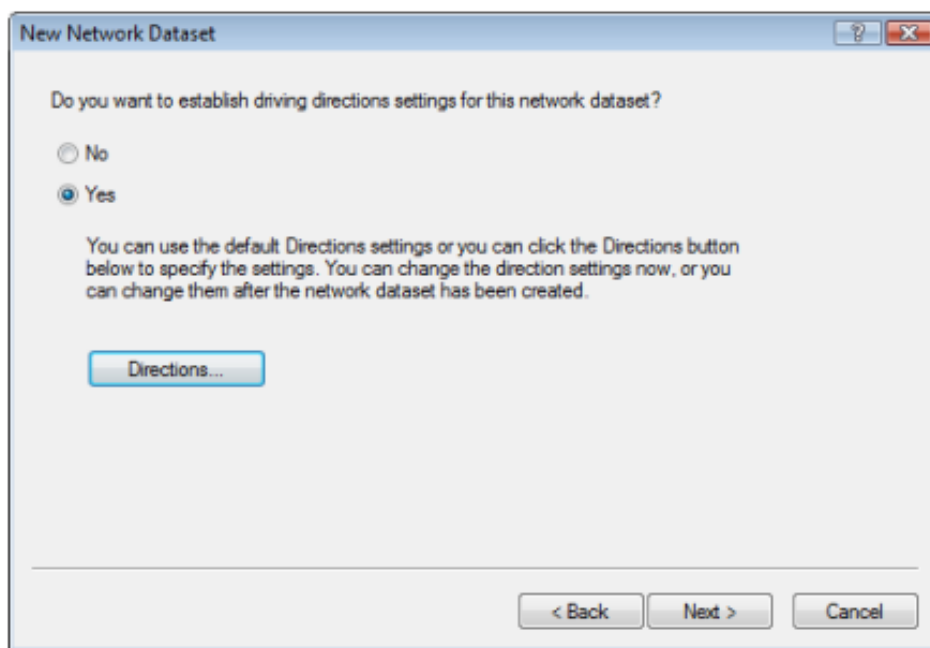
Слика 4.16 – Elevation

Следећи корак јесте подешавање атрибута мреже улица (слика 4.17). Атрибути мреже представљају особине мреже а уобичајене су *Meters*, *Minutes* (FT_Minutes и TF_Minutes) и *Oneway*. Карактеристике ових атрибута могуће је видети кликом на опцију *Evaluators*.

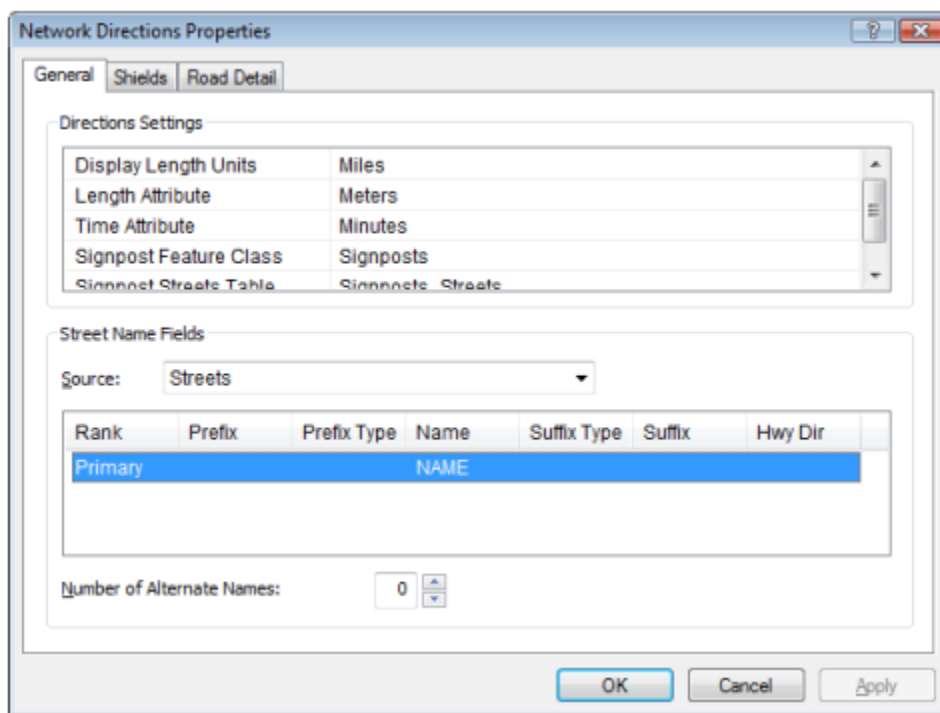


Слика 4.17 – Атрибути мреже

Затварањем прозора у коме су приказани атрибути мреже улица и кликом на *Next*, отвара се ново поље. Неопходно је изабрати опцију *Yes* и кликнути на *Directions* (слика 4.18). Након тога се отвара прозор који је дат на слици 4.19.

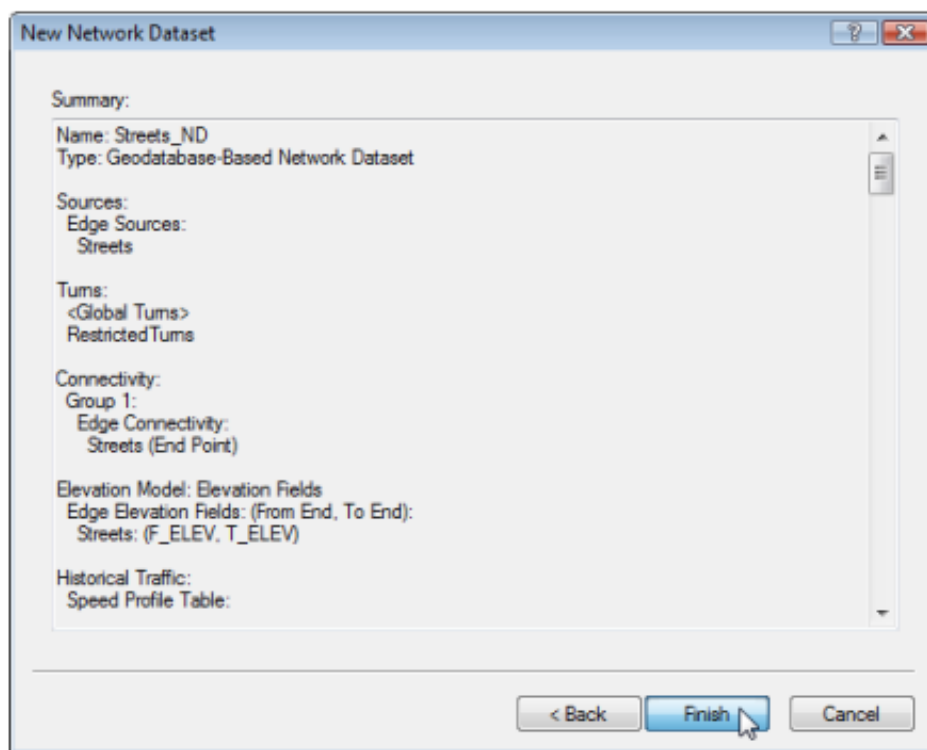


Слика 4.18 – Directions

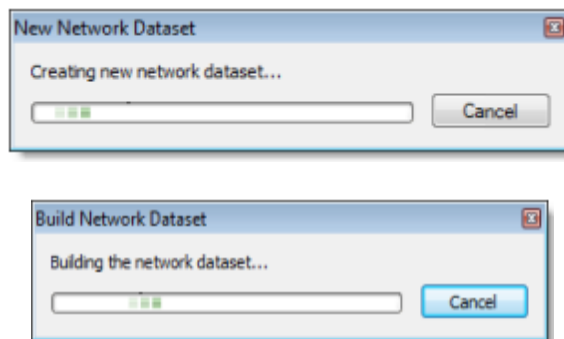


Слика 4.19 – Network Directions Properties

Потврдом на *ОК* отвара се прозор који је приказан на слици 4.20. Да би мрежа улица била креирана неопходно је кликнути на *Finish*. Након тога почиње креирање мреже (слика 4.21).

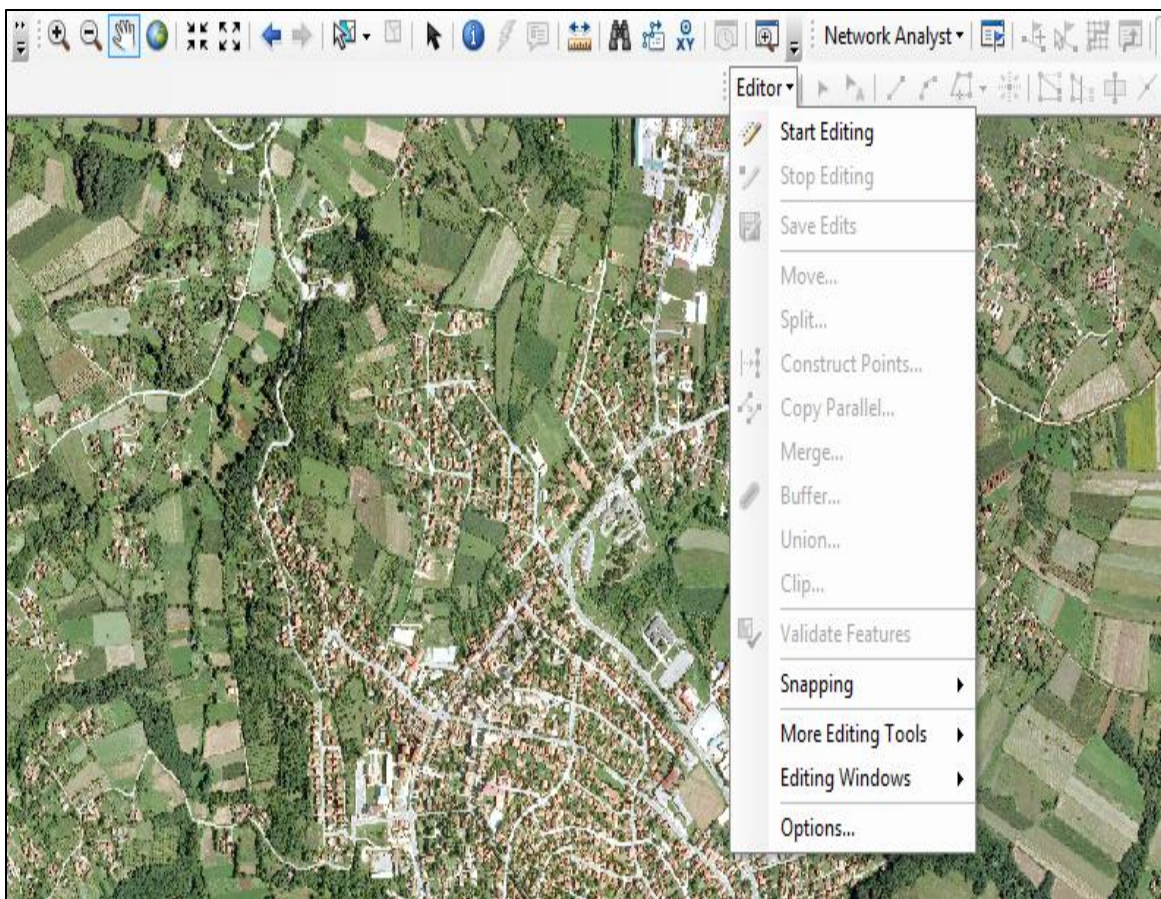


Слика 4.20 – Враћање на New Network Dataset



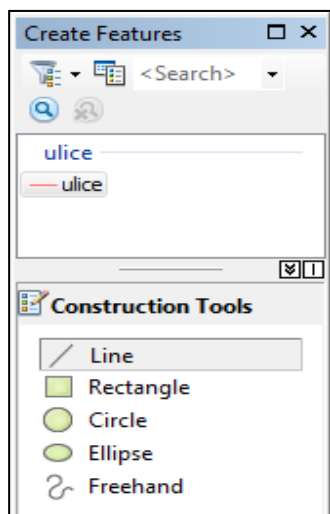
Слика 4.21 – Креирање мреже улица

Нова мрежа се аутоматски додаје у *ArcCatalog* и може се почети са уцртавањем улица. Уцртавање улица почиње активирањем едитора и бирањем опције *Start Editing* из падајућег менија (слика 4.22).



Слика 4.22 – Стартовање едитора за почетак уцртавања улица

Након тога отвара се прозор *Create Features* у коме је потребно изабрати опцију *Line*. Други алати који се налазе у оквиру овог прозора јесу алати за цртање кругова, елипса, квадрата и слободних, кривих линија (слика 4.23).



Слика 4.23 – Алати за цртање



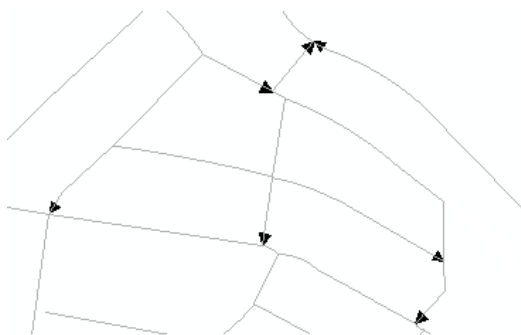
Слика 4.24 – Уцртавање улица

Повлачењем линија преко ортофото мапе уцртавају се улице. Једна таква улица је приказана на слици 4.24. Сви алати неопходни за уцртавање улица дати су на слици 4.25.



Слика 4.25 – Палета алата за цртање улица

Свакој улици се додељују одговарајући атрибути који је карактеришу. То су, најпре, име улице и њена дужина изражена у метрима. Она се прерачунава након уцртавања улице и формирања мреже. Поред тога, неопходно је унети време које је потребно камиону да прође кроз одговарајућу улицу. Посебно се уноси за оба смера кретања. Време које треба унети је изражено у минутима. У мрежи улица морају бити означене једносмерне улице, а све у циљу да би решење добијено симулацијом могло да се примени у стварном саобраћају. То се постиже додавањем новог атрибута. Код једносмерних улица, битан је смер уцртавања (слика 4.26).



Слика 4.26 – Смерови уцртавања улица

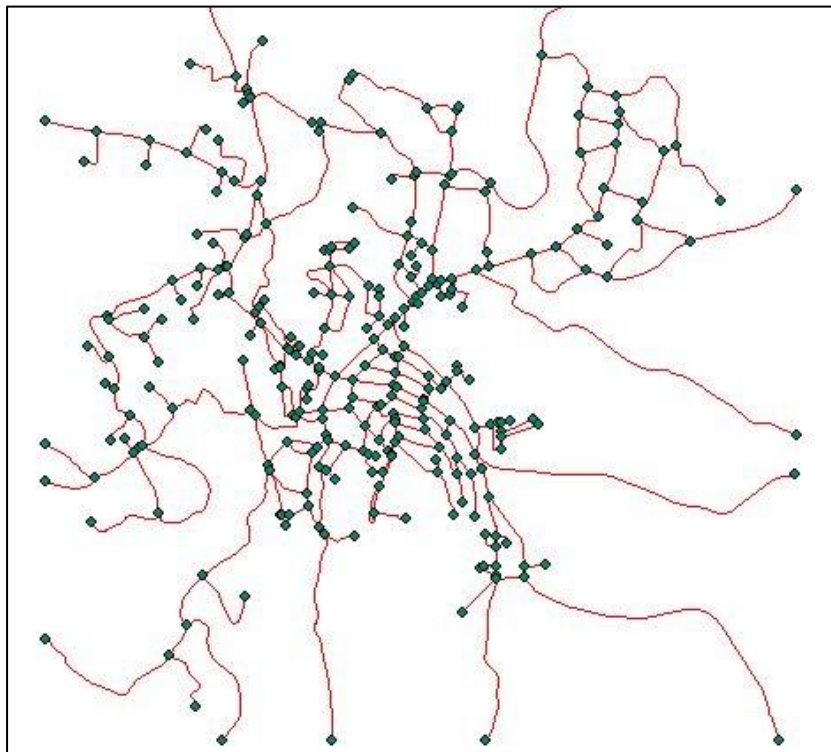
Уколико је једносмерна улица цртана у смеру у ком се налази у стварности, код атрибута „*Oneway*“ (једносмерна улица) се уписује „FT“. У супротном случају пише се „TF“. Атрибути неких улица приказани су на слици 4.27.

NAME	FT_Minutes	TF_Minutes	Oneway	SHAPE_Length	meters	elevation
Vladike Nikolaja Velimirovica	0.654973	0.654973	<Null>	218.105943	218.105943	<Null>
1300 Kaplara	0.650733	0.650733	FT	216.69411	216.69411	<Null>
Pop Luke Lazarevica	1.033392	1.033392	<Null>	344.119446	344.119446	<Null>
Prvog Ustanka	3.403132	3.403132	<Null>	1133.242972	1133.242972	<Null>
Bulevar vozda Karadjordja	3.056439	3.056439	<Null>	1017.794089	1017.794089	<Null>
Krajiskih brigada	1.117848	1.117848	<Null>	372.243326	372.243326	<Null>
Kamenicka	1.043222	1.043222	FT	347.392941	347.392941	<Null>
Svetozara Djordjevica	0.643598	0.643598	FT	214.318094	214.318094	<Null>
Zemljani put 7	0.308541	0.308541	<Null>	102.744089	102.744089	<Null>

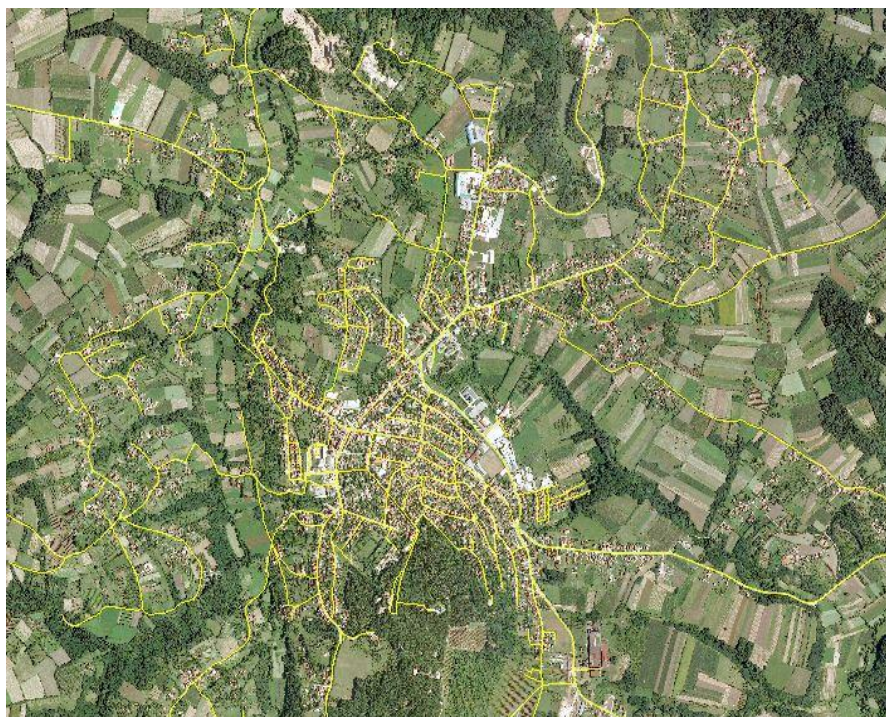
Слика 4.27 – Атрибути улица

Након уцртавања свих улица, неопходно их је повезати и добити „чворове“ који представљају места где се сегменти улица међусобно спајају и места где се улице завршавају. То се постиже преко алата  (*Build Network Dataset*). Као резултат овога,

добија се мрежа улица са свим „чворовима“ (слика 4.28). На слици 4.29 дата је мрежа улица са ортофото мапом Тополе.



Слика 4.28 – Мрежа улица са „чворовима“



Слика 4.29 – Мрежа улица са ортофото мапом

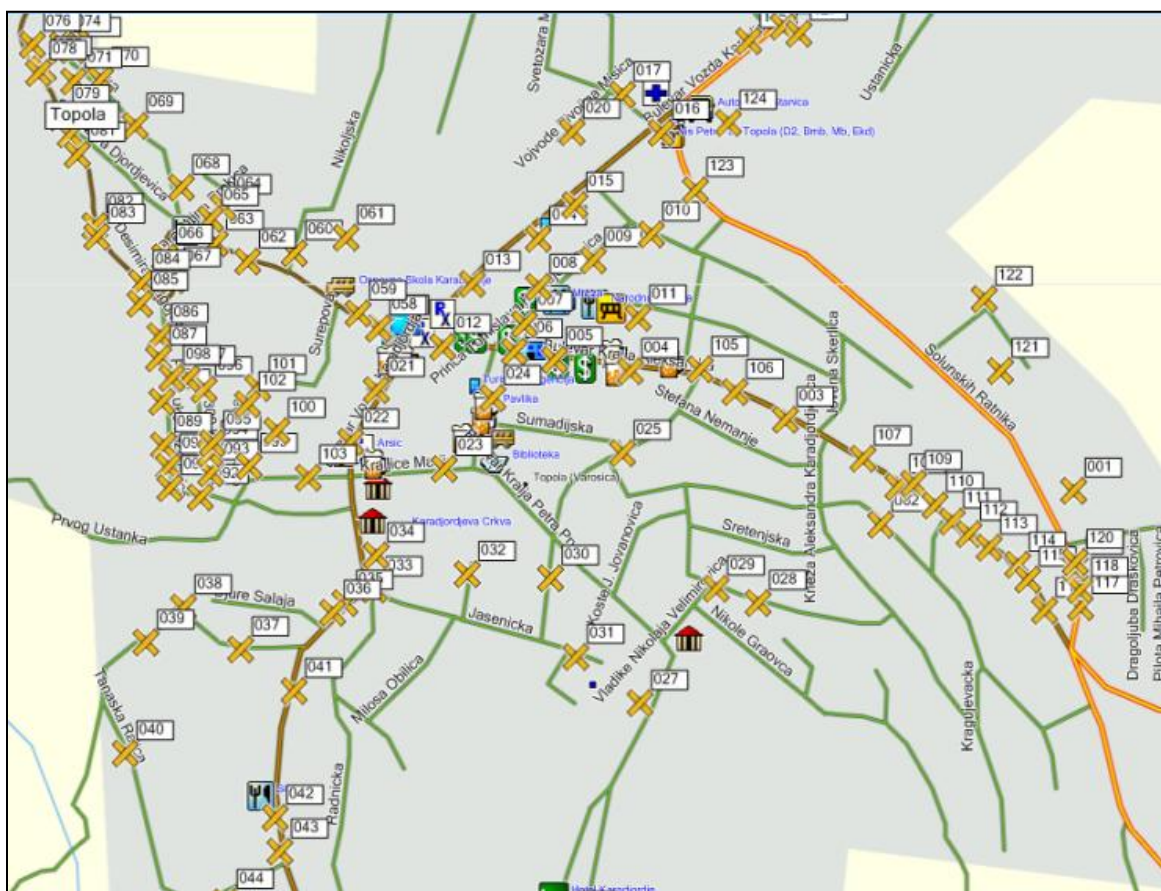
4.3.3. Просторна база о местима прикупљања отпада

Како би се покренула оптимизација процеса сакупљања комуналног отпада, неопходно је имати евиденцију о свим местима прикупљања. Због непостојања базе података о местима прикупљања отпада у дигиталном облику, све локације контејнера и канти морају да се сниме. Формирање базе података о местима прикупљања отпада трајало је седам дана, а у процесу снимања коришћена је раније описана мерна опрема. Снимање је обављено у кабини аутосмеђара ЈКП-а, за време трајања редовних рута.

Након снимања материјала врши се његово конвертовање у екстензију коју GIS може да подржи а потом се може урадити оптимизација процеса сакупљања отпада.

Бази података је могуће приступити на више начина. Један од њих је директно кроз Гарминов MapSource јер се база налази у изворном облику *gdb* (GarminDataBase). Када се фајл учита може се приказати распоред места прикупљања, као што је приказано на слици 4.30.

База мора да испуни све критеријуме GIS апликација. Због тога мора да се прилагоди националном референтном координатном систему јер је коришћен светски систем WGS 84.



Слика 4.30 – Приказ места прикупљања контејнера и канти на дигиталној мапи града

У табели 4.2. приказане су улице у којима се врши прикупљање канти по данима када се сакупљање врши, као и број канти и контејнера који се прикупе. Преглед опреме за сакупљање отпада приказан је у табели 4.3.

Табела 4.2 – Списак улица у којима се прикупљају канте, број канти и контејнера по данима када се врши сакупљање отпада

Дан	Улице	Број испражњених канти	Број испражњених контејнера
Понедељак	Крајишких бригада Каменичка Светозара Ђорђевића Поп Луке Лазаревића 1300 каплара Карађорђева Танаска Рајића Булевар краља Александра Николе Тесле	168	107
Уторак	Ђурђевданска – лева страна Стефана Немање Шумадијска 12. октобра Косте Јовановића Арх. Алексеја Јовановића Сретењска Опленачка Николе Граовца Војводе Путника Доситејева Деспота Стефана Лазаревића	203	87
Среда	Булевар војда Карађорђа Душана Радовића Светозара Марковића Војводе Петра Бојовића Милутина Тодоровића Никољска Михајла Петровића Аласа	162	89
Четвртак	Авенија краља Петра Краљице Марије Ђурђевданска – десна страна Јасеничка Милоша Обилића Рудничка Кнеза Александра Карађорђевића Крагујевачка	155	96

Петак	Миливоја Петровића Блазнавца Радоја Домановића Јована Скерлића Иве Андрића Пилота Зорана Томића Милована Миловановића	156	86
Субота	/	/	92
Недеља	/	/	94
Σ		844	

Табела 4.3 – Опрема за сакупљање отпада

Редни број	Опрема за сакупљање отпада	Број комада опреме
1.	Контејнери запремине 1,1 m ³	180
2.	Канте запремине 120 l	844
3.	Кесе (на месечном нивоу)	600

4.3.4. Просторна база о путањама комуналног возила

Просторна база о путањама комуналног возила је формирана како би се унапредиле путање комуналног возила и она ће бити референтна за упоређивање са рутама које су оптимизоване. Снимање рута је обављено истом мерном опремом као и бележење локација места прикупљања. Један типичан циклус сакупљања отпада приказан је на слици 4.31.

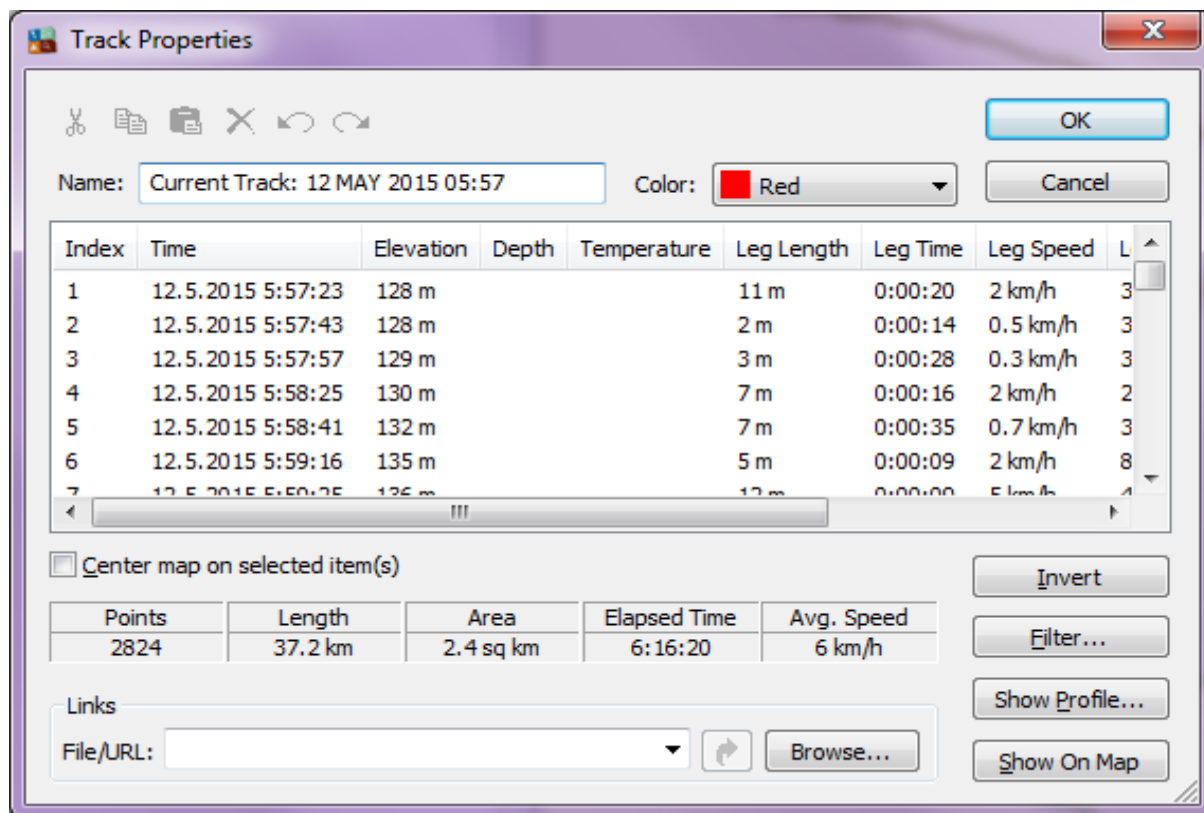


Слика 4.31 – Типичан циклус сакупљања отпада

Формираној бази података је могуће приступити кроз MapSource. У MapSource-у се могу видети атрибути који карактеришу руту, а најважнији су:

- Пређени пут
- Просечна брзина
- Укупно време трајања руте

На слици 4.32. приказани су атрибути који одговарају једној рути. У табели 4.4. дати су атрибути свих рута.



Слика 4.32 – Атрибути руте

Табела 4.4 – Атрибути свих рута

Дан	Дужина руте (km)	Трајање руте	Просечна брзина (km/h)
Понедељак	38	6:59:28	5
Уторак	37.2	6:16:20	6
Среда	32.6	6:23:30	5
Четвртак	44.6	6:22:02	7
Петак	35.8	6:58:05	5
Субота	43.1	6:16:11	7
Недеља	41.2	6:07:23	7
Σ	272.5		

4.4. Оптимизација путања кретања возила

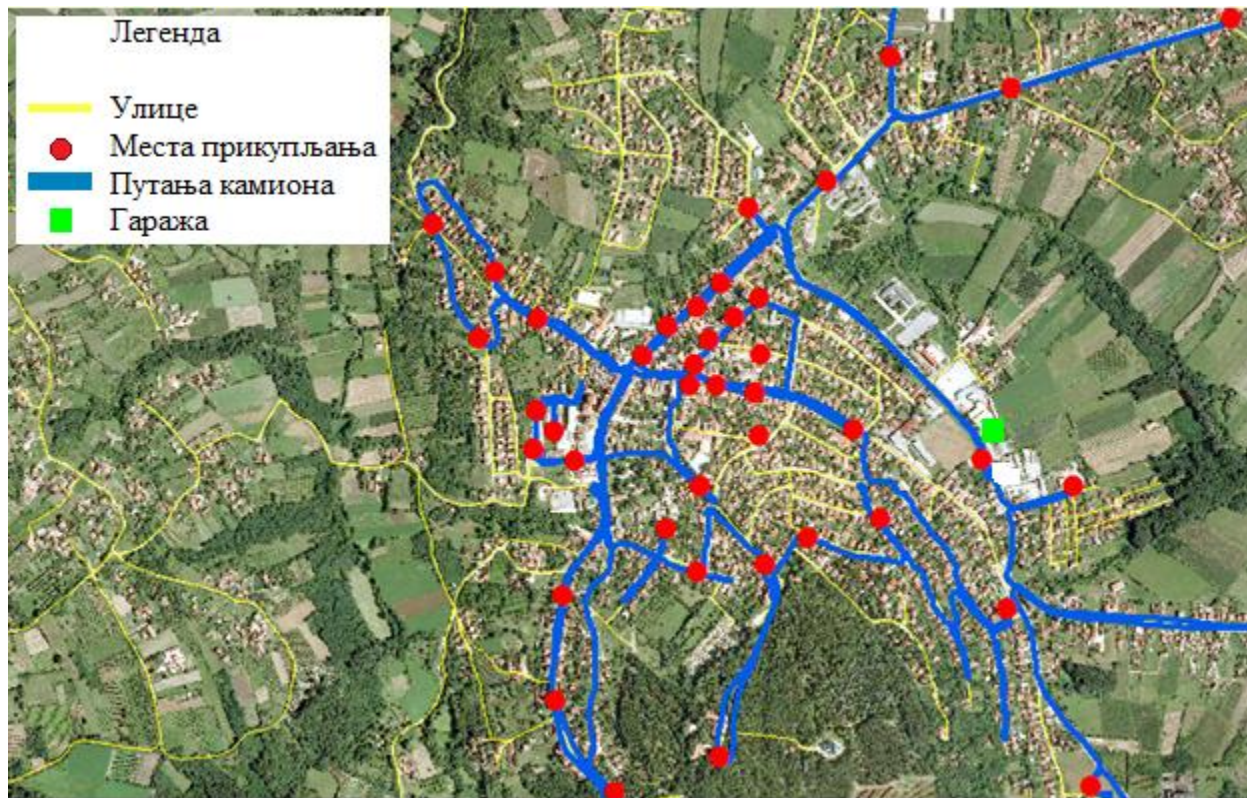
Да би се извршила просторна анализа, користи се екстензија у софтверу ArcGIS под називом Network Analyst. На слици 4.33 је дата палета алата Network Analyst-a.



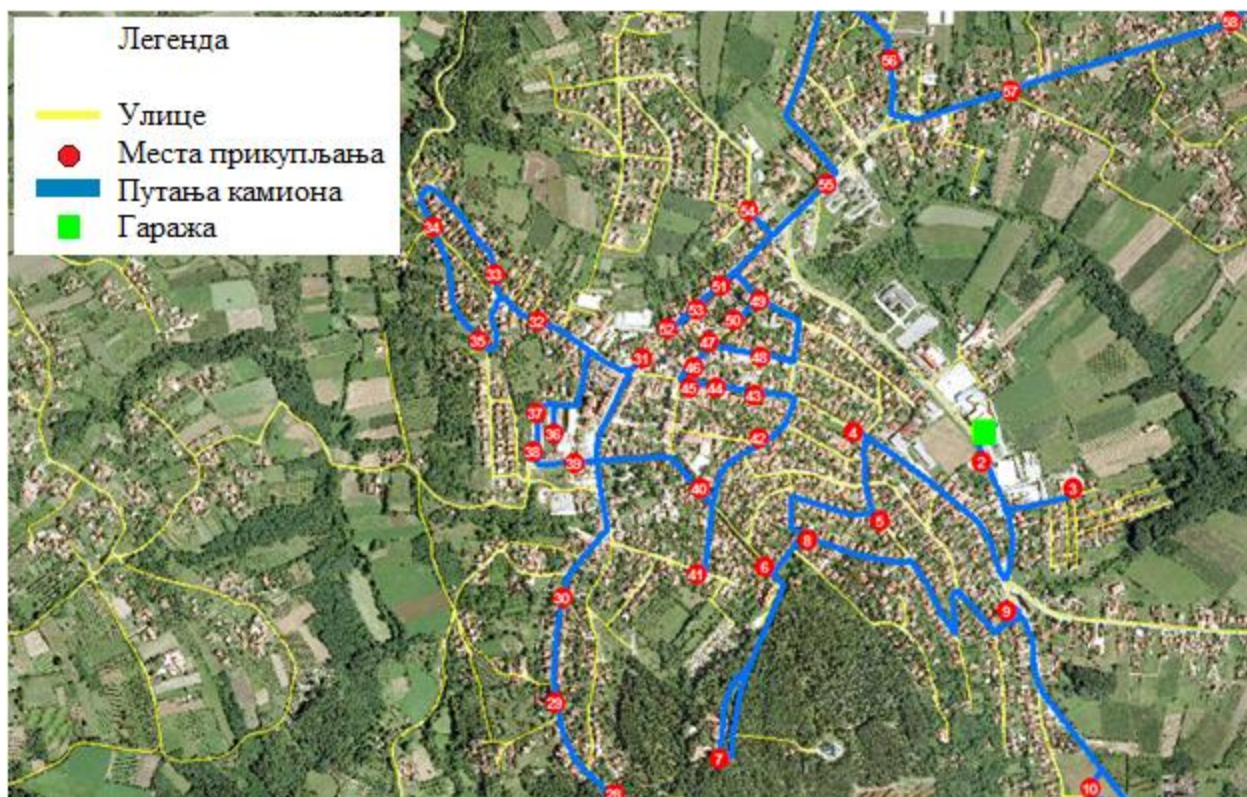
Слика 4.33 – Палета алата Network Analyst-a

Оптимизација путања комуналног возила урађена је за сваку руту понаособ. На слици 4.34. је, као пример, дата рута комуналног возила која се обавља суботом. Дата су сва места прикупљања на којима су распоређени контејнери запремине $1,1 \text{ m}^3$. Ова рута се састоји од једног циклуса пражњења контејнера на депонију. Укупна дужина постојеће руте износи 43.1 километар.

Оптимизована рута је приказана на слици 4.35. Дужина оптималне руте износи 38.6 километара. Укупна уштеда кроз оптимизацију руте износи 4.5 километара или 10.2% у односу на постојећу руту. Пошто камион ову путању прелази једном недељно, закључује се да се оптимизацијом постојеће руте остварује уштеда од преко 230 километара на годишњем нивоу.

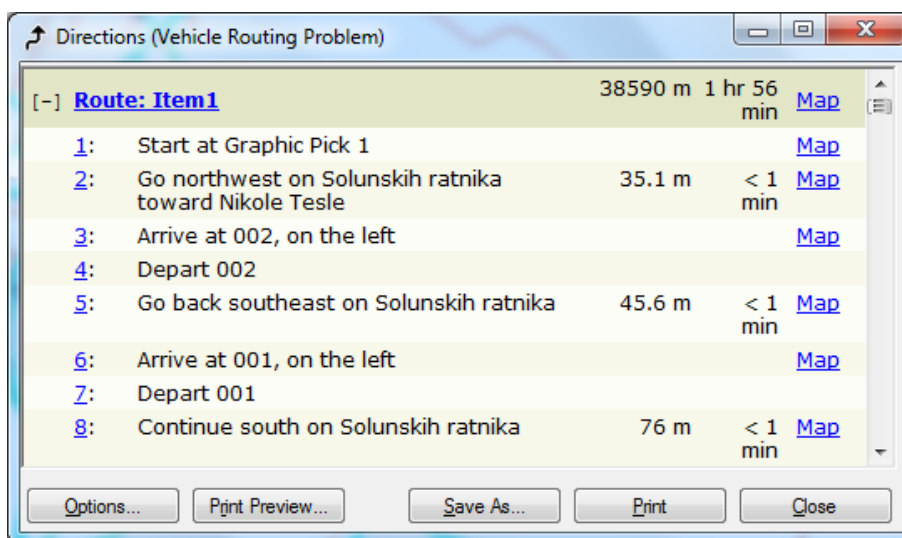


Слика 4.34 – Постојећа рута возила



Слика 4.35 – Оптимизована рута

Поред приказане оптимизоване руте на слици 4.35, софтвер генерише и текстуални фајл у коме је дато навођење возила скретање по скретање како би се лакше испратила оптимална путања добијена прорачуном (слика 4.36).



Слика 4.36 – Текстуални фајл за навођење возила

Оптимизацијом свих рута је показано да је коришћењем алтернативних путања возила могуће смањити број пређених километара за 13,11%.

4.5. Оптимизација просторног распореда места за сакупљање комуналног отпада

За извршење анализе просторног распореда места прикупљања потребно је:

- Мрежа улица
- Ортофото мапа Тополе
- Локације места прикупљања отпада
- Путање комуналног возила
- Подаци о објектима

База података о објектима у Тополи (видети прилог VIII) креирана је коришћењем претходно описане опреме, тако што је обележен сваки улаз у стамбене и комерцијалне објекте. За куће је усвојен број становника и износи 4, док је број становника за стамбене зграде добијен множењем броја станова са 4. За комерцијалне објекте бележена је површина. Мерењем на терену добијено је да у варошици Тополи станује 5.544 људи, а да површина свих комерцијалних објеката износи 6.237 m².

За анализу је изабран центар Тополе и сва места прикупљања означена су зеленим круговима (слика 4.37).



Слика 4.37 – Изабран део Тополе за анализу

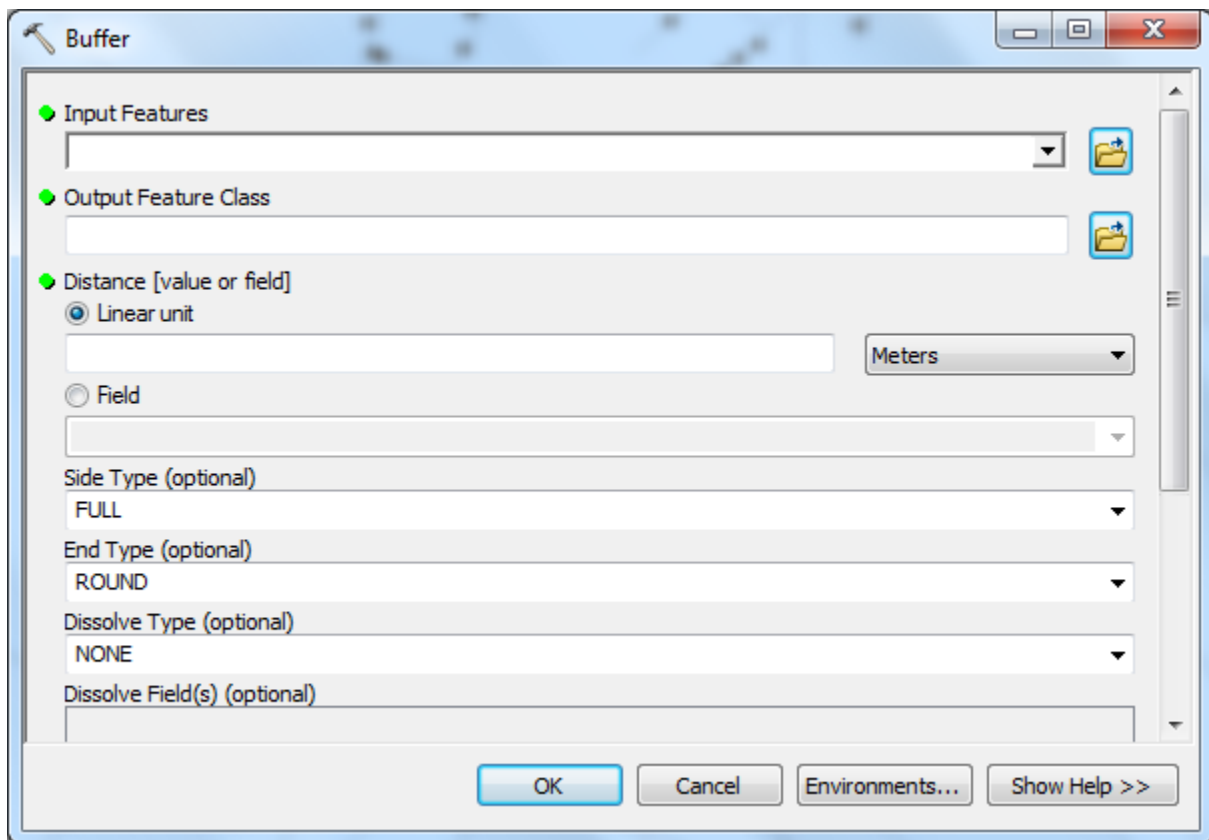
Карактеристике изабране области:

- Број места прикупљања: **12**
- Број контејнера: **25**
- Фреквенца пражњења контејнера: **1 дневно**

Дакле, дат део Тополе опслужује укупно 25 контејнера који су смештени на 12 места прикупљања. Ови контејнери се празне сваког дана.

Оно што је неопходно урадити јесте одређивање зоне утицаја места прикупљања комуналног отпада. Због тога је у GIS-у око сваког места прикупљања постављена зона утицаја, како би се видело да ли је и у ком радијусу контејнер удаљен од становника.

Зоне утицаја се раде преко поља Geoprocessing и то су, такозвани, кружни бафери (енг. Buffer). Поље за унос података које се тиче формирања зона утицаја, приказано је на слици 4.38.



Слика 4.38 – Buffer

Постављене су зоне утицаја у радијусу од 50 и 75 метара (слика 4.39). Може се видети да нису сви објекти у радијусу од 50 метара од контејнера. То се нарочито односи на десни део где постоји само три места прикупљања која нису довољна да „покрију“ све објекте на тој страни. С друге стране, зона утицаја у радијусу од 75 метара од контејнера

„покрива“ целокупан део који је изабран за анализу. Једини изузетак је један мали део у улици Радоја Домановића који није у датом радијусу.



Слика 4.39 – Зоне утицаја места прикупљања у радијусу од 50 и 75 метара

Максимално растојање од корисника услуга до контејнера није дефинисано законски, али према искуствима оно треба да износи не више од 75 метара [16]. За свако место прикупљања формиран је полигон дуж мреже улица са импедансом од 75 метара. На слици 4.40. приказан је оптималан распоред места прикупљања. Број места прикупљања који је довољан да покрије подручје које је изабрано за анализу износи 12, што је остало непромењено у односу на постојећи сценарио. Претходни распоред места прикупљања је промењен и у оптималном сценарију корисници услуга прелазе растојање до контејнера које износи не више од 50 метара.



Слика 4.40 – Оптималан распоред места прикупљања

4.6. Оптимизација броја контејнера

Након оптимизације просторног распореда места прикупљања, следи одређивање оптималног броја контејнера који су неопходни да покрију потребе везане за одлагање комуналног отпада у изабраној области. Укупна количина отпада у зони утицаја места прикупљања се рачуна према следећој формули:

$$m_0 = n * m' + \sum_{i=1}^4 k_0 * p_i \quad (4.1)$$

где су:

- m_0 - Укупна маса отпада која се генерише у зони утицаја места прикупљања (kg)
- n - Укупан број становника који живе у зони утицаја места прикупљања (-)
- m' - Просечна маса отпада који генерише један становник дневно, на подручју варошице Тополе (kg)
- k_0 - Коефицијент отпада за одређену класу (kg/m²)
- p_i - Укупна површина комерцијалних објеката у зони утицаја места прикупљања (m²)

Израз m_0 се састоји од два сабирка, где се први сабирак односи на стамбени отпад а други на отпад из комерцијалних објеката.

Коришћени подаци везани за количину отпада према врсти комерцијалне делатности преузети су из доступне литературе. Тако су у [17] дате класе комерцијалних објеката и типичне активности које се тичу тих класа. Постоји четири класе, где класа А има највећу вредност коефицијента количине отпада (k_0), а класа D најмању. Све класе са вредностима коефицијента k_0 приказане су у табели 4.5. Дате вредности се односе на Крагујевац.

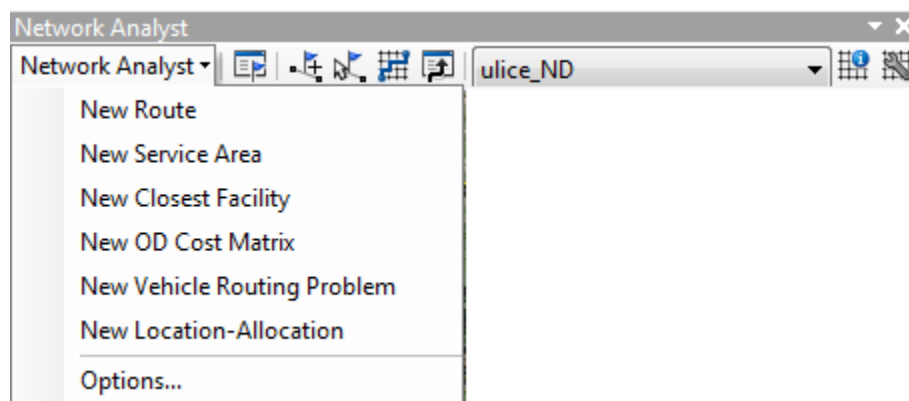
Табела 4.5 – Класе комерцијалних активности [17]

Класа	Комерцијалне активности	k_0 (kg/m ²)
A	Пекара, ресторан, кафић, бар, продавница брзе хране...	0,35
B	Цвећара, фризерски салон, месара, посластичарница...	0,22
C	Школа, апотека, црква, позориште, продавница беле технике...	0,08
D	Продавница одела и обуће, кладионица, златара...	0,02

Просечна количина отпада по становнику дневно за Тополу износи 1,15 килограма.

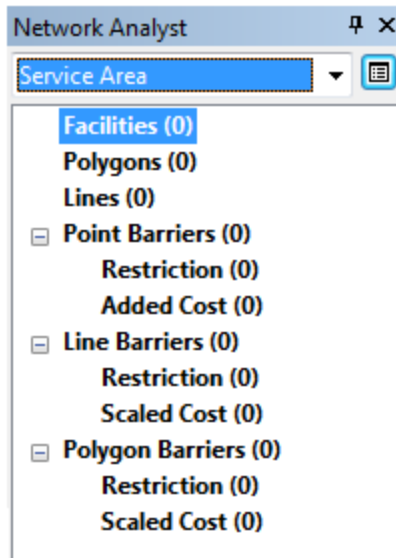
Маса отпада по једном контејнеру варира између 80 и 240 килограма, али се узима да она износи приближно 100 килограма и да се пуњење врши до 90% попуњености контејнера [15].

Креирање полигона на основу којих се одређује који објекти се придружују којој локацији за сакупљање отпада, са циљем да се одреди број неопходних контејнера, почиње бирањем опције *New Service Area* (слика 4.41) у оквиру екстензије *Network Analyst*.

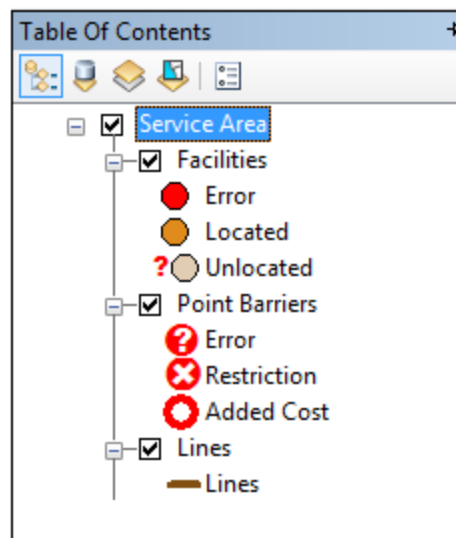


Слика 4.41 – New Service Area

Затим се отвара нов прозор (слика 4.42), а такође и лејер *Service Area* у *Table of Contents* (слика 4.43).

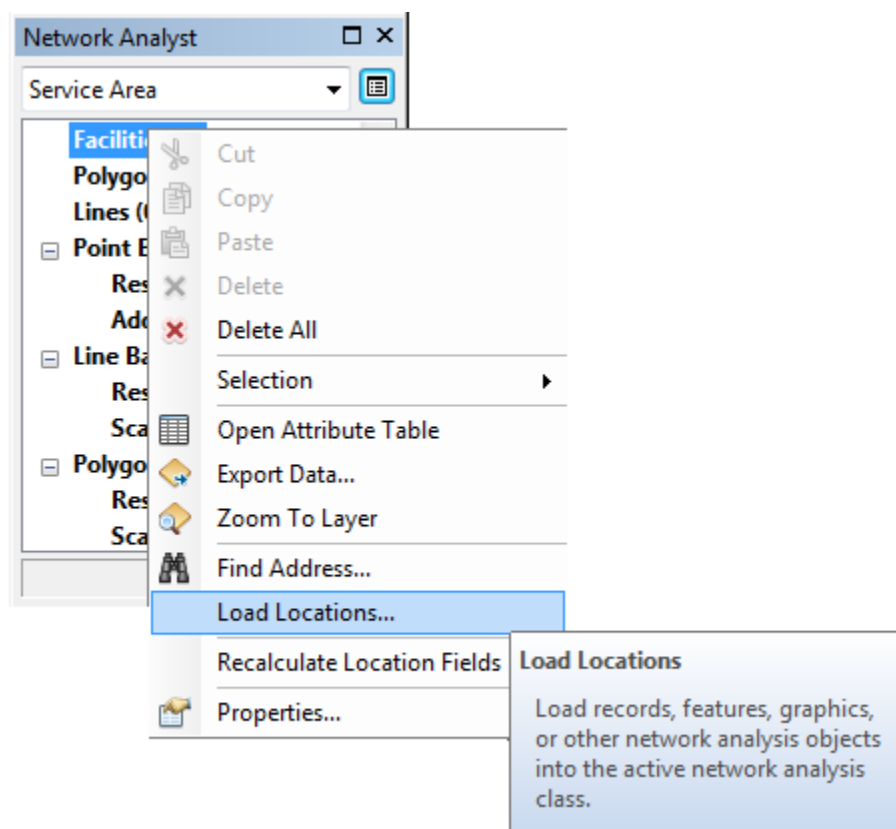


Слика 4.42 – Service Area

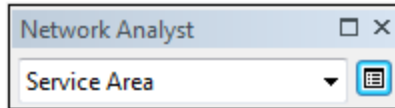


Слика 4.43 – Нов лејер Service Area

У пољу *Facilities* потребно је учитати места прикупљања (слика 4.44). Остале команде се задају кликом на икону *Analysis Layer Properties* (слика 4.45).

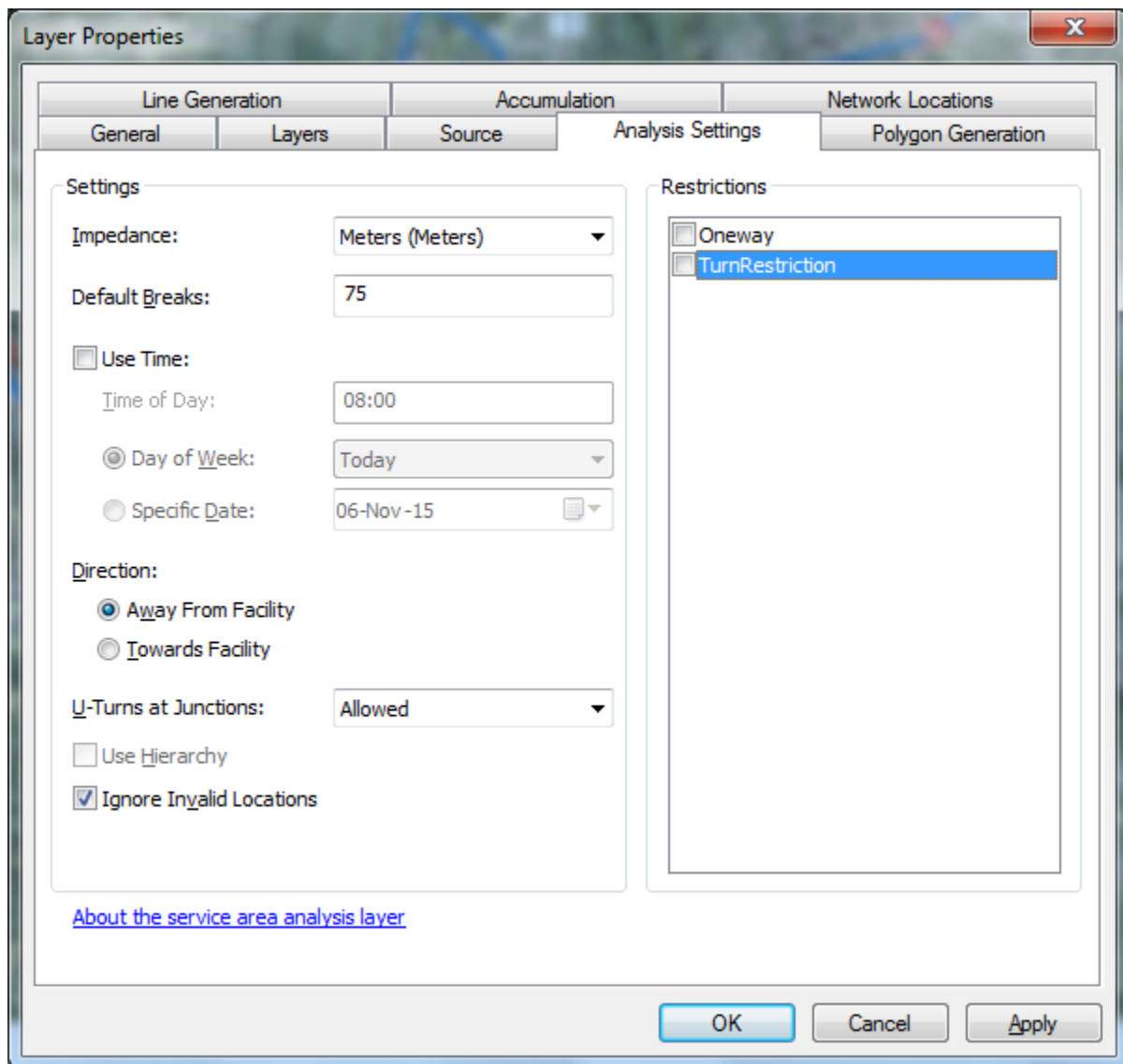


Слика 4.44 –Места прикупљања



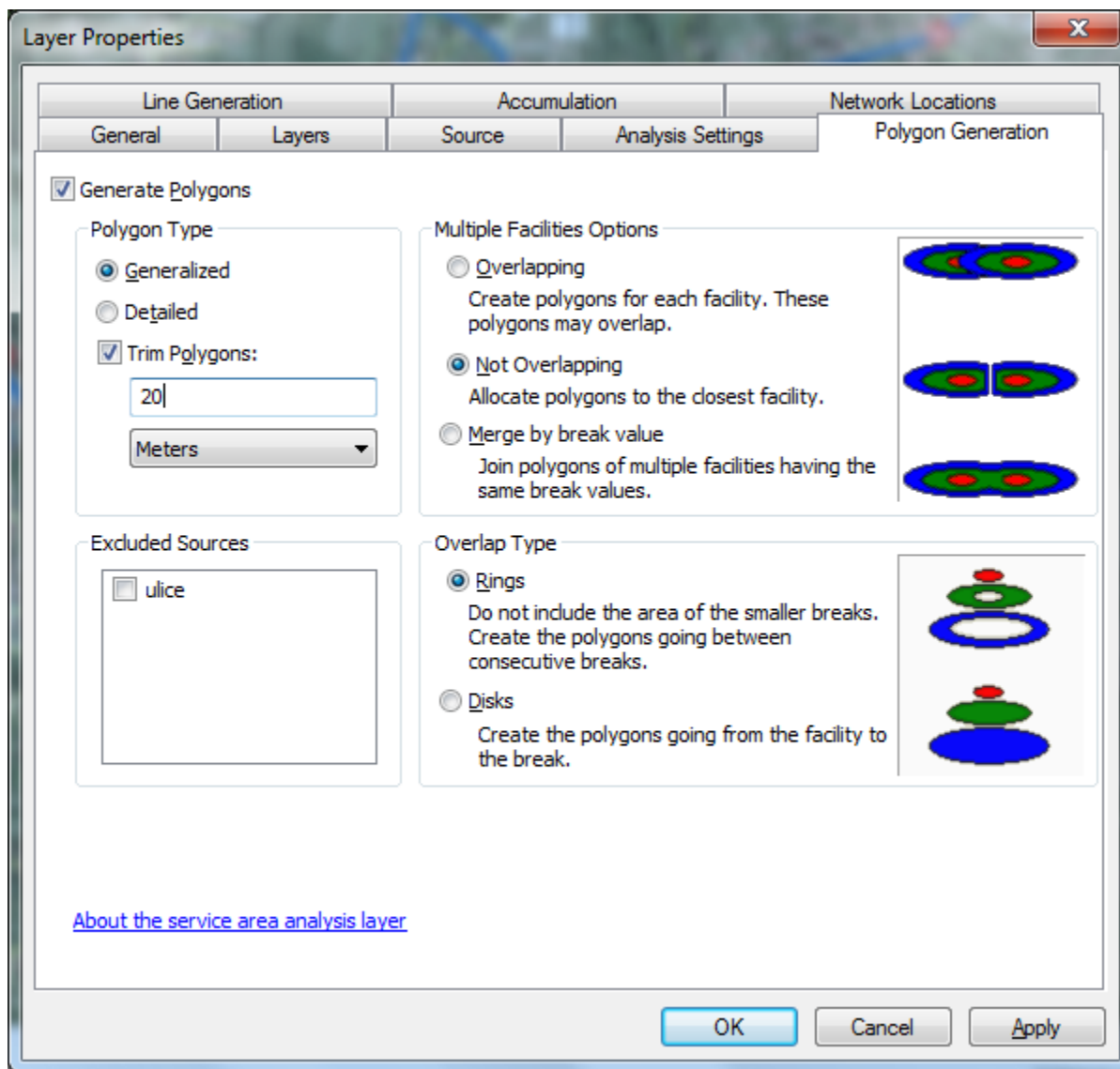
Слика 4.45 – Analysis Layer Properties

Отвара се нов прозор где је у картици *Analysis Settings* неопходно искључити рестрикције *Oneway* и *TurnRestriction* (слика 4.46). Ово се односи на чињеницу да возила не смеју користити једносмерне улице и забрањена скретања. За разлику од возила, пешаци не морају да поштују постављена ограничења. Такође, потребно је за импедансу изабрати метре. Усвојено је да највеће растојање које корисници услуга треба да пређу до контејнера износи 75 метара.



Слика 4.46 – Картица Analysis Settings

У картици *Polygon Generation* (слика 4.47) налазе се опције које се тичу изгледа формираних полигона (да ли ће се преклапати или не, колика ће им бити ширина, да ли је укључено одсецање...). Подешавањем свих опција и кликом на иконицу *Solve* формирају се полигони (слика 4.48).

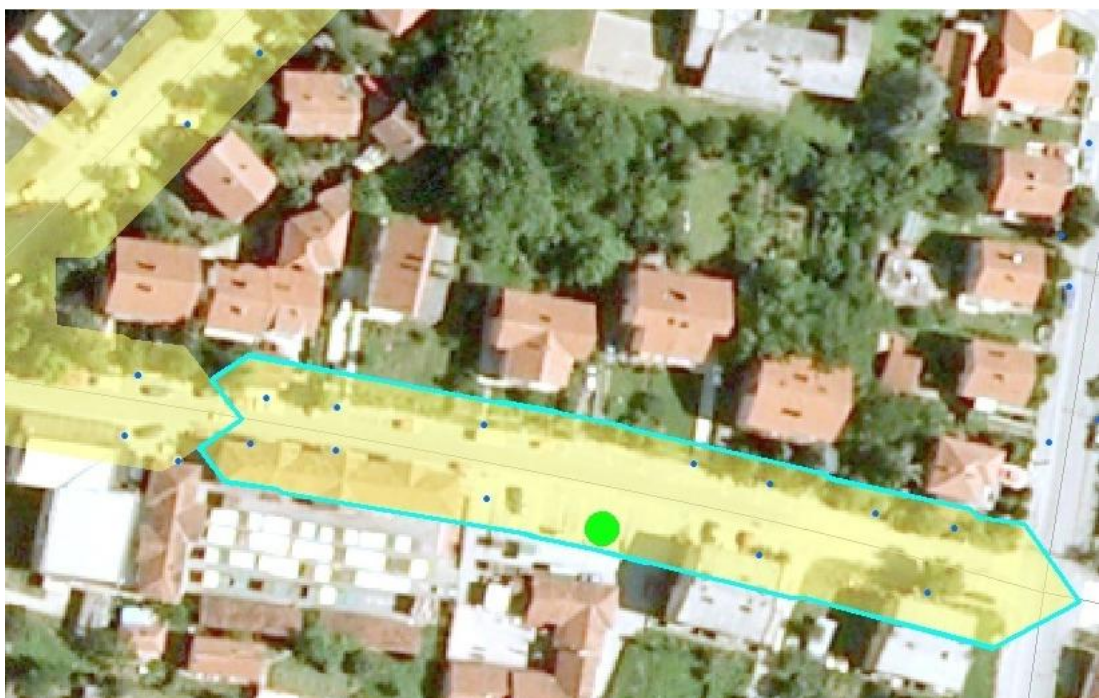


Слика 4.47 – Картица Polygon Generation

Сваки објекат из базе података је припојен одређеном месту прикупљања, што се може видети на слици 4.48. На основу тога се може утврдити тачан број становника који се налазе у зони утицаја сваког од места прикупљања, као и површину и тип комерцијалне делатности сваког од комерцијалних објеката. Као пример, дато је одређивање оптималног броја контејнера за полигон који је дат на слици 4.49. Приказани полигон се налази у улици Миливоја Петровића Блазнавца, изузев једне куће која је у улици Радоја Домановића. Сви објекти који се налазе у оквиру овог полигона су приказани у табели 4.6.



Слика 4.48 – Формирани полигони у зонама утицаја места прикупљања



Слика 4.49 – Један од формираних полигона

Ово место прикупљања опслужује:

- 7 стамбених кућа
- 2 стамбене зграде
- Продавницу одела
- Цвећару
- Пољопривредну апотеку

Табела 4.6 – Објекти који су обухваћени изабраним местом прикупљања

Редни број	Објект	n	p _i	k ₀	Стамбени отпад	Комерцијални отпад
1.	Пољопривредна апотека		30	0.22		6.3
2.	Продавница одела		40	0.02		0.8
3.	Цвећара		20	0.22		4.2
4.	Зграда	24			27.6	
5.	Зграда	24			27.6	
6.	Кућа	4			4.6	
7.	Кућа	4			4.6	
8.	Кућа	4			4.6	
9.	Кућа	4			4.6	
10.	Кућа	4			4.6	
11.	Кућа	4			4.6	
12.	Кућа	4			4.6	
Укупно:					87.2	11.3
Укупна количина отпада:					98.5 килограма	

Број потребних контејнера се рачуна по следећем обрасцу а резултат се заокружује на први следећи цео број:

$$\text{Број контејнера} = \frac{\text{Укупна маса отпада}}{\text{Маса отпада по једном контејнеру}}$$

$$\text{Број контејнера} = 98,5/100 = 0,98 \quad (\text{Усвојено: 1 контејнер})$$

Количина отпада коју генеришу сви објекти у изабраном месту прикупљања износи 98.5 килограма. Према томе, на ово место прикупљања је неопходно поставити 1 контејнер. На основу приказаног примера за селектиовани полигон, урађен је прорачун који се односи на потребан број контејнера на осталим местима прикупљања комуналног отпада у изабраној области. Анализа је рађена за центар Тополе јер је ту највећа покривеност контејнерима. У табели 4.7. дати су резултати добијени анализом.

Табела 4.7 – Резултати извршене анализе

	Број контејнера
Постојећи сценарио	25
Оптимизовани сценарио	18
Укупна уштеда	7

На 12 места прикупљања комуналног отпада распоређено је 25 контејнера. Након извршене оптимизације добијен је оптималан број контејнера у зависности од количине генерисаног отпада и он износи 18. То значи да је број контејнера смањен за 7 (или за 28%) и да постоји добит у виду смањења опреме потребне за сакупљање отпада. Такође, потребно је мање времена да се отпад сакупи а аутоматски је смањена и потрошња горива.

5. Анализа ефикасности система за сакупљање и транспорт комуналног отпада

Након извршене оптимизације рута и проналажења најкраћих путања којима комунално возило треба да се креће како би остварило највећу уштеду горива, у овом поглављу биће објашњене и приказане уштеде са економског аспекта.

5.1. Енергетски трошкови система за сакупљање и транспорт комуналног отпада

Како би на најбољи могући начин приказали стање процеса сакупљања отпада, прво је потребно дефинисати параметре који га одређују. Изабрани параметри су дати у табели 5.1. За сваки од ових параметара дат је опис, као и јединица мере у којој је изражен.

Табела 5.1 – Параметри процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада [5]

Параметар	Јединица мере	Опис
L_t	km/t	Укупно растојање које пређе комунално возило како би прикупило једну тону отпада
F_l	l/t	Количина горива која се утроши за прикупљање једне тоне отпада
t_t	min/t	Просечно време путовања комуналног возила сведено на једну тону отпада

Први параметар процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада јесте укупно растојање које пређе комунално возило како би прикупило једну тону отпада. Овај параметар је обележен са L_t и дат је следећим изразом:

$$L_t = \frac{L_r}{m_r} \quad (5.1)$$

где су:

- L_r - Растојање које камион пређе у току једног радног дана (km)
- m_r - Укупна маса комуналног отпада (t)

Други параметар који утиче на процес сакупљања и транспорта комуналног отпада јесте количина горива која се утроши за прикупљање једне тоне отпада. Овај параметар је изузетно важан за израчунавање енергетских расхода система. Обележен је са F_l и добија се преко следећег израза:

$$F_l = \frac{L_r \times A_{100km}}{100 \times m_r} \quad (5.2)$$

Вредности које фигуришу у изразу (5.2) јесу:

- број пређених километара у току радног дана (L_r),
- просечна потрошња горива на 100 пређених километара (A_{100km}) и
- укупна маса прикупљеног комуналног отпада (m_r).

Просечна потрошња аутосмеђара A_{100km} (l/100 km) који прикупља комунални отпад износи 33 литара. Ова вредност је добијена читавањем са инструмент табле аутосмеђара на којој постоји скала која показује просечну потрошњу горива. У табели 5.2. дате су спецификације камиона, заједно са просечном потрошњом горива.

Табела 5.2 – Спецификације камиона и просечна потрошња горива

Ознака	Регистрација	Година производње	Носивост (t)	Врста отпада	Просечна потрошња на 100 km
AS1	TO-002-SY	2010.	6,84	меш.ком.	33

Трећи параметар процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада јесте време које је комуналном возило потребно за сакупљање једне тоне отпада. Ово време је обележено са t_t и добија се као количник укупног времена руте (t_r) (изражено у минутима) и укупне масе комуналног отпада (m_r) (изражене у тонама):

$$t_t = \frac{t_r}{m_r} \quad (5.3)$$

У табели 5.3. су дате вредности података на основу којих се добијају наведени параметри:

- Укупно растојање које комунално возило пређе у току једног радног дана – L_r (km)
- Просечна потрошња камиона на 100 пређених километара – A_{100km} (l)
- Маса комуналног отпада који се прикупи у току једног радног дана – m_r (kg)
- Време трајања руте – t_r (min)

Табела 5.3 – Вредности неопходне за израчунавање параметара који утичу на процес сакупљања и транспорта комуналног отпада

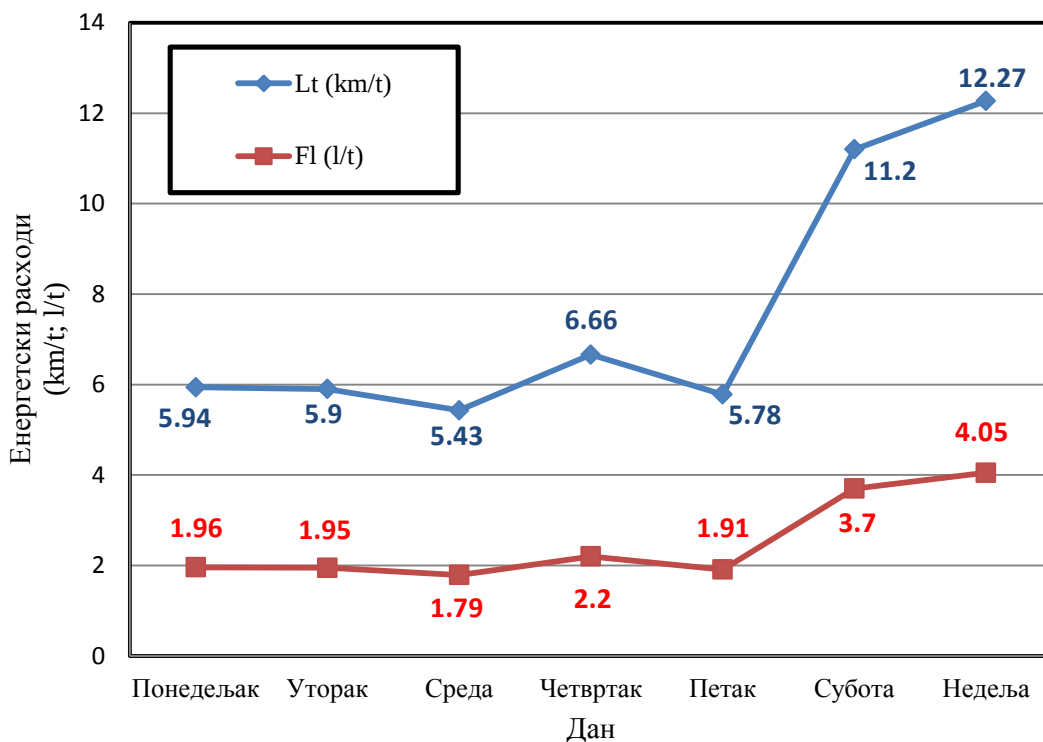
Дан	L_r (km)	A_{100km} (l/100km)	m_r (kg)	t_r (min)
Понедељак	38	33	6400	420
Уторак	37,2		6300	376
Среда	32,6		6000	383
Четвртак	44,6		6700	382
Петак	35,8		6200	418
Субота	43,1		3840	376
Недеља	41,2		3340	367

У табели 5.4. дате су добијене вредности параметара процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада.

Табела 5.4 – Параметри процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада

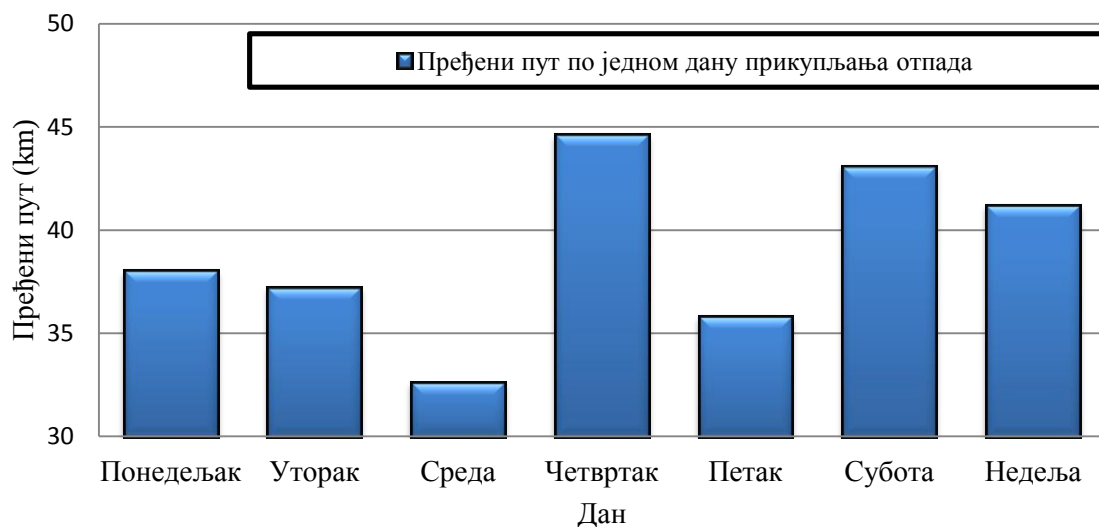
Дан	L_t (km/t)	F_t (l/t)	t_t (min/t)
Понедељак	5,94	1,96	65,6
Уторак	5,9	1,95	59,7
Среда	5,43	1,79	63,8
Четвртак	6,66	2,2	57
Петак	5,78	1,91	67,4
Субота	11,2	3,7	97,92
Недеља	12,27	4,05	109,8

На слици 5.1. приказани су енергетски расходи система за сакупљање и транспорт комуналног отпада.



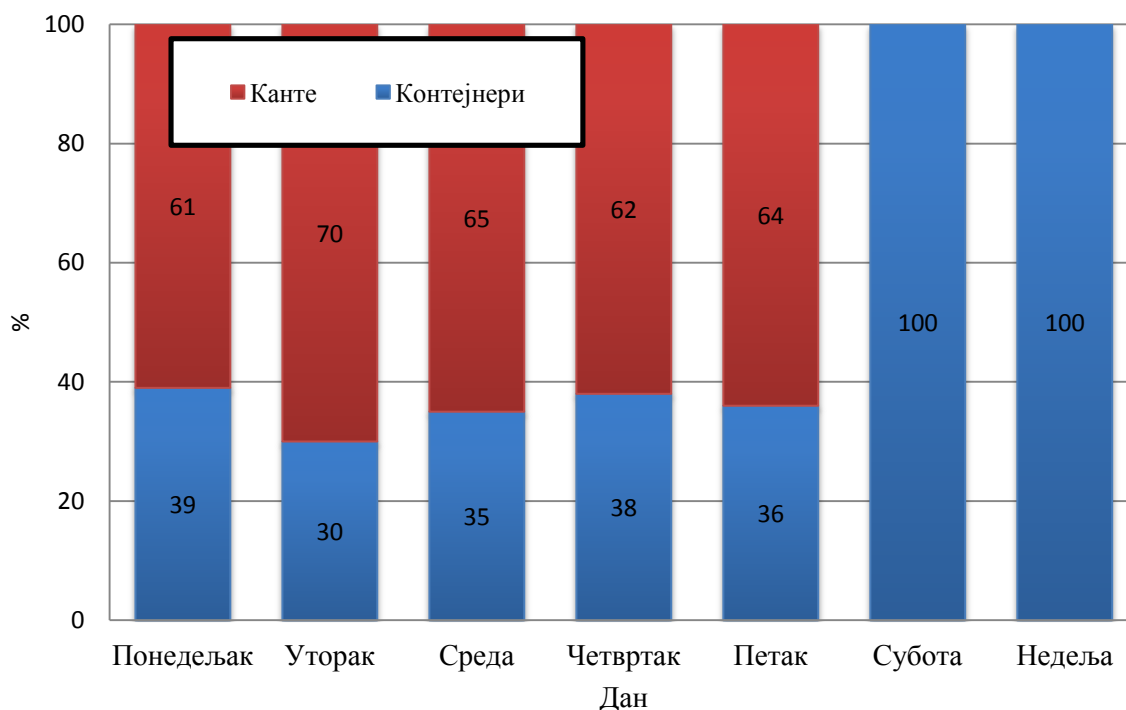
Слика 5.1 – Енергетски расходи циклуса сакупљања и транспорта комуналног отпада

На слици 5.2. је дат графички приказ пређеног пута приликом сакупљања отпада.



Слика 5.2 – Број пређених километара у току прикупљања комуналног отпада

У Тополи се отпад сакупља путем контејнера и канти, изузев викенда када се сакупља искључиво отпад из контејнера. Већину чине канте са процентуалним учешћем између 60 и 70 процената. Због тога се јављају већи трошкови система за сакупљање отпада јер је потребан већи број заустављања камиона када су канте у питању. На слици 5.3. приказано је учешће контејнера и канти у прикупљању отпада, изражено у процентима. Црвеном бојом означене су канте, а плавом контејнери.



Слика 5.3 – Процентуално учешће контејнера и канти у прикупљању комуналног отпада

5.2. Уштеде остварене оптимизацијом рута комуналног возила

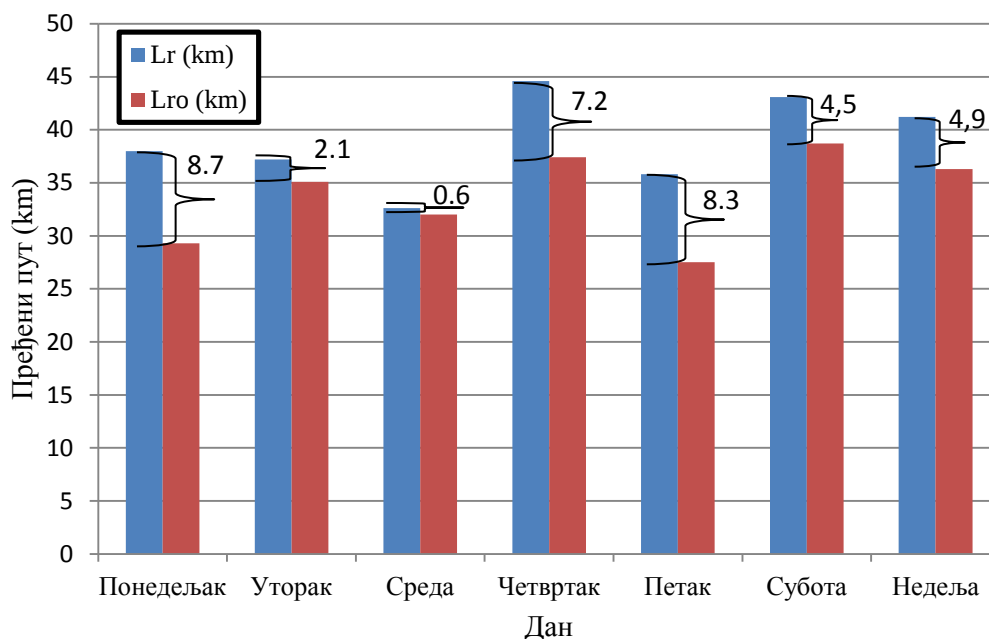
Оптимизацијом постојећих рута долази до остваривања уштеда у процесу сакупљања и транспорта комуналног отпада.

У табели 5.5. дате су постојеће (L_r) и оптимизоване руте (L_{ro}), као и уштеда (L_u) која се оптимизацијом остварује. Уштеде су приказане и проценатуално (L_{up}). Поред тога, у табели се налази и уштеда која се остварује на годишњем нивоу ($L_{u(god)}$). Она износи 1827,6 километара, што представља 13,11% краћи пређени пут у односу на постојећи сценарио.

Табела 5.5 – Уштеде остварене оптимизацијом рута комуналног возила

Дан	L_r (km)	L_{ro} (km)	L_u (km)	L_u (god) (km)	L_{up} (%)
Понедељак	38	29,3	8,7	452,4	22,89
Уторак	37,2	35,1	2,1	109,2	5,64
Среда	32,6	32	0,6	31,2	1,84
Четвртак	44,6	38,6	6	312	13,45
Петак	35,8	27,5	8,3	431,6	23,18
Субота	43,1	38,6	4,5	236,4	10,2
Недеља	41,2	36,3	4,9	254,8	11,89
Σ	272,5	236,3	36,2	1827,6	13,11

Из табеле се може видети да се уштеде крећу у опсегу између 1,84 и 23,18%. На слици 5.4. дат је графички приказ постојећих и оптимизованих рута са уштедом у виду пређених километара.



Слика 5.4 – Приказ постојећих и оптимизованих рута са уштедом у виду пређених километара

6. Закључак

Основни циљ овог рада био је унапређење процеса сакупљања и транспорта комуналног отпада на територији варошице Тополе, коришћењем географског информационог система. Као један од предуслова за испуњење циља креирана је мрежа улица у Тополи, која пре овог истраживања није постојала у дигиталној форми и прилагођена ГИС захтевима. Ортофото мапа је преузета од "Дирекције за изградњу општине Топола".

Пошто за општину Топола није постојала база података о систему за управљање комуналним отпадом у дигиталном облику, креиране су базе података које се односе на:

- Места прикупљања комуналног отпада (локације контејнера и канти) и
- Путање комуналног возила које опслужује дата места прикупљања отпада

За формирање база података коришћена је GPS мерна опрема. Мерења су вршена на терену и добијени резултати су употребљени у сврху анализирања постојећих и добијања оптималних путања кретања комуналног возила. Снимање је трајало седам дана, при чему је евидентирано 180 контејнера, запремине $1,1\text{m}^3$ и 844 канте, запремине 120l.

Повезивањем база података са елементима географског информационог система и алатима за оптимизацију, испуњени су услови за проналажење оптималних рута. Остварена уштеда у броју пређених километара за руту која се обавља суботом, која је изабрана као пример, износи 4,5 километара или 10.2% у односу на постојећу руту. Пошто возило ову руту прелази једном недељно, уштеда на нивоу године била би преко 230 километара. Оптимизација је урађена за све руте чија дужина у постојећем стању износи 272,5 километара. Укупна дужина свих рута добијених оптимизацијом износи 236,3 километара, што на нивоу једне недеље чини уштеду од 36,2 километара. То значи да камион недељно може прећи 36,2 километара мање растојање а да притом сакупи исти количину отпада као и у редовним рутама. Укупна уштеда на годишњем нивоу износи 1828 километара.

Пошто на енергетске трошкове процеса сакупљања отпада утиче просторни распоред места прикупљања, одређен је оптимални распоред места прикупљања у складу са демографијом. Поред тога, одређен је и оптималан број контејнера на овим местима прикупљања. За извршење анализа било је неопходно постојање базе података о објектима у Тополи. Ова база података је добијена коришћењем GPS мерне опреме, тако што је обележаван сваки улаз у објекат. За стамбене објекте бележен је тип објекта и број становника који у њему живи, док је за комерцијалне објекте бележена намена објекта и укупна површина. Након креирања базе података о објектима извршена је оптимизација просторног распореда места прикупљања и броја контејнера. За анализу је изабран део Тополе који се налази у самом центру, где се отпад сакупља искључиво из контејнера који се свакодневно празне. Овај део Тополе има укупно 12 места прикупљања отпада. Оптимизацијом је показано да је тај број места прикупљања оптималан и да нема потребе за њиховом редукцијом. На овим местима прикупљања постављено је 25 контејнера. Анализом у GIS-у је добијен оптималан број контејнера и он износи 18, што представља уштеду од 7 контејнера или 28%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Агенција за заштиту животне средине, отпад и управљање отпадом, <http://www.sepa.gov.rs/> (приступљено, септембра 2015.)
- [2] Горан Вујић: *Управљање чврстим отпадом*, Нови Сад, 2009.
- [3] <http://ec.europa.eu/eurostat/> (приступљено, септембра 2015.)
- [4] Министарство пољопривреде и заштите животне средине, *Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2014. годину*, Београд, 2015.
- [5] Горан Бошковић: *Унапређење енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом*, Докторска дисертација, Крагујевац, 2014.
- [6] Милош Станковић: *Решавање неких проблема комбинаторне оптимизације алгоритмом табу претраживања*, Мастер рад, Математички факултет, Београд, 2013.
- [7] Knut Grindrud, Haakon Rasmussen, Steinar Nilsen, Arvid Lillehun, Atle Holten, Øystein Sanderud: *GIS: The Geographic Language of Our Age*, Oslo, 2009.
- [8] Julie Delaney, Kimberly Van Niel: *Geographical Information Systems: An Introduction*, Oxford University, 2007.
- [9] Верка Јовановић, Бранислав Ђурђевић, Зоран Срдић, Угљеша Станков: *Географски Информациони Системи*, Београд, 2012.
- [10] Агенција за заштиту животне средине, катастар депонија, <http://www.sepa.gov.rs/> (приступљено, септембра 2015.)
- [11] <http://www.ekoregioni.rs/o-projektu/> (приступљено, јуна 2015.)
- [12] Факултет техничких наука, Департман за инжењерство заштите животне средине, *Утврђивање састава отпада и процене количине у циљу дефинисања стратегије управљања секундарним сировинама у склопу одрживог развоја Републике Србије*, Нови Сад, 2009.
- [13] <http://www.freebiking.org/GPS/colorado.html> (приступљено, јула 2015.)
- [14] <http://buy.garmin.com/> (приступљено, јула 2015.)

- [15] Јовичић Н., Вујић Г., Миловановић Д., Јовичић Г., Деспотовић М., Батинић Б., Станисављевић Н., Убавин Д., Гвозденац Б., Бошковић Г.: *Методологија за одређивање морфолошког састава комуналног отпада*, Техничко решење, Машински факултет Крагујевац, 2009.
- [16] Zamorano M., Molero E., Grindlay A., Rodríguez M.L., Hurtado A., Calvoa F.J.: *A planning scenario for the application of geographical information systems in municipal waste collection*, Granada, Spain, 2009.
- [17] Goran Boskovic and Nebojsa Jovicic: *Fast methodology to design the optimal collection point locations and number of waste bins: A case study*, Waste Management & Research, DOI: 10.1177/0734242X15607426, Published online: 14 Oct 2015.
- [18] Debishree Khan and Sukha Ranjan Samadder: *Municipal solid waste management using Geographical Information System aided methods*, Dhanbad, 2014.

Прилог I: Места прикупљања која се опслужују понедељком

Место прикупљања		Количина		Координате	
		Контејнери	Канте		
				N (°)	E (°)
1	Контејнер	1		44.25273	20.68891
2	Контејнер	2		44.252283	20.685806
3	Контејнер	1		44.253664	20.684275
4	Контејнер	2		44.254302	20.681778
5	Контејнер	2		44.254452	20.680559
6	Контејнер	2		44.25456	20.679913
7	Контејнер	1		44.254921	20.680075
8	Контејнер	1		44.255411	20.680302
9	Контејнер	1		44.255761	20.681183
10	Контејнер	3		44.256101	20.682117
11	Канта		4	44.255005	20.681905
12	Контејнер	2		44.254621	20.678761
13	Контејнер	2		44.25545	20.679236
14	Контејнер	3		44.256045	20.680298
15	Контејнер	2		44.256489	20.680888
16	Контејнер	2		44.257437	20.682276
17	Контејнер	2		44.257939	20.681651
18	Контејнер	1		44.259498	20.680689
19	Контејнер	1		44.259302	20.681468
20	Контејнер	2		44.257447	20.680841
21	Контејнер	2		44.254053	20.677694
22	Контејнер	1		44.253373	20.67728
23	Контејнер	3		44.253017	20.678786
24	Контејнер	1		44.253948	20.679566
25	Контејнер	3		44.253224	20.681653
26	Контејнер	2		44.247029	20.680782
27	Контејнер	1		44.249936	20.681935
28	Контејнер	1		44.251252	20.683834
29	Контејнер	1		44.251442	20.68316
30	Контејнер	1		44.251579	20.680496
31	Контејнер	2		44.250544	20.680904
32	Канта		2	44.251633	20.679155
33	Канта		4	44.251431	20.677657
34	Канта		2	44.251879	20.67769
35	Канта		3	44.251253	20.677187
36	Канта		3	44.251125	20.67699

37	Канта		4	44.250642	20.67551
38	Канта		3	44.251194	20.67459
39	Канта		3	44.250733	20.673987
40	Контејнер	1		44.249273	20.673654
41	Канта		2	44.250096	20.676369
42	Контејнер	1		44.248428	20.676066
43	Контејнер	1		44.247984	20.676142
44	Контејнер	1		44.247318	20.675265
45	Контејнер	1		44.24625	20.677657
46	Канта		3	44.246103	20.67933
47	Контејнер	1		44.244236	20.677072
48	Канта		3	44.242729	20.676653
49	Канта		2	44.241225	20.676644
50	Контејнер	1		44.240053	20.677277
51	Канта		2	44.239516	20.67754
52	Канта		2	44.238626	20.67756
53	Контејнер	1		44.237886	20.677681
54	Контејнер	1		44.23101	20.679018
55	Контејнер + Канта	1	2	44.228989	20.67874
56	Контејнер	1		44.226823	20.680203
57	Контејнер	2		44.254872	20.677765
58	Контејнер	1		44.254864	20.677726
59	Канта		3	44.255062	20.677399
60	Контејнер	2		44.255853	20.676372
61	Контејнер	1		44.256059	20.677205
62	Контејнер	1		44.255745	20.675624
63	Канта		3	44.255984	20.6751
64	Канта		3	44.256458	20.675228
65	Канта		1	44.256302	20.675025
66	Канта		3	44.255801	20.674287
67	Контејнер	1		44.2555	20.674415
68	Канта		3	44.256718	20.674556
69	Канта		1	44.25753	20.673815
70	Канта		2	44.258136	20.673254
71	Канта		2	44.258115	20.672826
72	Канта		2	44.258525	20.672807
73	Канта		3	44.258841	20.67286
74	Канта		2	44.25859	20.672643
75	Канта		1	44.258274	20.672337
76	Контејнер	1		44.258596	20.672159

77	Канта		3	44.266014	20.677657
78	Контејнер	1		44.258224	20.672258
79	Канта		2	44.257637	20.672626
80	Канта		3	44.257415	20.672767
81	Канта		3	44.257149	20.672882
82	Канта		2	44.256212	20.673165
83	Контејнер + Канта	1	3	44.256071	20.673196
84	Канта		2	44.255461	20.673916
85	Канта		1	44.255188	20.673889
86	Канта		3	44.254763	20.674212
87	Канта		2	44.25447	20.674189
88	Канта		4	44.2539	20.674241
89	Канта		2	44.253325	20.67427
90	Канта		3	44.253044	20.674348
91	Канта		2	44.252763	20.67437
92	Канта		2	44.252644	20.674861
93	Канта		1	44.25296	20.675028
94	Канта		3	44.253222	20.675014
95	Канта		2	44.253352	20.675055
96	Канта		3	44.254062	20.67492
97	Канта		2	44.254204	20.674651
98	Контејнер	1		44.254212	20.674405
99	Контејнер	1		44.253054	20.675647
100	Канта		2	44.253516	20.676094
101	Контејнер	1		44.254082	20.675786
102	Контејнер	2		44.253868	20.67562
103	Канта		3	44.252901	20.676598
104	Канта		2	44.249859	20.691272
105	Канта		1	44.254327	20.682901
106	Канта		2	44.254028	20.683464
107	Канта		2	44.253152	20.685522
108	Контејнер	2		44.252781	20.686084
109	Канта		3	44.252826	20.686336
110	Канта		2	44.252537	20.686682
111	Контејнер + Канта	1	1	44.252325	20.686957
112	Канта		2	44.25216	20.687227
113	Канта		3	44.251981	20.687551
114	Канта		2	44.251757	20.688011
115	Контејнер	1		44.251562	20.688174

116	Канта		1	44.251155	20.688443
117	Канта		2	44.251199	20.689023
118	Канта		3	44.251425	20.689015
119	Канта		3	44.251716	20.688934
120	Контејнер + Канта	1	2	44.251792	20.688937
121	Контејнер	1		44.254305	20.687734
122	Контејнер	1		44.255252	20.687472
123	Контејнер	1		44.256683	20.682827
124	Контејнер	1		44.257569	20.683357
125	Канта		2	44.258644	20.683683
126	Контејнер	1		44.258834	20.684238
127	Контејнер	1		44.258741	20.684492
128	Контејнер	3		44.261107	20.685494
129	Контејнер	1		44.263792	20.686828
130	Контејнер	1		44.265746	20.68707
131	Контејнер	1		44.266008	20.688136
132	Канта		3	44.265523	20.689197
133	Контејнер	1		44.264426	20.690481
134	Контејнер	1		44.269879	20.692842
135	Канта		1	44.270435	20.693032
136	Контејнер	1		44.271199	20.693692
137	Контејнер	2		44.271702	20.693452
138	Контејнер	1		44.276203	20.69725
139	Контејнер + Канта	1	2	44.276817	20.696144
140	Контејнер	2		44.277055	20.696892
141	Контејнер	1		44.281547	20.699342
142	Контејнер + Канта	1	3	44.281551	20.698216
143	Контејнер	1		44.284186	20.697977
Укупно:		107	168		

Прилог II: Места прикупљања која се опслужују уторком

Место прикупљања		Количина		Координате	
		Контејнери	Канте	N (°)	E (°)
1	Контејнер	1		44.252795	20.688793
2	Контејнер	2		44.252262	20.685879
3	Контејнер	1		44.25366	20.684377
4	Контејнер	2		44.254358	20.681889
5	Контејнер	2		44.254496	20.680687
6	Контејнер	2		44.254681	20.680169
7	Контејнер	1		44.254916	20.680021
8	Контејнер	1		44.25529	20.680447
9	Контејнер	2		44.255694	20.681137
10	Контејнер	1		44.256123	20.681719
11	Контејнер	3		44.25611	20.681972
12	Контејнер			44.255074	20.681911
13	Канта		3	44.254702	20.678879
14	Контејнер	2		44.254079	20.67757
15	Контејнер	2		44.25338	20.677326
16	Контејнер	3		44.253777	20.6795
17	Контејнер	2		44.255439	20.679163
18	Контејнер	2		44.256085	20.680109
19	Контејнер	2		44.256588	20.680854
20	Контејнер	2		44.257385	20.682085
21	Контејнер	2		44.258031	20.681593
22	Контејнер	1		44.259621	20.680634
23	Контејнер	2		44.254861	20.677866
24	Контејнер	1		44.2551	20.677324
25	Контејнер	1		44.25574	20.675628
26	Контејнер	1		44.256007	20.675091
27	Контејнер	1		44.256593	20.674459
28	Контејнер	1		44.253045	20.675591
29	Контејнер	2		44.253464	20.67605
30	Контејнер	1		44.254388	20.67681
31	Контејнер	2		44.252892	20.676626
32	Контејнер	1		44.250063	20.676365
33	Канта		2	44.248519	20.676066
34	Контејнер	1		44.248056	20.676182
35	Контејнер	1		44.242872	20.676712
36	Контејнер	1		44.239735	20.677539

37	Контејнер	1		44.251684	20.680504
38	Канта		1	44.252505	20.68069
39	Канта		2	44.252808	20.681012
40	Канта		1	44.253455	20.680582
41	Канта		2	44.253477	20.680796
42	Канта		2	44.253483	20.680965
43	Контејнер	1		44.253345	20.681916
44	Канта		1	44.253459	20.68224
45	Канта		2	44.253504	20.682323
46	Канта		1	44.253843	20.68258
47	Канта		1	44.253656	20.682746
48	Канта		2	44.253535	20.682966
49	Канта		1	44.253413	20.683311
50	Канта		2	44.253384	20.68349
51	Канта		1	44.253279	20.683677
52	Канта		2	44.253145	20.684033
53	Канта		2	44.253097	20.684208
54	Канта		1	44.252985	20.684459
55	Канта		1	44.253034	20.684715
56	Канта		1	44.252524	20.684515
57	Канта		2	44.252548	20.684253
58	Канта		2	44.252615	20.683899
59	Контејнер	1		44.252662	20.68364
60	Канта		2	44.252751	20.68339
61	Канта		2	44.252742	20.683323
62	Канта		2	44.252807	20.682897
63	Канта		2	44.252746	20.682163
64	Канта		2	44.252705	20.681898
65	Канта		2	44.252708	20.681697
66	Канта		1	44.252952	20.68145
67	Канта		2	44.25154	20.68163
68	Канта		3	44.2516	20.681683
69	Канта		2	44.251782	20.68174
70	Канта		2	44.251888	20.681797
71	Канта		1	44.252038	20.681917
72	Канта		2	44.252296	20.682267
73	Канта		1	44.252285	20.682344
74	Канта		1	44.252362	20.682673
75	Канта		2	44.252132	20.682914
76	Канта		1	44.252155	20.683011
77	Канта		1	44.252132	20.683052

78	Канта		2	44.252053	20.683524
79	Канта		3	44.251993	20.683681
80	Канта		2	44.251889	20.684064
81	Канта		1	44.251867	20.684288
82	Канта		2	44.251791	20.68465
83	Канта		1	44.251904	20.684978
84	Канта		1	44.250961	20.685525
85	Канта		2	44.251048	20.685133
86	Канта		1	44.251079	20.684693
87	Канта		2	44.251127	20.684374
88	Контејнер	1		44.251234	20.683903
89	Канта		1	44.251259	20.682769
90	Контејнер	2		44.247101	20.680854
91	Канта		1	44.24738	20.682882
92	Контејнер	1		44.247075	20.68342
93	Канта		2	44.250089	20.684439
94	Канта		1	44.24965	20.685413
95	Канта		2	44.249568	20.685879
96	Канта		1	44.250253	20.685857
97	Канта		2	44.25018	20.685837
98	Канта		3	44.250007	20.685916
99	Канта		2	44.248087	20.686891
100	Контејнер	1		44.248923	20.686396
101	Канта		1	44.249233	20.686335
102	Канта		1	44.249398	20.686197
103	Канта		2	44.249457	20.686055
104	Канта		2	44.250107	20.684432
105	Канта		1	44.250686	20.68382
106	Канта		2	44.250956	20.683172
107	Канта		2	44.250929	20.683073
108	Канта		2	44.251651	20.68266
109	Канта		1	44.251896	20.682675
110	Канта		3	44.251935	20.682676
111	Контејнер	1		44.256564	20.682859
112	Контејнер	1		44.255989	20.684234
113	Контејнер	1		44.246342	20.691182
114	Контејнер	1		44.24531	20.691714
115	Контејнер	1		44.242474	20.695356
116	Контејнер	1		44.242068	20.697464
117	Контејнер	1		44.241888	20.700899
118	Контејнер	2		44.258634	20.683582

119	Канта		1	44.264632	20.686373
120	Канта		3	44.26527	20.686598
121	Канта		1	44.265371	20.686631
122	Канта		1	44.266074	20.686777
123	Канта		2	44.266889	20.686814
124	Канта		2	44.267022	20.686809
125	Канта		2	44.267311	20.686748
126	Канта		2	44.267708	20.686767
127	Канта		2	44.268302	20.686963
128	Канта		1	44.26872	20.68708
129	Канта		1	44.268842	20.687166
130	Контејнер	1		44.26599	20.688016
131	Канта		1	44.264815	20.689133
132	Канта		1	44.264858	20.688649
133	Канта		2	44.264853	20.688429
134	Канта		2	44.264826	20.687956
135	Канта		1	44.26483	20.687857
136	Канта		2	44.264861	20.687406
137	Канта		2	44.264869	20.687077
138	Канта		1	44.264893	20.686858
139	Контејнер	1		44.264298	20.686158
140	Канта		2	44.263875	20.686085
141	Канта		2	44.263683	20.685981
142	Канта		2	44.263259	20.685911
143	Канта		1	44.263034	20.685828
144	Канта		1	44.262911	20.685733
145	Канта		2	44.262683	20.685691
146	Канта		2	44.26259	20.685635
147	Канта		1	44.262307	20.685576
148	Контејнер	1		44.261811	20.685438
149	Канта		2	44.259727	20.685634
150	Канта		2	44.259856	20.686065
151	Канта		1	44.261192	20.686327
152	Канта		1	44.260924	20.686305
153	Канта		2	44.260384	20.686335
154	Канта		3	44.260171	20.686306
155	Канта		2	44.259964	20.686357
156	Канта		1	44.259996	20.686596
157	Канта		1	44.26007	20.687047
158	Канта		2	44.259513	20.687039
159	Канта		3	44.259274	20.686842

160	Канта		2	44.259481	20.686972
161	Канта		1	44.260167	20.687602
162	Контејнер	2		44.260515	20.688964
163	Контејнер	2		44.261895	20.695052
164	Канта		2	44.261396	20.693191
165	Канта		1	44.261088	20.691878
166	Канта		2	44.2608	20.690782
167	Канта		1	44.260772	20.690249
168	Канта		2	44.261408	20.69025
169	Канта		1	44.260985	20.690356
170	Канта		3	44.259807	20.690392
171	Канта		2	44.259779	20.690541
172	Канта		1	44.25976	20.690575
173	Канта		2	44.259583	20.690964
174	Канта		1	44.259532	20.69112
175	Канта		2	44.258958	20.691516
176	Канта		2	44.257207	20.694539
177	Контејнер	1		44.257304	20.697178
178	Контејнер	1		44.260077	20.698524
179	Контејнер	1		44.263163	20.700944
180	Контејнер	1		44.266865	20.702736
181	Контејнер	1		44.267595	20.699213
182	Контејнер	1		44.269973	20.698765
183	Контејнер	1		44.270304	20.697129
184	Контејнер	1		44.270177	20.693043
185	Контејнер	1		44.269745	20.692859
186	Контејнер	2		44.266429	20.685949
Укупно:		87	203		

Прилог III: Места прикупљања која се опслужују средом

Место прикупљања		Количина		Координате	
		Контејнери	Канте	N (°)	E (°)
1	Контејнер	1		44.252709	20.688811
2	Контејнер	1		44.252293	20.687123
3	Контејнер	1		44.252452	20.686855
4	Контејнер	2		44.252746	20.686425
5	Контејнер	1		44.253629	20.684319
6	Контејнер	2		44.254394	20.681785
7	Контејнер	2		44.254507	20.680685
8	Контејнер	2		44.254673	20.68014
9	Контејнер	1		44.25496	20.680115
10	Контејнер	1		44.255368	20.680354
11	Контејнер	2		44.255765	20.681071
12	Контејнер	1		44.256146	20.681774
13	Контејнер	3		44.256084	20.681909
14	Канта		3	44.255055	20.681933
15	Контејнер	2		44.254626	20.679183
16	Контејнер	2		44.254031	20.677682
17	Контејнер	1		44.253427	20.677302
18	Контејнер	2		44.251819	20.680498
19	Контејнер	2		44.247051	20.680753
20	Контејнер	1		44.24981	20.681969
21	Контејнер	1		44.251501	20.683102
22	Канта		1	44.253289	20.681699
23	Контејнер	3		44.253555	20.67933
24	Контејнер	2		44.253907	20.67946
25	Контејнер	1		44.25488	20.677841
26	Контејнер	1		44.255087	20.67735
27	Контејнер	1		44.255792	20.67561
28	Контејнер	1		44.256015	20.675042
29	Контејнер	1		44.25652	20.674503
30	Контејнер	2		44.2531	20.67556
31	Контејнер	1		44.253525	20.676153
32	Контејнер	2		44.253896	20.675578
33	Контејнер	1		44.25292	20.676707
34	Канта		2	44.25009	20.676365
35	Контејнер	1		44.248513	20.676071
36	Контејнер	1		44.247994	20.676197

37	Контејнер	1		44.242869	20.676681
38	Контејнер	1		44.239736	20.677562
39	Контејнер	1		44.246128	20.679143
40	Контејнер	1		44.246295	20.677619
41	Канта		2	44.252285	20.675724
42	Контејнер	2		44.25531	20.678894
43	Канта		1	44.255529	20.679176
44	Контејнер	2		44.25561	20.679368
45	Контејнер	2		44.256148	20.680217
46	Канта		1	44.25659	20.680791
47	Канта		4	44.256696	20.681
48	Канта		1	44.257012	20.6815
49	Канта		2	44.257183	20.681678
50	Контејнер	2		44.257296	20.681875
51	Контејнер	2		44.257418	20.682121
52	Контејнер	1		44.258012	20.681569
53	Контејнер	2		44.257625	20.681063
54	Канта		1	44.258617	20.683648
55	Канта		1	44.259628	20.682883
56	Канта		1	44.260179	20.682666
57	Канта		1	44.260382	20.682728
58	Канта		2	44.260504	20.682754
59	Канта		1	44.260777	20.682974
60	Канта		1	44.260967	20.683055
61	Канта		1	44.261085	20.68311
62	Канта		1	44.26121	20.683174
63	Канта		1	44.261219	20.683179
64	Канта		1	44.261443	20.683258
65	Канта		1	44.261669	20.683298
66	Канта		2	44.26173	20.683335
67	Канта		1	44.262159	20.683495
68	Канта		1	44.262499	20.68248
69	Канта		1	44.262389	20.683149
70	Канта		2	44.262133	20.684305
71	Канта		2	44.26174	20.684435
72	Канта		2	44.260445	20.68354
73	Канта		2	44.260298	20.683659
74	Канта		1	44.260221	20.683765
75	Контејнер	1		44.260079	20.683907
76	Канта		1	44.259982	20.683964
77	Канта		1	44.259901	20.684084

78	Канта		1	44.259678	20.684181
79	Контејнер	1		44.259532	20.684262
80	Контејнер	1		44.249792	20.688845
81	Контејнер	1		44.246348	20.691182
82	Контејнер	1		44.245282	20.691775
83	Контејнер	1		44.24243	20.695305
84	Контејнер	1		44.242037	20.697386
85	Контејнер	1		44.241904	20.700893
86	Контејнер	2		44.241474	20.707289
87	Канта		2	44.252466	20.690668
88	Канта		1	44.258122	20.681438
89	Канта		1	44.258801	20.681505
90	Канта		1	44.259347	20.681131
91	Канта		1	44.259464	20.680734
92	Канта		2	44.258389	20.680398
93	Канта		1	44.258452	20.68052
94	Канта		2	44.258566	20.680501
95	Канта		1	44.258626	20.680532
96	Канта		2	44.258779	20.680558
97	Канта		2	44.258882	20.68056
98	Контејнер	1		44.259027	20.680588
99	Канта		1	44.259575	20.680587
100	Канта		1	44.259793	20.680271
101	Канта		2	44.260001	20.680083
102	Канта		2	44.260145	20.679888
103	Канта		2	44.260636	20.679341
104	Канта		1	44.260761	20.679205
105	Канта		1	44.260729	20.679014
106	Канта		2	44.260689	20.678872
107	Канта		2	44.260757	20.678736
108	Канта		2	44.260698	20.678404
109	Канта		1	44.26071	20.678326
110	Канта		2	44.260702	20.678254
111	Канта		2	44.26199	20.679201
112	Канта		1	44.261988	20.679195
113	Канта		1	44.26194	20.678481
114	Канта		1	44.261858	20.678065
115	Канта		4	44.261809	20.678037
116	Канта		2	44.261689	20.67799
117	Канта		2	44.261449	20.677878
118	Канта		1	44.261181	20.677782

119	Канта		2	44.260976	20.677724
120	Канта		1	44.260834	20.677732
121	Канта		3	44.26062	20.677461
122	Канта		1	44.260533	20.676703
123	Канта		1	44.260505	20.676434
124	Канта		1	44.260511	20.676338
125	Канта		1	44.260899	20.675893
126	Канта		2	44.260069	20.676234
127	Канта		2	44.260023	20.676744
128	Канта		2	44.259947	20.676995
129	Канта		2	44.259918	20.677103
130	Канта		1	44.259785	20.677432
131	Канта		1	44.259222	20.677095
132	Канта		1	44.25908	20.677378
133	Канта		1	44.259101	20.67756
134	Канта		2	44.25913	20.677758
135	Канта		2	44.259108	20.678824
136	Канта		1	44.259116	20.678451
137	Канта		1	44.259131	20.678305
138	Канта		1	44.259167	20.678128
139	Канта		1	44.25932	20.677872
140	Канта		2	44.259579	20.67784
141	Канта		1	44.259784	20.677819
142	Канта		1	44.260203	20.677811
143	Канта		2	44.260183	20.678367
144	Канта		1	44.260132	20.678392
145	Канта		1	44.259905	20.678697
146	Канта		1	44.259816	20.678805
147	Канта		1	44.259768	20.678857
148	Канта		2	44.259706	20.678941
149	Канта		1	44.259428	20.679164
150	Канта		1	44.259328	20.679171
151	Канта		1	44.259153	20.679237
152	Канта		1	44.259004	20.679262
153	Канта		2	44.258762	20.679314
154	Канта		1	44.258578	20.679079
155	Канта		2	44.258443	20.679007
156	Канта		1	44.258125	20.678849
157	Канта		2	44.257697	20.678667
158	Канта		1	44.257383	20.678566
159	Канта		2	44.257301	20.677596

160	Канта		1	44.257343	20.677496
161	Канта		1	44.257603	20.677408
162	Канта		1	44.258013	20.677673
163	Канта		1	44.258219	20.677718
164	Канта		2	44.258405	20.677805
165	Канта		1	44.25855	20.677913
166	Канта		2	44.258569	20.677894
167	Контејнер	1		44.258631	20.677911
168	Контејнер	2		44.257596	20.683333
169	Контејнер	2		44.260485	20.688984
170	Контејнер	1		44.261844	20.694956
171	Контејнер	3		44.261154	20.68546
172	Контејнер	1		44.263577	20.687117
173	Контејнер	1		44.269876	20.692877
174	Контејнер	1		44.270449	20.693039
Укупно:		89	162		

Прилог IV: Места прикупљања која се опслужују четвртком

Место прикупљања		Количина		Координате	
		Контејнери	Канте		
				N (°)	E (°)
1	Контејнер	1		44.25276	20.688826
2	Контејнер	1		44.252983	20.688124
3	Контејнер	1		44.231741	20.679621
4	Контејнер	1		44.239716	20.677449
5	Контејнер	1		44.246243	20.677824
6	Канта		2	44.248088	20.676167
7	Контејнер	1		44.248615	20.676057
8	Канта		2	44.250208	20.67635
9	Канта		2	44.253088	20.678952
10	Канта		1	44.252594	20.679925
11	Канта		1	44.252434	20.68019
12	Контејнер	3		44.253432	20.679316
13	Контејнер	2		44.25397	20.67935
14	Контејнер	1		44.254975	20.67998
15	Контејнер	2		44.25573	20.681092
16	Контејнер	2		44.256189	20.681808
17	Контејнер	1		44.253568	20.684508
18	Контејнер	2		44.254373	20.681748
19	Контејнер	2		44.254522	20.680588
20	Канта	3		44.254623	20.679841
21	Канта	2		44.254661	20.679079
22	Контејнер	2		44.254709	20.67874
23	Контејнер	2		44.25532	20.679162
24	Контејнер	2		44.256114	20.680305
25	Контејнер	2		44.256528	20.680869
26	Контејнер	2		44.257365	20.682181
27	Контејнер	2		44.258026	20.681532
28	Контејнер	2		44.254032	20.677628
29	Контејнер	1		44.253433	20.677319
30	Контејнер	2		44.253154	20.675507
31	Контејнер	1		44.253516	20.676113
32	Контејнер	1		44.254384	20.676831
33	Контејнер	2		44.253926	20.675611
34	Контејнер	2		44.252907	20.676698
35	Контејнер	1		44.254784	20.677838
36	Контејнер	1		44.255112	20.677334

37	Контејнер	1		44.255776	20.675639
38	Контејнер	1		44.256731	20.674441
39	Контејнер	1		44.257667	20.67268
40	Канта		1	44.255375	20.673995
41	Канта		2	44.253045	20.684753
42	Канта		1	44.252718	20.684853
43	Канта		3	44.252578	20.684944
44	Канта		2	44.252539	20.685136
45	Канта		2	44.252522	20.685545
46	Канта + Контејнер	1	1	44.252346	20.685745
47	Канта		2	44.252299	20.685905
48	Канта		1	44.25215	20.686081
49	Канта		2	44.252016	20.686187
50	Канта		1	44.251875	20.686333
51	Канта		1	44.251733	20.686465
52	Канта		3	44.25161	20.686615
53	Канта		2	44.251401	20.686814
54	Канта		4	44.251279	20.687036
55	Канта		2	44.251101	20.687156
56	Канта		1	44.250926	20.687282
57	Канта		2	44.250882	20.687395
58	Канта		3	44.250761	20.687394
59	Канта		2	44.250572	20.687418
60	Канта		2	44.249974	20.68792
61	Канта		2	44.249728	20.688313
62	Контејнер	1		44.249541	20.688472
63	Канта		2	44.249987	20.688825
64	Канта		2	44.247377	20.688764
65	Канта		2	44.247612	20.688784
66	Канта		2	44.247693	20.68878
67	Канта		1	44.248189	20.688728
68	Канта		2	44.248391	20.688701
69	Канта		1	44.248513	20.688733
70	Канта		2	44.248714	20.688676
71	Канта		2	44.249381	20.688485
72	Канта		2	44.249515	20.687324
73	Канта		1	44.249242	20.687491
74	Канта		1	44.249711	20.687149
75	Канта		2	44.249768	20.687063
76	Канта		2	44.24992	20.686863
77	Канта		1	44.250235	20.686699

78	Канта		2	44.250475	20.686572
79	Канта		2	44.25056	20.686504
80	Канта		1	44.250671	20.686459
81	Канта		2	44.250753	20.686424
82	Канта		1	44.25081	20.686312
83	Канта		2	44.25095	20.686136
84	Канта		2	44.251111	20.685955
85	Канта		1	44.25137	20.685654
86	Канта		2	44.251472	20.685552
87	Канта		1	44.251546	20.685475
88	Канта		2	44.251681	20.68533
89	Канта		1	44.251774	20.685265
90	Канта		2	44.251857	20.685113
91	Канта		2	44.252132	20.684862
92	Канта		1	44.252271	20.684822
93	Контејнер	1		44.252358	20.684818
94	Контејнер	2		44.251392	20.683219
95	Канта		1	44.246971	20.680767
96	Канта		2	44.250862	20.68205
97	Канта		1	44.251065	20.681893
98	Канта		3	44.251135	20.68171
99	Канта		2	44.251267	20.681495
100	Канта		2	44.251469	20.681198
101	Канта		1	44.251205	20.680375
102	Канта		1	44.250507	20.681076
103	Канта		2	44.250538	20.680882
104	Канта		1	44.250617	20.680564
105	Канта		1	44.250658	20.680277
106	Канта		2	44.250691	20.68013
107	Канта		1	44.250884	20.679291
108	Контејнер	1		44.250975	20.678954
109	Канта		1	44.251568	20.679249
110	Канта		1	44.2501	20.678044
111	Канта		1	44.250224	20.678173
112	Канта		1	44.250293	20.678349
113	Канта		2	44.250396	20.678413
114	Канта		1	44.250543	20.678621
115	Канта		1	44.250844	20.67887
116	Канта		1	44.251079	20.678707
117	Канта		2	44.251147	20.678477
118	Канта		2	44.251229	20.678171

119	Канта		1	44.251257	20.678051
120	Канта		2	44.251236	20.677816
121	Канта		1	44.251355	20.677591
122	Канта		2	44.250866	20.677686
123	Канта		1	44.250694	20.677566
124	Канта		2	44.250599	20.677421
125	Канта		1	44.250559	20.677419
126	Канта		3	44.250177	20.67699
127	Канта		2	44.249932	20.67705
128	Канта		2	44.248967	20.677288
129	Канта		1	44.248749	20.677292
130	Канта		2	44.247977	20.677134
131	Канта		1	44.247456	20.677239
132	Контејнер	1		44.247183	20.677236
133	Канта + Контејнер	1	1	44.229023	20.678697
134	Контејнер	1		44.226799	20.680161
135	Контејнер	1		44.226319	20.68093
136	Контејнер	1		44.224788	20.693914
137	Контејнер	1		44.230801	20.69394
138	Контејнер	1		44.232109	20.697438
139	Контејнер	1		44.234238	20.692807
140	Контејнер	1		44.23794	20.697233
141	Контејнер	1		44.234256	20.700074
142	Контејнер	1		44.237592	20.703159
143	Контејнер	1		44.239419	20.704516
144	Контејнер	1		44.241446	20.707332
145	Контејнер	1		44.241915	20.700636
146	Контејнер	1		44.242129	20.697275
147	Контејнер	1		44.242603	20.695097
148	Контејнер	1		44.246419	20.691222
149	Контејнер	2		44.245381	20.691677
150	Контејнер	2		44.25245	20.690689
151	Контејнер	2		44.258565	20.683723
152	Контејнер	2		44.260468	20.688893
153	Контејнер	1		44.26186	20.695059
154	Контејнер	1		44.26107	20.685515
155	Контејнер	1		44.264399	20.686034
156	Контејнер	1		44.265962	20.687944
157	Контејнер	1		44.269837	20.692891
158	Контејнер	1		44.270322	20.69307
159	Контејнер	1		44.271825	20.693392

160	Контејнер	1		44.276811	20.696229
161	Контејнер	1		44.276987	20.696822
162	Контејнер	1		44.281612	20.699398
163	Контејнер	1		44.284167	20.69805
164	Канта		1	44.265762	20.684255
Укупно:		96	155		

Прилог V: Места прикупљања која се опслужују петком

Место прикупљања		Количина		Координате	
		Контејнери	Канте	N (°)	E (°)
1	Контејнер	2		44.252816	20.688852
2	Контејнер	1		44.252486	20.69073
3	Контејнер	2		44.252335	20.687054
4	Контејнер	1		44.252825	20.686282
5	Контејнер	1		44.252322	20.687023
6	Контејнер	2		44.252262	20.685856
7	Контејнер	1		44.25365	20.684366
8	Контејнер	2		44.254372	20.681863
9	Контејнер	1		44.25454	20.680593
10	Контејнер	2		44.254648	20.679932
11	Контејнер	1		44.254863	20.679935
12	Контејнер	1		44.25546	20.680297
13	Контејнер	2		44.255738	20.68112
14	Контејнер	1		44.256097	20.681746
15	Контејнер	3		44.256145	20.682127
16	Контејнер	1		44.255071	20.681947
17	Канта		2	44.254686	20.679027
18	Контејнер	2		44.254672	20.678775
19	Контејнер	2		44.255451	20.679128
20	Контејнер	2		44.256093	20.6802
21	Контејнер	2		44.256509	20.680813
22	Контејнер	2		44.257422	20.682045
23	Контејнер	1		44.25795	20.681646
24	Контејнер	2		44.259444	20.680732
25	Контејнер	2		44.254033	20.677606
26	Контејнер	3		44.253388	20.677319
27	Контејнер	2		44.253947	20.679412
28	Контејнер	1		44.254848	20.677825
29	Контејнер	1		44.255041	20.677436
30	Контејнер	1		44.255749	20.675627
31	Контејнер	1		44.256005	20.674999
32	Контејнер	1		44.256571	20.674458
33	Контејнер	2		44.25302	20.675569
34	Контејнер	2		44.253547	20.676072
35	Контејнер	1		44.252909	20.676571
36	Канта		3	44.2501	20.676338

37	Контејнер	1		44.248529	20.676085
38	Контејнер	1		44.248031	20.67617
39	Контејнер	1		44.242841	20.676659
40	Контејнер	1		44.239736	20.677552
41	Контејнер	1		44.246282	20.67778
42	Контејнер	2		44.251806	20.680537
43	Контејнер	1		44.24718	20.680766
44	Контејнер	1		44.2513	20.683938
45	Контејнер	1		44.25153	20.683171
46	Канта		2	44.253319	20.681735
47	Канта		2	44.255209	20.682888
48	Канта		2	44.255312	20.682921
49	Канта		1	44.255522	20.682932
50	Канта		2	44.255952	20.682556
51	Канта		1	44.256599	20.681435
52	Канта		1	44.254923	20.683262
53	Канта		2	44.254849	20.683469
54	Канта		1	44.254752	20.683798
55	Канта		1	44.254681	20.683984
56	Канта		1	44.254572	20.684084
57	Канта		1	44.254509	20.68425
58	Канта		1	44.254394	20.68461
59	Канта		1	44.254281	20.684822
60	Канта		1	44.254192	20.685001
61	Канта		2	44.253741	20.685291
62	Канта		1	44.253843	20.685244
63	Канта		1	44.253946	20.685275
64	Канта		1	44.25435	20.685257
65	Канта		1	44.254429	20.685256
66	Канта		1	44.254179	20.686115
67	Канта		1	44.254219	20.686032
68	Канта		2	44.254349	20.685975
69	Канта		2	44.254336	20.685832
70	Канта		2	44.254396	20.685805
71	Канта		1	44.254462	20.685659
72	Канта		1	44.254485	20.68556
73	Канта		2	44.254589	20.685469
74	Канта		2	44.254748	20.685186
75	Канта		1	44.254879	20.684981
76	Канта		1	44.254918	20.684936
77	Канта		2	44.254991	20.684746

78	Канта		2	44.255062	20.684667
79	Канта		1	44.255123	20.684558
80	Канта		1	44.255259	20.684221
81	Канта		1	44.255393	20.684097
82	Канта		1	44.255437	20.683911
83	Канта		1	44.255546	20.683724
84	Канта		1	44.255515	20.683638
85	Канта		1	44.255571	20.683548
86	Канта		2	44.255642	20.683415
87	Канта		1	44.255725	20.683159
88	Контејнер	1		44.255749	20.683077
89	Канта		1	44.256589	20.682905
90	Канта		2	44.249035	20.689493
91	Канта		2	44.248497	20.68955
92	Канта		2	44.247696	20.690369
93	Контејнер	1		44.245805	20.691179
94	Канта		1	44.245397	20.691717
95	Канта		2	44.24876	20.689692
96	Канта		1	44.249061	20.689641
97	Канта		1	44.249209	20.68964
98	Канта		2	44.249428	20.689544
99	Канта		1	44.249751	20.689254
100	Канта		1	44.249816	20.688898
101	Канта		1	44.248188	20.689677
102	Канта		2	44.248007	20.689666
103	Канта		1	44.247946	20.689682
104	Канта		2	44.247815	20.689698
105	Канта		1	44.247611	20.689743
106	Канта		2	44.247532	20.689819
107	Канта		2	44.24679	20.690152
108	Канта		3	44.246753	20.690163
109	Канта		2	44.246361	20.690301
110	Контејнер	1		44.246067	20.690356
111	Канта		1	44.245586	20.69025
112	Канта		1	44.245623	20.689644
113	Канта		1	44.24544	20.690332
114	Канта		2	44.244029	20.692077
115	Канта		2	44.244239	20.692201
116	Канта		1	44.243095	20.692717
117	Канта		1	44.243185	20.69351
118	Канта		2	44.243098	20.69379

119	Канта		1	44.242903	20.694225
120	Контејнер	1		44.242867	20.694367
121	Контејнер	1		44.242542	20.695311
122	Канта		1	44.241761	20.695955
123	Канта		2	44.240998	20.696056
124	Канта		2	44.240856	20.695936
125	Канта		2	44.240608	20.695806
126	Контејнер	1		44.240501	20.695806
127	Канта		1	44.240011	20.695543
128	Контејнер	1		44.239149	20.69515
129	Канта		1	44.242141	20.69748
130	Канта		2	44.242035	20.697991
131	Канта		1	44.241911	20.6993
132	Контејнер	1		44.241573	20.700264
133	Контејнер	1		44.240242	20.699948
134	Канта		1	44.241914	20.700862
135	Канта		2	44.24869	20.702144
136	Контејнер	1		44.248933	20.700862
137	Канта		1	44.249275	20.697949
138	Канта		2	44.249567	20.69695
139	Канта		1	44.249536	20.696421
140	Канта		1	44.250259	20.689254
141	Канта		2	44.249889	20.690024
142	Канта		1	44.249802	20.690638
143	Канта		1	44.249794	20.690863
144	Канта		2	44.249782	20.691027
145	Канта		1	44.249764	20.691423
146	Канта		2	44.249708	20.691699
147	Канта		1	44.249709	20.691959
148	Канта		2	44.249734	20.692792
149	Канта		1	44.24968	20.693203
150	Канта		1	44.249628	20.693616
151	Канта		2	44.249623	20.693829
152	Канта		2	44.249615	20.694059
153	Канта		2	44.249529	20.694418
154	Канта		1	44.249551	20.694954
155	Канта		2	44.249539	20.695112
156	Канта		1	44.249563	20.695518
157	Канта		2	44.249573	20.695988
158	Контејнер	1		44.249515	20.69652
159	Канта		1	44.254397	20.687651

160	Канта		2	44.258632	20.683641
161	Контејнер	1		44.260464	20.689049
162	Контејнер	1		44.261757	20.694896
163	Контејнер	1		44.261116	20.685457
164	Контејнер	2		44.26197	20.68552
165	Контејнер	1		44.263284	20.687282
166	Контејнер	1		44.265722	20.687114
167	Контејнер	1		44.26989	20.692927
168	Контејнер	1		44.270475	20.693025
169	Контејнер	1		44.265959	20.687897
170	Контејнер	1		44.266347	20.686058
171	Канта		2	44.265718	20.684191
Укупно:		86	156		

Прилог VI: Места прикупљања која се опслужују суботом

Редни број		Количина	Координате	
		Контејнери		
			N (°)	E (°)
1	Контејнер	1	44.25276	20.688826
2	Контејнер	1	44.252983	20.688124
3	Контејнер	2	44.231741	20.679621
4	Контејнер	1	44.239716	20.677449
5	Контејнер	1	44.246243	20.677824
6	Контејнер	2	44.248615	20.676057
7	Контејнер	1	44.253432	20.679316
8	Контејнер	1	44.25397	20.67935
9	Контејнер	1	44.254975	20.67998
10	Контејнер	2	44.25573	20.681092
11	Контејнер	1	44.256189	20.681808
12	Контејнер	3	44.253568	20.684508
13	Контејнер	1	44.254373	20.681748
14	Контејнер	1	44.254522	20.680588
15	Контејнер	2	44.254709	20.67874
16	Контејнер	2	44.25532	20.679162
17	Контејнер	1	44.256114	20.680305
18	Контејнер	2	44.256528	20.680869
19	Контејнер	2	44.257365	20.682181
20	Контејнер	3	44.258026	20.681532
21	Контејнер	2	44.254032	20.677628
22	Контејнер	2	44.253433	20.677319
23	Контејнер	1	44.253154	20.675507
24	Контејнер	1	44.253516	20.676113
25	Контејнер	1	44.254384	20.676831
26	Контејнер	2	44.253926	20.675611
27	Контејнер	2	44.252907	20.676698
28	Контејнер	2	44.254784	20.677838
29	Контејнер	1	44.255112	20.677334
30	Контејнер	2	44.255776	20.675639
31	Контејнер	1	44.256731	20.674441
32	Контејнер	1	44.257667	20.67268
33	Контејнер	2	44.249541	20.688472
34	Контејнер	2	44.252358	20.684818
35	Контејнер	1	44.251392	20.683219
36	Контејнер	1	44.250975	20.678954

37	Контејнер	1	44.247183	20.677236
38	Контејнер	1	44.229023	20.678697
39	Контејнер	1	44.226799	20.680161
40	Контејнер	2	44.226319	20.68093
41	Контејнер	1	44.224788	20.693914
42	Контејнер	1	44.230801	20.69394
43	Контејнер	1	44.232109	20.697438
44	Контејнер	2	44.234238	20.692807
45	Контејнер	1	44.23794	20.697233
46	Контејнер	1	44.234256	20.700074
47	Контејнер	1	44.237592	20.703159
48	Контејнер	1	44.239419	20.704516
49	Контејнер	1	44.241446	20.707332
50	Контејнер	1	44.241915	20.700636
51	Контејнер	2	44.242129	20.697275
52	Контејнер	1	44.242603	20.695097
53	Контејнер	2	44.246419	20.691222
54	Контејнер	1	44.245381	20.691677
55	Контејнер	1	44.25245	20.690689
56	Контејнер	2	44.258565	20.683723
57	Контејнер	1	44.260468	20.688893
58	Контејнер	1	44.26186	20.695059
59	Контејнер	1	44.26107	20.685515
60	Контејнер	1	44.264399	20.686034
61	Контејнер	1	44.265962	20.687944
62	Контејнер	2	44.269837	20.692891
63	Контејнер	2	44.270322	20.69307
64	Контејнер	1	44.271825	20.693392
65	Контејнер	1	44.276811	20.696229
66	Контејнер	2	44.276987	20.696822
67	Контејнер	1	44.281612	20.699398
68	Контејнер	2	44.284167	20.69805
Укупно:		96		

Прилог VII: Места прикупљања која се опслужују недељом

Редни број		Количина		
		Контејнери	Координате	
			N (°)	E (°)
1	Контејнер	1	44.252816	20.688852
2	Контејнер	1	44.252486	20.69073
3	Контејнер	1	44.252335	20.687054
4	Контејнер	1	44.252825	20.686282
5	Контејнер	1	44.252322	20.687023
6	Контејнер	2	44.252262	20.685856
7	Контејнер	1	44.25365	20.684366
8	Контејнер	1	44.254372	20.681863
9	Контејнер	1	44.25454	20.680593
10	Контејнер	1	44.254648	20.679932
11	Контејнер	1	44.254863	20.679935
12	Контејнер	3	44.25546	20.680297
13	Контејнер	2	44.255738	20.68112
14	Контејнер	1	44.256097	20.681746
15	Контејнер	2	44.256145	20.682127
16	Контејнер	2	44.255071	20.681947
17	Контејнер	1	44.254672	20.678775
18	Контејнер	2	44.255451	20.679128
19	Контејнер	2	44.256093	20.6802
20	Контејнер	3	44.256509	20.680813
21	Контејнер	2	44.257422	20.682045
22	Контејнер	2	44.25795	20.681646
23	Контејнер	2	44.259444	20.680732
24	Контејнер	2	44.254033	20.677606
25	Контејнер	2	44.253388	20.677319
26	Контејнер	2	44.253947	20.679412
27	Контејнер	2	44.254848	20.677825
28	Контејнер	2	44.255041	20.677436
29	Контејнер	1	44.255749	20.675627
30	Контејнер	2	44.256005	20.674999
31	Контејнер	1	44.256571	20.674458
32	Контејнер	1	44.25302	20.675569
33	Контејнер	2	44.253547	20.676072
34	Контејнер	2	44.252909	20.676571
35	Контејнер	1	44.248529	20.676085

36	Контејнер	1	44.248031	20.67617
37	Контејнер	1	44.242841	20.676659
38	Контејнер	1	44.239736	20.677552
39	Контејнер	1	44.246282	20.67778
40	Контејнер	1	44.251806	20.680537
41	Контејнер	1	44.24718	20.680766
42	Контејнер	1	44.2513	20.683938
43	Контејнер	1	44.25153	20.683171
44	Контејнер	1	44.255749	20.683077
45	Контејнер	1	44.245805	20.691179
46	Контејнер	1	44.246067	20.690356
47	Контејнер	1	44.242867	20.694367
48	Контејнер	1	44.242542	20.695311
49	Контејнер	1	44.240501	20.695806
50	Контејнер	1	44.239149	20.69515
51	Контејнер	1	44.241573	20.700264
52	Контејнер	1	44.240242	20.699948
53	Контејнер	1	44.248933	20.700862
54	Контејнер	1	44.249515	20.69652
55	Контејнер	1	44.254397	20.687651
56	Контејнер	1	44.258632	20.683641
57	Контејнер	1	44.260464	20.689049
58	Контејнер	2	44.261757	20.694896
59	Контејнер	1	44.261116	20.685457
60	Контејнер	1	44.26197	20.68552
61	Контејнер	1	44.263284	20.687282
62	Контејнер	1	44.265722	20.687114
63	Контејнер	1	44.26989	20.692927
64	Контејнер	1	44.270475	20.693025
Укупно:		86		

Прилог VIII: Број становника и површина комерцијалних објеката у свим улицама Тополе

Редни број	Улица	Број становника	Површина комерцијалних објеката
1.	Булевар вожда Карађорђа	432	2669
2.	Солунских ратника	120	45
3.	Јована Скерлића	188	45
4.	Радоја Домановића	48	
5.	Принца Томислава Карађорђевића	408	225
6.	Миливоја Петровића Блазнавца	120	204
7.	Булевар краља Александра	304	1630
8.	Краљице Марије	44	
9.	Књегинје Зорке	164	490
10.	Авенија краља Петра I	136	
11.	Шумадијска	52	25
12.	Ђурђевданска	132	
13.	Стефана Немање	64	
14.	12-ог октобра	132	
15.	Кнеза Александра Карађорђевића	192	
16.	Крагујевачка	200	
17.	Сретењска	80	
18.	Опленачка	112	
19.	Архимандрита А. Јовановића	40	
20.	Николе Граовца	96	
21.	Косте Ј. Јовановића	56	
22.	Јасеничка	88	
23.	Милоша Обилића	44	
24.	Карађорђева	164	80
25.	Владике Николаја Велимировића	8	
26.	1300 Каплара	44	
27.	Поп Луке Лазаревића	112	
28.	Крајишких Бригада	124	189
29.	Ђуре Јакшића	68	
30.	Слободана Радошевића	28	
31.	Пилота Михајла Петровића	44	
32.	Драгољуба Драшковића	36	
33.	Николе Тесле	12	
34.	Пилота Ивана Томића	60	
35.	Миолована Миловановића	152	

36.	Иве Андрића	84	
37.	Булевар вожда Карађорђа (наставак)	192	535
38.	Никољска	60	
39.	Војводе Петра Бојовића	76	
40.	Живојина Мишића	28	
41.	Милутина Тодоровића	36	
42.	Каменичка	88	
43.	Светозара Ђорђевића	40	
44.	Душана Баранина	12	
45.	Десимира Благојевића	76	
46.	Деспота Стефана Лазаревића	44	
47.	Војводе Радомира Путника	60	
48.	Владике Саве	28	
49.	Михајла Петровића Аласа	88	
50.	Таковска	12	
51.	Петра Буљубаше	40	
52.	Светозара Марковића	72	
53.	Душана Радовића	92	100
54.	Жртава крагујевачког октобра	100	
55.	Сурепова	212	
Укупно:		5.544	6.237