

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Милош Н. Јовичић

**Оптимизација управљања денталним
отпадом применом географских
информационих система**

завршни рад

Крагујевац, 2013.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Управљање развојем

Број индекса: 20/2010

Милош Н. Јовичић

**Оптимизација управљања денталним
отпадом применом географских
информационих система
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Миладин Стефановић, ред. проф.-ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да се упозна и оспособи у коришћењу савремених информационих технологија заснованих на **GPS/GIS** платформи. У оквиру рада потребно је: евидентирати локације за прикупљање денталног отпада применом GPS уређаја **Trimble geoexplorer 2008**, евидентирана места убацити у Google Earth мапу, развити базу података о местима за прикупљање денталног отпада Града Крагујевца, применом програмског пакета **ArcGIS** извршити оптимизацију путање кретања возила приликом прикупљања денталног отпада.

Препоручена литература:

[1] Christopher M., (2011), Logistics & Supply Chain Management, Financial Times, Prentice Hall, ISBN- 978-0-273-73112-2

[2] DeMers, M. N., (2009), GIS, Hoboken: Wiley Publishing

[3] Јовановић В., Ђурђевић Б., Срдић З., Станков У., (2012), Географски Информациони Системи, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, Универзитет Сингидунум, Београд, ISBN: 978-86-7912-86-408-1

У Крагујевцу,

Септембар, 2013

Ментор:

Др Миладин Стефановић, ред. проф.

Резиме

У овом раду је представљено коришћење савремених технологија GPS/GIS у циљу мониторинга процеса прикупљања денталног отпада са 18 локација Града Крагујевца. У раду је приказана примена географско информационих система – GIS, као и програмског пакета ArcGIS који има широку примену у логистици и оптимизацији процеса транспорта. Применом програмског пакета ArcGIS формирана је: евиденција локација за прикупљање денталног отпада, евидентирана места су убачена у Google Earth растерску мапу улица града Крагујевца, извршена је оптимизација путање кретања возила приликом прикупљања денталног отпада.

Abstract

In this paper the utilization of modern GPS/GIS has been presented towards the efficient monitoring and collecting of dental waste from 18 locations. This paper describes the use of geographic information systems – GIS and ArcGIS software package that is widely used in logistics and optimization of the transport process. By using the software package ArcGIS we have formed: a track of dental waste collection sites, then the recorded sites are transferred to Google Earth raster street map of the city of Kragujevac and the optimization path of the vehicle in the collection of dental waste.

Садржај

1. Увод	1
2. Географско–информациони системи (GIS)	2
2.1 Неке од примена GIS-а	3
2.2 Компоненте географских информационих система	4
2.2.1 Хардверска основа GIS-а	4
2.2.2 Софтверска архитектура и функционалност GIS-а	5
2.3 ArcGIS	7
2.4 Просторне базе података (Geodatabase technology)	9
2.5 ArcGIS Desktop апликације	9
2.5.1 ArcMap	9
2.5.2 ArcCatalog	10
2.5.3 Геопроцесуирање: ArcToolbox i ModelBuilder	10
2.5.4 ArcToolbox	10
2.5.5 ModelBuilder	11
2.5.6 ArcPad	11
3. Trimble GeoExplorer 2008	12
3.1 Техничка спецификација уређаја	12
3.2 Оперативни систем GeoExplorer-а 2008	19
4. Оптимизација путања возила за сакупљање денталног отпада	24
4.1 Растерска мапа града и мрежа улица са атрибутима	24
4.2 Евиденција места за прикупљање денталног отпада	27
4.2.1 Приказ базе у Google Earth софтверу	28
4.2.2 Припрема базе за рад у GIS софтверу	30
4.3 Одређивање оптималне путање	33
5. Закључак	39
6. Литература	40

1. Увод

Логистика се базира на планирању и контроли кретања: материјала, готових производа и информација у организацијама јавног и приватног сектора. Једноставно дефинисање способног логистичког система је да жељени производ што ефикасније буде транспортован од тачке А до тачке Б, уз минималну потрошњу ресурса и времена. У војном сектору логистика је сконцентрисана на ефикасно снабдевање трупа: храном, наоружањем, лековима и потребним ресурсима. У цивилном сектору логистика се везује за производњу и транспорт производа и информација, и дефинисана је као кључни сегмент у редукцији трошкова производа и остваривања боље конкурентности на тржишту. Један од кључних логистичких изазова је ефикасно планирање складиштења, транспорта и набавке у, сложеним урбаним окружењима и великим дистанцама између дистрибутивних центара(Christopher 2011).

Према истраживањима утврђено је да ће се број људи који живи у урбаним срединама удвостручити до 2015. године у односу на 1987. Такође се предвиђа да ће преко 80% становништва у земљама у развоју бити сконцентрисано у градовима до 2020. године. Данас 2013. године више од половине популације живи у градовима, а у наредних 40 година сматра се да ће преко 95% светске популације живети у градовима (World economic forum 2012 risk report).

Настанак “Mega gradova” (Gradovi sa populacijom preko 10 милиона становника) условио је потребу за развојем различитих технологија које омогућавају оптимизацију и одрживост сложених логистичких система који су присутни у тим градовима. Једна од најефикаснијих технологија која омогућава оптимизације у сложеним логистичким системима јесу GIS (Geografski Informacioni Sistem) технологије.

У раду је илустрована примена GIS-а као и програмског пакета ArcGIS у циљу управљања процесом прикупљања денталног отпада са 18 локација Града Крагујевца. Применом програмског пакета ArcGIS формирана је: евиденција локација за прикупљање денталног отпада, евидентирана места су убачена у Google Earth растерску мапу улица Града Крагујевца и извршена је оптимизација путање кретања возила приликом прикупљања денталног отпада.

2. Географско–информациони систем (GIS)

Географски информациони системи су засновани на својеврсним принципима, а најпродорнија реч која их објашњава је **интеграција**. Реално посматрано, снага географског информационог система за разлику од осталих информационих система, јесте у његовој способности да интегрише (уједини) просторне и непросторне информације. То својство је највећи извор моћи и прилагодљивости при суштету са корисничким захтевима. Интеграција у GIS концепту има неколико значења:

- 1) Носи заједно просторне податке из бројних извора укључујући мапе, инструментална мерења са терена, засебне системе.
- 2) Везује просторне податке о објектима и атрибутима у јединствен, кохерентни модел

У свету, GIS има значајну улогу, како у свакодневном животу, тако и у: процесу одлучивања, решавања економских и еколошких проблема, процесу прикупљања, чувања и анализе података, у менаџменту, мониторингу и процесу моделовања који претходи предвиђањима и прогнозама. Четири основне области у којима се GIS апликације примењују су:

- мерење,
- мониторинг,
- моделовање,
- менаџмент.

Претходно наведене апликације су прешле веома дуг пут свог усавршавања, од времена када су их користили војска, влада, систем образовања и јавни сектор, до данашњег времена, када их користе банкарске и финансијске институције, транспорт и логистика, трговина некретнинама, retail сектор, маркетинг. Данас је, рецимо, у САД–у 70 – 80% послова у управи федералне и локалних влада везано на неки начин за GIS. Користи се за инвентаре ресурса и инфраструктуре, планирање саобраћајне мреже, унапређивање система услуга, управљање земљиштем, за генерисање прихода.

Географске информације користе се да омогуће оперативни, тактички и стратешки приступ у вези са питањима просторних оквира услуга и бизниса. Нарочито су ту интересантни геодемографски подаци који, заправо, представљају скуп индикатора понашања потрошача на микронивоу, а развијених из истраживања тржишта. Раније GIS апликације су се користиле да само картирају одређене појаве и објекте везане за неку од економских активности. Овај приступ и даље постоји, али у сегменту стратешког приступа

GIS апликације служе да моделују могуће сценарије понашања актера на тржишту (наравно, у делу просторних димензија). Дакле, са једноставне анализе локације, сада GIS апликације прелазе на „шта ако“ приступ – концепт предвиђања и прогнозе. Великим делом од оваквих анализа зависи и одлука коју компаније доносе о свом наступу на постојећем и, евентуалном продору на нова тржишта.

2.1 Неке од примена GIS-а

Малопродаја – ланци супермаркета користе GIS да би могли да одреде локације за своје нове објекте или да испланирају своју дистрибутивну мрежу. Поредећи податке о броју људи који живе на 15 минута вожње од потенцијалне локације новог објекта са бројем супермаркета који већ постоје у тржишном подручју, GIS може да одреди потенцијално оптималну локацију. Малопродајне компаније такође користе социо – економске податке да би креирале профил купаца у свом тржишном подручју, како би могли на основу тога да процене који би други делови града или земље могли да постану интересантни за продајне објекте овакве врсте.

Еколошка димензија – креирање 3D модела одређене области како би се симулирали услови који би настали изградњом новог објекта – његов утицај на природно окружење. Ако се у модел унесу сви познати параметри могла би се проценити локација објекта на коме би он најмање реметио постојећи систем еколошке равнотеже.

Некретнине – развијање информационих система за потенцијалне купце некретнина у одређеној области. Омогућавајући селекцију некретнина по критеријумима цене, броја просторија, типова кућа, GIS пружа визуелну представу зоне у којој се такви објекти налазе. Након тога GIS пружа информације о датој локацији, као што су близина школе, дома здравља, продавница, рекреативних центара и сл.

Кључни сегменти GIS апликације јесу GIS софтвер и база података о одређеном простору, а преко одговарајућих хардвера, све у циљу адекватне просторне анализе и пружања тражених одговора на просторне проблеме. GIS, дакле, не пружа само информације о локацији и карактеристикама објеката, процеса и појава, већ и анализира њихове просторне односе.

Савремени бизнис користи географску анализу и њене алате да би решио проблеме везане за: избор локације, демографску анализу, анализу ризика, менаџмент, услуге итд. GIS омогућава бизнису да боље разуме и употреби информације, приказујући их кроз графике и интерактивне мапе, а користећи се организованом базом података.

Али употреба GIS–а се не завршава на приказивању података; то је систем који кориснику омогућава да интерактивно и динамично користи и управља подацима везаним за одређене просторе. Простом изменом (ажурирањем) података у бази података, интерактивне карте које су преко GIS софтвера повезане са базама, аутоматски се мењају и ажурирају.

Дакле, GIS ствара услове да корисник може, анализирајући одређене просторне податке, да открива везе и односе који постоје између одређених појава, процеса и објеката у простору коју изучава. На тај начин корисник се упознаје са великим бројем променљивих које мора узети у обзир код евентуалног моделовања или прогнозирања. Област маркетинга, осигурања и малопродаје већ одавно користи GIS за анализу тржишта, оптимизацију медијских кампања, избора најоптималнијих продајних локација и моделовања демографских фактора када је реч о облицима потрошње.

2.2 Компоненте географских информационих система

GIS садржи три важне компоненте – компјутерски хардвер, низ апликационих софтверских модула и одговарајући организациони садржај, који обухвата обучене људе. Све наведено треба да је усклађено, како би систем могао да буде функционалан (Burrough, McDonnell, 2006). Поред компјутерског хардвера, компјутерског софтвера и кадра, основу сваког GIS-а чине, свакако и подаци (Kukrika,2000).

2.2.1 Хардверска основа GIS-а

Главне хардверске компоненте GIS-а чине: рачунар, меморијски уређај, скенери, дигитајзери, плотери, штампачи и рачунарске мреже.



Слика 2.1 Главне хардверске компоненте GIS-а (Burrough, McDonnell, 2006)

Рачунар има хард диск, драјв за меморисање података и програм, док се додатна меморија може обезбедити кроз мрежу, оптичким CD/DVD-ROM-овима и другим напредним уређајима.

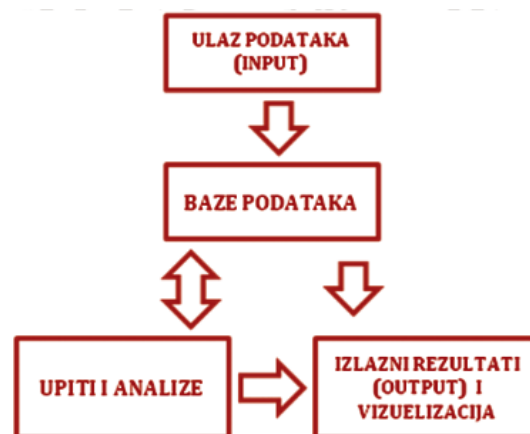
Дигитајзер или скенер се користи за конвертовање карата и докумената у дигитални облик, како би се они користили у компјутерским програмима. Дигитајзер се састоји од табле и курсора са тастерима који се користи за снимање локација на карти кроз (х,у) координате. Дигитајзери малих димензија називају се Digitizing tablet, а дигитајзери великих димензија Digitizing tables.

Скенер је улазни уређај за конвертовање аналогних података у дигиталне слике, цртеже или текст најчешће са папира на рачунар. За добијање GIS података, скенер конвертује карте урађене на папирној подлози у растерске слике високе резолуције које се директно или индиректно користе за добијање векторских приказа.

Плотер је уређај односно аутоматизован технички цртеж који представља излазну јединицу за израду GIS приказа на папиру или филму. Намењен је за израду цртежа и нацрта већих димензија и одличног квалитета. Плотер исцртава слику покретањем пера преко површине папира на произвољан начин.

2.2.2 Софтверска GIS архитектура и функционалност

Према основној дефиницији GIS увек садржи модуле за унос података, паковање и креирање база података, за анализу и прикупљање просторних података. То захтева постојање софтверске архитектуре која треба да омогући креирање наведених модула и при том да буде усклађена са главним функцијама GIS-а. Место и улога модула приказани су на слици 2.2.



Слика 2.2 Софтверска архитектура у GIS-у

Уколико би један од модула био изостављен, систем би комплетно био изгубљен и не би имао назив и функцију GIS-а. Постоје различити типови GIS програма, који се разликују према својој функционалности. Најчешће је у литератури заступљена следећа подела GIS софтвера:

- Desktop GIS програми- они се користе за креирање, уређивање, управљање, анализирање и представљање географских података. Најчешће се деле на програме за преглед (GIS Viewer), уређивање (GIS Editor) и анализу (GIS Analyst).
- Системи за управљање просторним базама података (Spatial database management systems-Spatial DBMS) који се користе за складиштење података, али често пружују могућност анализе и манипулације подацима.
- Web сервери за карте (WebMap Servers) се користе за дистрибуцију карата на интернету.
- Серверски GIS програми (Server GIS) у основи омогућавају исту функционалност као и Desktop GIS програми, али такође омогућавају приступ путем мрежа.



Слика 2.3 Типови GIS софтвера

- Web GIS клијентски програми (WebGIS Clients) користе се за приказ и приступ анализама и упутима серверском GIS-у преко интернета. Разликују се Thin и Thick Web GIS клијентски програми. Thin Web GIS клијентски програми (на пример, Web читач који се користи за прикупљање Google карата) обезбеђује само приказ и упите, док Thick Web GIS клијентски програми обезбеђују додатне алате за уређивање, анализу и приказ података.

- GIS библиотеке и додаци омогућавају додатне функције које нису део основног GIS програма, јер често нису од значаја за просечног корисника. Додаци се могу односити на алатке за анализу терена, алатке за чишћење специфичних формата података или алатке за картографско представљање географских података.
- Мобилни GIS (Mobile GIS) подразумева софтвере за коришћење GIS-а на терену (Steininger and Weibel, 2009) (Слика 2.3)

Enviromental Systems Research Institute-ESRI заузима највеће учешће на тржишту. Примерни производ ESRI-ја је ArcGIS. Овај производ је доступан у различитим формама и ценама. Доступан је online, као сервер и у форми desktop верзије. Обухвата векторске и растерске моделе података, али садржи и нови модел података, географску базу података (Geodatabase).

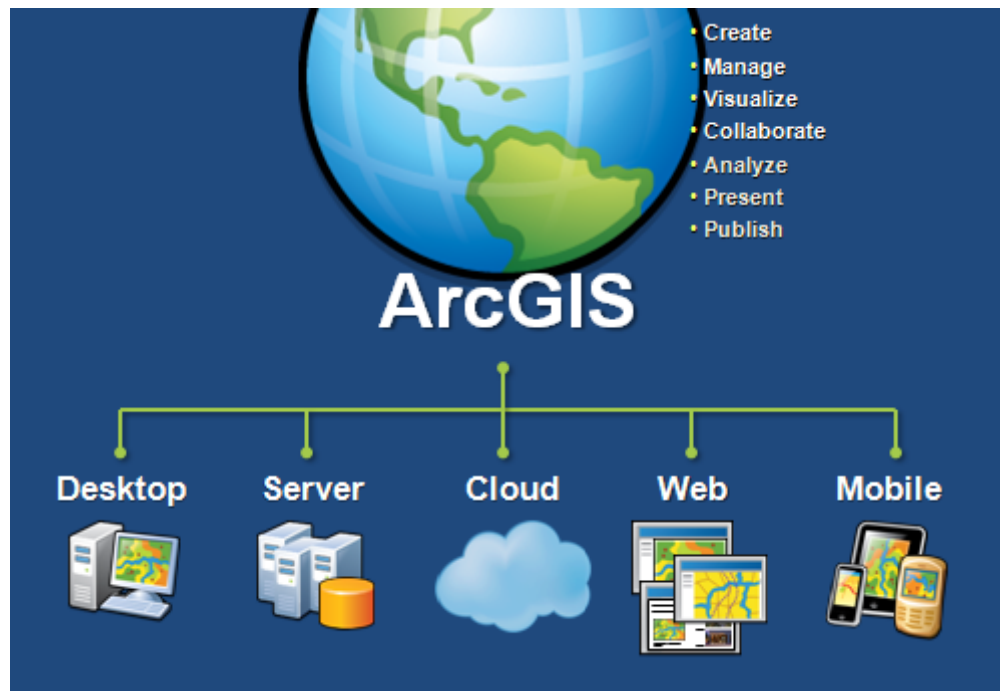


Табела 2.1 Опис компаније ESRI и софтверске платформе коришћене у раду

Добављачи GIS софтверских решења су разноврсни, као и подаци које GIS обрађује. Постоје мала специјализована предузећа, али и велика развојна софтверска предузећа која производе GIS софтвере (DeMers,2009).

2.3 ArcGIS

ArcGIS је заједнички термин за породицу производа из GIS – комплементарних софтверских производа, произведен од стране ESRI – Environmental Systems Research Institute, Redlands Калифорнија. Из појединачних градивних блокова могуће је формирати GIS–оптимално решење. Коришћењем ArcGIS оквира постоји могућност да се имплементира функционалност и пословна логика GIS–а где год је то потребно у: рачунаре, сервере (укључујући Интернет), или мобилне уређаје. Ова архитектура, заједно са просторном базом података (енгл. Geodatabase), даје алатке за формирање интелигентних географских информационих система. ArcGIS оквир се састоји од 4 платформе за: Desktop, Server, Online, Mobile и интегрисани Cloud системи (слика 2.4).



Слика 2.4 Структура ArcGIS – а

- ArcGIS Desktop се користи за прикупљање, стварање, анализу, планирање и публикацију географских информација и знања. ArcGIS Desktop је компатибилан пакет GIS производа који почиње са ArcReader-ом и прелази на ArcView, ArcEditor и ArcInfo. Сваки производ прогресивно нуди адекватне GIS могућности. Широка понуда екстензија и интегрисаних апликација које се константно унапређују према све већим захтевима корисника, дају широке могућности и бољу обраду података.
- ArcGIS Server и ArcIMS се користе за креирање и уређивање серверских GIS апликација које деле GIS функционалности и податке унутар организације и великом броју корисника на Интернету. ArcGIS Server је централни апликацијски сервер који се користи за креирање GIS апликација на серверској страни у великим корпорацијама или преко Интернета. ArcIMS је компатибилан Internet Map сервер за публикување мапа, података и метадата података преко web-а користећи стандардне Интернет протоколе.
- Mobile GIS и ArcPAD у сарадњи са бежичним мобилним уређајем који има могућност лоцирања тренутне позиције користи се у широј примени за прикупљање података и приступ GIS информацијама на терену. ArcGIS Desktop и ArcGIS Engine могу се користити на преносним уређајима и Tablet PC уређајима за теренски рад који захтева прикупљање GIS података, анализу и доношење одлука.

2.4 Просторне базе података (Geodatabase technology)

Основу ArcGIS географског информационог модела и функција управљања подацима чине просторне базе података. Просторне базе података користе се да предоче информације од интереса из реалног окружења у ArcGIS-у. Просторна база података имплементира пословну логику као групу алата за приступ и управљање GIS подацима. Логика просторне базе података користи се у:

- Клијентским апликативним производима (ArcGIS Desktop),
- Конфигурацији серверских производа (ArcGIS Server),
- Уграђеним специфичним производима,
- Мобилним производима (ArcPad, ArcGIS Desktop, ArcGIS Engine).

2.5 ArcGIS Desktop aplikacije

ArcGIS Desktop је низ апликација које својим интерактивним кокришћењем омогућују извођење свих GIS задатака, од једноставних као што је преглед карата, до сложених као што су израда карата, GIS анализа, унос, промена и обрада података, 3D визуализације, те геопроцесуирање. ArcGIS Desktop оборађују: ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ModelBuilder и ArcGlobe.

2.5.1 ArcMap

ArcMap је централна апликација ArcGIS Desktop пакета. Користи се за израду и измене карата, просторне анализе и питања, припрему за објаву и исписивање карата, те преглед, унос и измену постојећих података.

ArcMap нуди две врсте прегледа карте:

- Geographic Data View – омогућује преглед географских података као и управљање њиховом организацијом, израду карата и измене постојећих, извођење просторних и атрибутних питања на свим или само одређеним деловима карте.
- Layout View – поглед који се користи за припрему карте за исписивање. Осим географских података, може садржати и остале елементе карте: графичка мерила, легенду, ознаку севера и прегледне карте.

ArcMap је апликација коју сваки корисник ArcGIS Desktop-а најчешће користи.

2.5.2 ArcCatalog

ArcCatalog управља и организује све GIS податке, те укључује специфичне алате за:

- Преглед и претраживање географских података и њихових метаподатака,
- Записивање, прегледање и управљање подацима,
- Креирање, учитавање и извоз већ постојећих шема географских база података,
- Дизајнирање географских база података,
- Претраживање и преглед GIS база података унутар локалних мрежа, и са Интернета,
- Администрацију GIS сервера.

ArcCatalog је незамењива збирка алата за организацију, проналажење и коришћење GIS података, незамењив је при једноставним задацима као што је преглед података, до сложених послова као што је администрација ArcGIS Server–а.

2.5.3 Геопроцесуирање: ArcToolbox i ModelBuilder

Једна од кључних функција GIS софтвера је геопроцесуирање. Путем анализе постојећих података креира се информација: Колико је удаљеност између А и Б? Да ли се преклапају урбана и заштићена подручја? Колики је проценат шуме, а колико ливада у парку природе? Брз и тачан проналазак одговора на ова и слична питања омогућују:

- Дијалогски оквири у ArcToolboxу,
- Израда модела обраде података у ModelBuilder–у,
- Различити модели уноса података, те функције унутар скрипти,
- Главни алати за геопроцесуирање унутар ArcGIS Desktop пакета су ArcToolbox – организована збирка алата и ModelBuilder – графички језик за израду тока обраде и скрипти за геопроцесуирање.

2.5.4 ArcToolbox

ArcToolbox садржи збирку алата који пружају све могућности за напредно геопроцесуирање:

- Управљање и конверзија података,
- Векторска анализа,
- Геокодирање,

- Обрада покривености,
- Статистичке анализе.

2.4.5 ModelBuilder

ModelBuilder је интерфејс који омогућује графичку околину за израду и имплементацију модела за геопроецесуирање. Креирани модели садрже алате и дијаграме тока обраде података.

2.4.6 ArcPad

ArcPad је дизајниран за организације које желе проширити користи GIS-а на раднике на терену. Ватрогасци, полиција, комунални радници, инспектори, војска, радници на попису становништва и многи други користе ArcPad да изврше следеће задатке:

- Картографија на терену – креирање, обрада и кориштење података на терену,
- Попис имовине – креирање и одржавање пописа имовине и атрибутних података,
- Одржавање имовине – ажурирање локација и стања имовине и планирање одржавања,
- Инспекција – одржавање дигиталних записа и локација имовине,
- Извештавање о незгодама – документовање локације и околности незгоде и догађаја у сврху подузимања додатних радњи или извештавања.

3. Trimble GeoExplorer 2008

Trimble GeoExplorer 2008 је ручни уређај, производ компаније „Trimble” који представља решење за мобилне кориснике којима је потребан GIS на терену. GeoExplorer 2008 је робусни теренски рачунар са интегрисаним двофреквентним (GeoXH) односно једнофреквентним (GeoXT i GeoXM) GPS пријемником и GPS антеном. GPS пријемник и антена уграђени су у ову серију преносивих уређаја што омогућава једноставније коришћење GPS-а у апликацијама. Нова серија Trimble GeoExplorer 2008 доноси унапређења где је потребна:

- Виша тачност (10 cm - GeoXH 2008),
- Кристално чист екран VGA резолуције (640x480),
- Меморија 1 GB, проширива чак до 32 GB,
- Оперативни систем Windows Mobile 6,
- Отпорне конструкције са дуготрајном батеријом.

Основна намена **Trimble GeoExplorer 2008** уређаја је:

- Позиционирање,
- Навигација,
- Прикупљање GIS података на терену,
- Картирање.

3.1 Техничка спецификација уређаја

Табела 3.1 Спецификација уређаја GeoExplorer® 2008

Назив:	Trimble® Navigation LTD.
Земља порекла:	USA
Назив	GeoExplorer® 2008
Ознаке модела:	GeoXM™, GeoXT™, GeoXH™

Тачност одређивања позиције кодним корекцијама у реалном времену:

- GeoXH 0.3 - 0.7 m
- GeoXT 0.5 - 1 m
- GeoXM 1 - 3 m

Тачност одређивања позиције VRS AGROS корекцијама у реалном времену:

- GeoXH < 0.3 m
- GeoXT < 0.6 m
- GeoXM 1 - 2 m

Тачност одређивања позиције у накнадној обради (фазна мерења):

- GeoXH 0.1 - 0.2 m
- GeoXT 0.3 - 0.5 m
- GeoXM - не подржава фазна мерења

Остале карактеристике Trimble GeoExplorer 2008:

- Чврсто и водоотпорно кућиште,
- Задовољава војне стандарде,
- Ергономски облик,
- Колор TFT активни екран,
- Херметички затворени комуникациони прикључци,
- Електронске компоненте фиксиране у кућишту и потпуно заштићене,
- Ниска потрошња енергије (целодневна употреба).

Табела 3.2 Димензије Trimble GeoExplorer 2008

Дужина:	215 mm
Ширина:	99 mm
Дебљина:	77 mm
Тежина:	810 gr

Табела 3.3 Хардвер уређаја Trimble GeoExplorer 2008

Процесор:	520 MHz Marvel X-Scale
Меморија:	128 MB
Диск:	1 GB
Екран:	Колор VGA, резолуција 480 x 640, осетљив на додир. 65536 боја
Аудио:	Интегрисани микрофон и звучник
GPS пријемник:	GeoXM / GeoXT / GeoXH
Прикључци:	USB, RS 232, Bluetooth, Wireless LAN
Температура:	-20° C до +60° C радна -30° C до +70° C складишна
Потрошња:	Ниска (без GPS) 1.8 W Нормална (светло и GPS) 2.6 W Висока (GPS, светло, Bluetooth, Wireless).... 3.7 W

Табела 3.4 Софтвер уређаја Trimble GeoExplorer 2008

Оперативни систем:	Microsoft Windows Mobile 6.0
Системски софтвер:	Microsoft Active Sync, Internet Explorer, Office Mobile, Inbox, Trimble GPS Controller, Terminal, Remote Networking, Text Editor, Sound Recorder, Calculator, Adobe Reader 2.0, Windows Media Player, MSN
Апликативни софтвери:	Trimble TerraSync, ESRI ArcPad sa Trimble GPS Correct екстензијом
Програмски језици за развој апликација:	Microsoft Embedded Visual C++, Microsoft Embedded Visual Basic, Microsoft Visual Studio.NET

На слици 3.1 дат је приказ садржаја комплекта уређаја Trimble GeoExplorer 2008, који се стандардно испоручује. Поред стандардног комплекта, приказана је и додатна (опциона) опрема.



Слика 3.1 Основна опрема Trimble GeoExplorer 2008

Основни комплект се испоручује у следећој конфигурацији:

- Уређај GeoExplorer 2008,
- Пуњач/Docking станица,
- АС исправљач,
- Струјни адаптери,
- Екранска оловка (2 ком.),
- Заштитне фолије за екран (2 ком.),
- USB кабл,
- Торбица,
- Трака за руку,
- Кратко штампано упутство за употребу,
- CD са корисничким упутством у електронском облику.

Као додатна (опциона) опрема уз уређај нуди се следеће:

- Адаптер са RS-232 серијским портом (serial clip),
- RS-232 серијски кабл (потребан уз адаптер за серијским портом),
- Транспортни кофер за цео комплет уређаја GeoExplorer 2008,
- Спољна мини-магнетна антена,
- Спољна Hurricane GPS антена (за вишу тачност GeoXT и GeoXM модела),
- Спољна Zephyr GPS antenna (за вишу тачност GeoXH модела),
- Карбонски двометарски штап за монтирање спољних антена,
- Носач за монтирање GeoExplorer 2008 уређаја на карбонски штап,
- Спољна батерија са пуњачем (потребан је и адаптер за серијским портом),
- Ранац за ношење опреме,
- Адаптер за напајање из аутомобила (потребан је и адаптер за серијским портом).

Уређај Trimble GeoExplorer 2008 се испоручује са инсталираним оперативним системом Microsoft Windows Mobile 6 и стандардним софтверским алатима опште намене датим у табели 3.5

Табела 3.5 Стандардни софтверски алати опште намене уређаја Trimble GeoExplorer 2008

Софтвер	Намена
 Calculator	Основне рачунарске операције
 GPS Controller	Подешавање интегрисаног GPS пријемника
 Messaging (Inbox)	Слање и примање е-mail порука
 Internet Explore	Претраживање интернета
 Microsoft Excel Mobile	Excel за Windows Mobile оперативни систем
 MicrosoftPowerPoint Mobile	PowerPoint за Windows Mobile оперативни систем
 Microsoft Word Mobile	Word за Windows Mobile оперативни систем
 ActiveSync	Синхронизација са PC рачунаром
 Calendar	Лични подсетник и информације о састанцима и обавезама
 File Explorer	Приказ и операције са датотекама
 GPS	Подешавање комуникације са спољним GPS пријемником (није од значаја јер овај уређај има интерни GPS)
 Notes	Креирање белешки (текстуалне и звучне)
 Pictures and Videos	Приказ, преглед и слање електронском поштом слика и видео записа
 Tasks	Списак дужности и задатака
 Windows Media Player	Приказ разних аудио и видео записа(MP3 и слично)
 Adobe Reader 2.0	Читање pdf датотека



Слика 3.2 GeoExplorer 2008

Уређај GeoExplorer 2008 са предње стране има једанаест тастера. Функције ових тастера су приказане на слици 3.3.



Слика 3.3 Приказ тастера

Посебним подешавањем корисник може за сваки функцијски тастер везати неки од програма. Најрационалније је да се за функцијске тастере вежу најчешће коришћени програми.

Ако је уређај укључен и неактиван, по истеку предвиђеног времена (које се подешава кроз /Settings/Power опцију) систем аутоматски искључује уређај и прелази у стање приправности (Suspend режим). При томе покренути програми остају активни, а подаци безбедни. Након поновног укључења уређаја можете настави посао тамо где је прекинут.

Ако се уређај неће користити дуже време потребно га је потпуно искључити. Активирањем тастера за укључивање/искључивање уређаја дуже од 1 секунде доћи ће до појављивања **Power** менија. Опције на **Power** менију су следеће:

- **Align Screen** (калибрација екрана);
- **Suspend mode** (стање приправности);
- **Shutdown** (потпуно искључивање уређаја);
- **Soft reset** (софтверски ресет).

Уређај је могуће ресетовати софтверски (SOFT reset) и хардверски (HARD reset). Ресетовањем се бришу подаци тренутно активних програма из радне меморије (RAM), али су безбедне датотеке које су записане на диску.

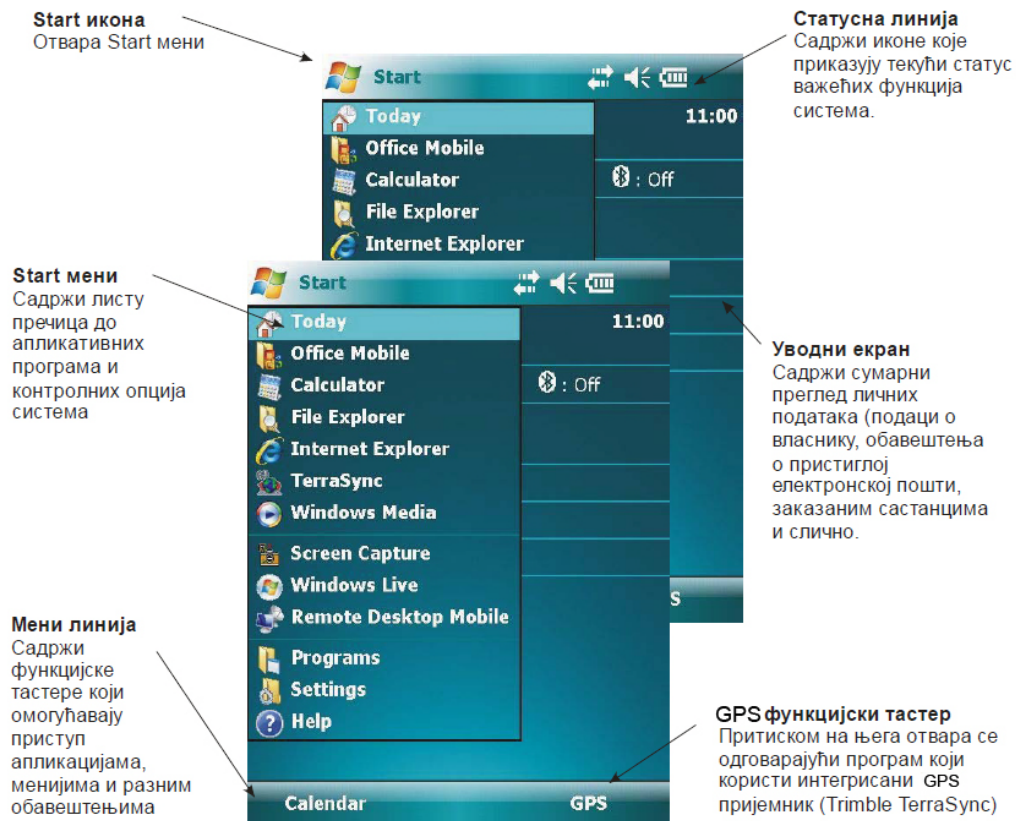
- Софтверски ресет је сличан рестартовању рачунара. Иницира се лаганим притиском екранске оловке на тастер **Reset**. Алтернативни начин софтверског ресета: Тастер за укључивање/искључивање уређаја држати притиснут дуже од 1 секунде, док се не појави **Power** мени са кога треба изабрати опцију **Soft Reset**. Ово користите када се блокира неки од тренутно активних програма.
- Хардверски ресет се иницира тако што притиснете и држите тастер за укључивање/искључивање уређаја и у исто време екранском оловком кратко притиснете тастер **Reset**. Ово користите када се уређај потпуно блокира (не реагује на притисак тастера или екрана) или ме може да се укључи.

3.2 Оперативни систем GeoExplorer-а 2008

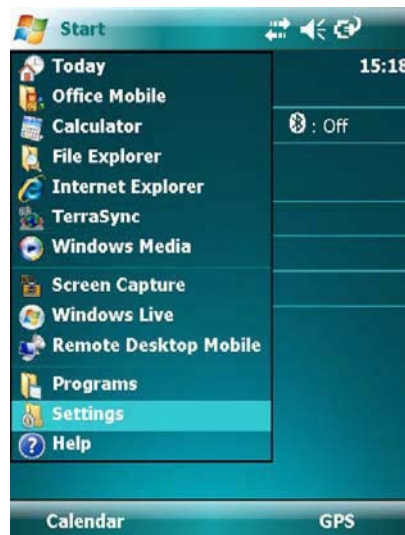
Оперативни систем уређаја GeoExplorer 2008 базиран је на Microsoft Windows Mobile 6 технологији. Windows Mobile је оперативни систем који је креиран за рад на мобилним уређајима, као што су ручни рачунари (palm-size pocket PC) или мобилни телефони. Осим тога, Windows Mobile је могуће инсталирати и на друге уређаје различите намене и конфигурације, који подржавају pocket PC технологију. У ову класу спада и GeoExplorer 2008.

Windows Mobile је компактна верзија класичног оперативног система Microsoft Windows који срећемо на PC рачунарима. Windows Mobile задржава концепт рада класичног Windows sistema, али је знатно сиромашнији по броју опција и могућности. То практично значи да је изглед корисничког интерфејса сличан (менији, иконице, организација фолдера), а одређен број апликација су истог имена и намене (слика 3.4). Међутим, апликације написане за класичан Windows не могу се извршавати у Windows Mobile окружењу.

Све опције за подешавање уређаја налазе се у оквиру менија  /**Settings**. Ово је слично као **Control Panel** код PC верзије Windows оперативног система.



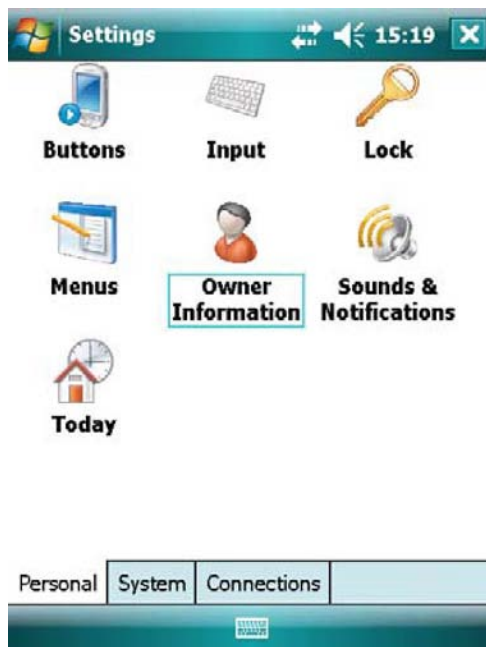
Слика 3.4 Уводни Windows Mobile 6 корисничког интерфејса екран



Слика 3.5 Приказ менија

Подешавања су подељена у три групе (слика 3.6):

- Лична подешавања (на картици **Personal**),
- Системска подешавања (на картици **System**),
- Подешавања конекција (на картици **Connections**).



Слика 3.6 Приказ опција у оквиру групе Settings

File Explorer је програм намењен прегледу садржаја диска и разним манипулацијама са датотекама. Овај програм кориснику омогућава:

- Преглед датотека,
- Отварање докумената,
- Покретање програма,
- Промену имена датотека,
- Брисање датотека,
- Копирање датотека,
- Премештање датотека.

У циљу повећања оперативности и ефикасности у раду, GeoExplorer 2008 је могуће повезати са различитим спољним уређајима. Подржани су следећи типови веза:

- USB веза,
- RS-232 серијска веза (потребан Serial clip),
- Bluetooth бежична веза,
- Wireless LAN бежична веза.

GeoExplorer 2008 поред Bluetooth радија има и интегрисани WLAN радио (Wireless Local Area Network). WLAN радио се користи за повезивање са Wireless мрежама преко такозваних Wireless приступних тачака. Када сте у домету Wireless приступних тачака овај начин комуникације можете користити за:

- Повезивање на Интернет;
- Слање и пријем електронске поште;
- Приступ датотекама на локалној мрежи.

Уређај Geoeplorer 2008 се на PC рачунар повезује ради преноса података и инсталације софтвера. Повезивање се остварује на један од следећих начина:

- USB каблом;
- Bluetooth бежичном везом;
- RS-232 серијским каблом.

Препоручени начин повезивања је USB каблом преко пуњача/docking станице, јер је то најједноставније и најбрже.

Поред самог повезивања, на PC рачунару мора бити инсталиран софтвер који сервисира комуникацију са Windows Mobile уређајима. У зависности од типа оперативног система на PC страни, то су следећи софтвери:

- **Windows Mobile Device Center** - за оперативни систем **Windows Vista®**;
- **ActiveSync** - за оперативни систем **Windows® XP** или **Windows 2000**.

GeoExplorer 2008 може се повезати на интернет ради претраживања, слања и пријема е-mail порука, пријема диференцијалних GPS корекција са AGROS мреже и слично. Повезивање на интернет може се остварити на следеће начине:

- Преко Wireless LAN везе, при чему се мора остварити WLAN конекција,
- Преко Dial-up модема, при чему се мора остварити Bluetooth конекција са мобилним телефоном.

Када је нека од поменутих конекција подешена и отворена, повезивање на интернет остварује се кроз одговарајући програм за претраживање интернета (Internet Explorer Mobile).

Примери коришћења уређаја GeoExplorer 2008 за снимање терена, евидентирање стубова електро мреже, коришћења спољашње антене за снимање подземних инсталација, водоводних и гасних инсталација.

4. Оптимизација путања возила за сакупљање денталног отпада

У оквиру овог рада коришћен је софтверски пакет ArcMap 10.1 који припада ArcGIS Desktop-у, детаљно описаном у другом поглављу, за одређивање најкраће/најефикасније путање возила које врши сакупљање денталног отпада из стоматолошких ординација на територији Града Крагујевца. За решавање проблема ове врсте, у софтверу ArcMAP, постоји посебна екстензија која се зове Network Analyst. Коришћењем ове екстензије корисници су у могућности да:

- Израчунају најкраће руте
- Пронађу најјефикасније руте за возни парк од више возила који опслужује велики број локација
- Користе временске оквири (прозоре) када возило може да стигне на локацију
- Пронађу најближе објекте
- Утврде оптималну локацију за објекте
- Дефинишу радијус деловања заснован на растојању или времену путовања
- Генеришу матрицу путних трошкова дуж мреже

Да би се покренуо прорачун у оквиру софтвера, неопходно је да се прикупе одговарајући подаци и формирају потребне базе података. За оптимизацију путање кретања возила које сакупља дентални отпад из стоматолошких ординација на територији града Крагујевца потребно је припремити:

- Растерску мапу града
- Мрежу улица са атрибутима
- Базу података стоматолошких ординација у Крагујевцу

4.1 Растерска мапа града и мрежа улица са атрибутима

Мапа града преузета је од ЈП „Дирекција за урбанизам – Крагујевац“. Мапа града налази се у TIFF формату и може се учитати у ArcMap као слој. Пре учитавања у ArcMap мапа је геопозиционирана. Поступак учитавања мапе је следећи:

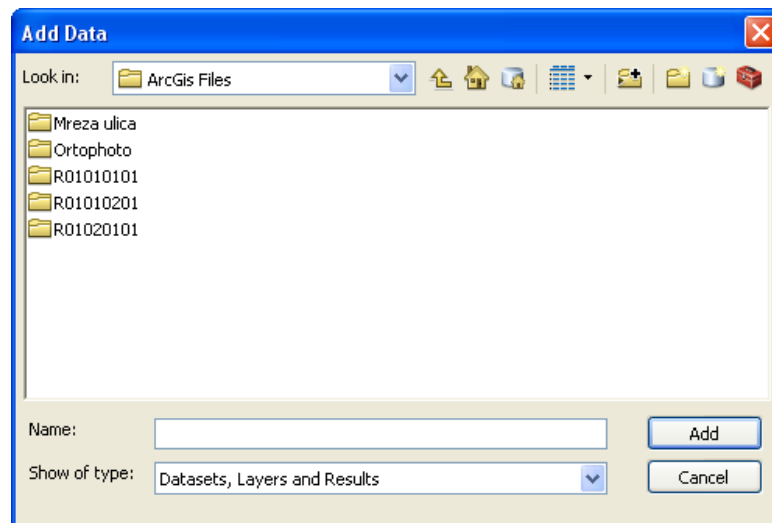
- Стартовати ArcMap,
- Отворити ArcCatalog кликом на команду ,
- Лоцирати на Hard disk–у место где се налази мапа (слика 4.1),

- Превлачењем селектованих делова мапе у ArcMap мапа је учитана (слика 4.2)

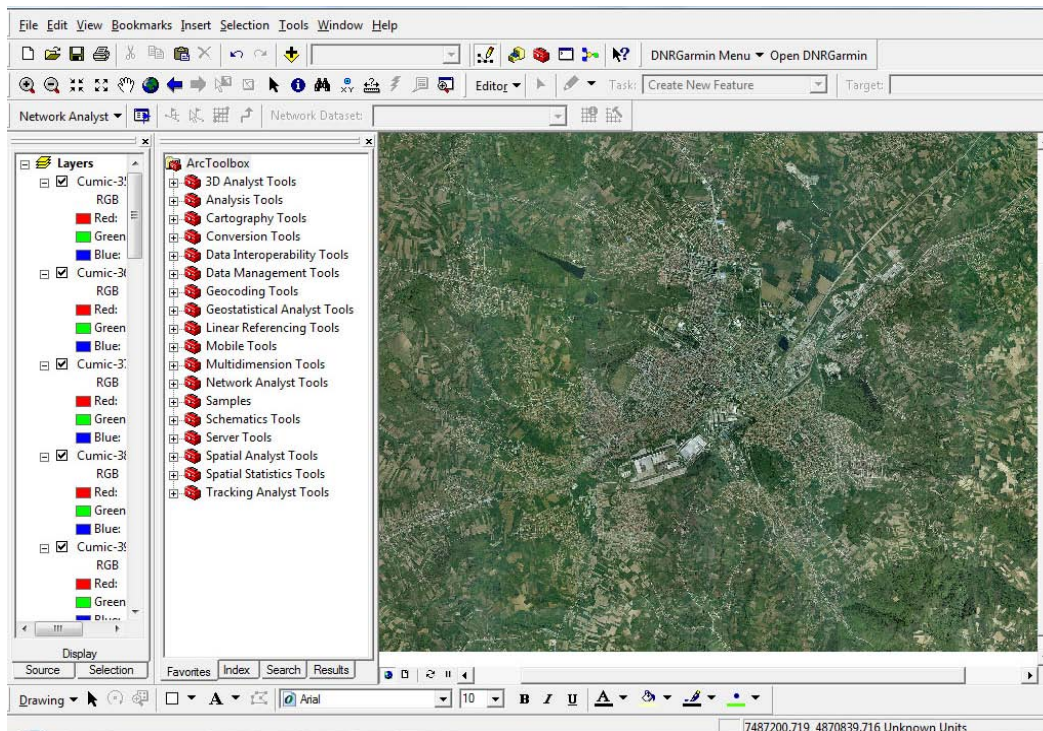
Мрежа улица такође је узета од ЈП „Дирекција за урбанизам – Крагујевац“. Мрежа улица направљена је тако да је свака улица подељена на сегменте. Сегмент је део улице између две раскрснице. Сваком сегменту улице могуће је доделити атрибуте (име сегмента улице, дужина, време потребно да возило прође сегмент...). Поступак учитавања је следећи:

- Стартовати ArcMap (уколико већ није покренут),
- Отворити ArcCatalog кликом на команду ,
- Лоцирати на Hard disk–у место где се налази база података мреже улица
- Из базе потребно је селектовати ulice_ND

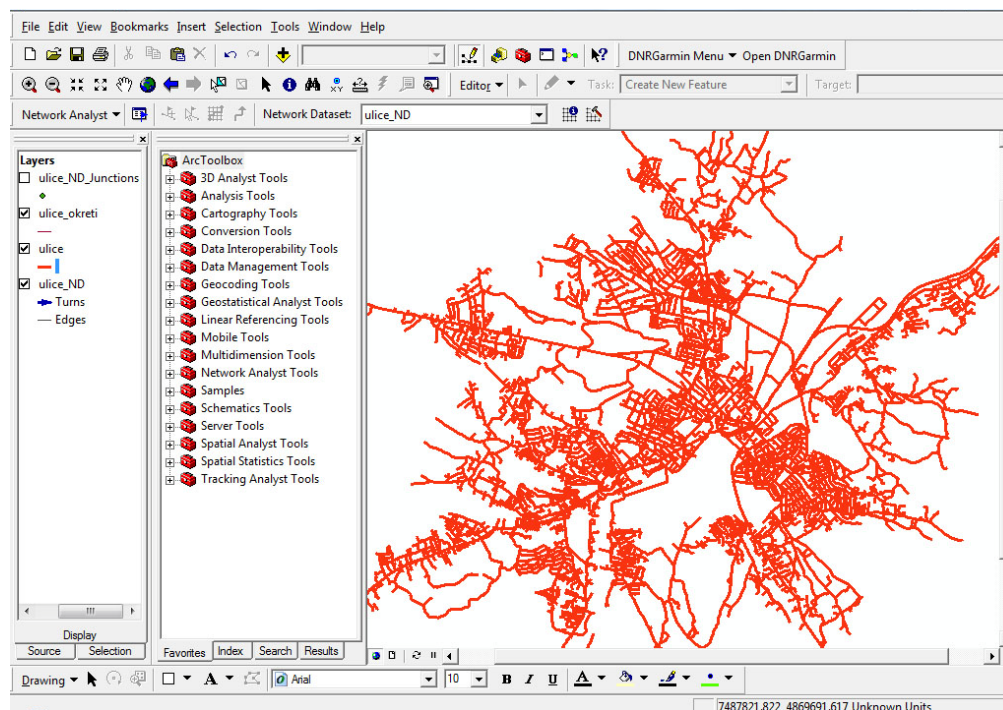
Учитана мрежа улица у ArcMap-у приказана је на слици 4.4.



Слика 4.1 Учитавање мапе града



Слика 4.2 Учитана мапа града у ArcMap–у



Слика 4.4 Учитана мрежа улица у ArcMap - у

4.2 Евиденција места за прикупљање денталног отпада

Да би се извршила симулација и одредио оптимални пут којим возило треба да се креће потребно је да се формира евиденција о свакој стоматолошкој ординацији у граду из које се врши сакупљање денталног отпада. За формирање потребне базе података најбитније је одредити GPS координате стоматолошких ординација и лабораторија. У процесу снимања и прикупљања података коришћени су GPS уређаји Trimble geoexplorer 2008 и Garmin Colorado 300.

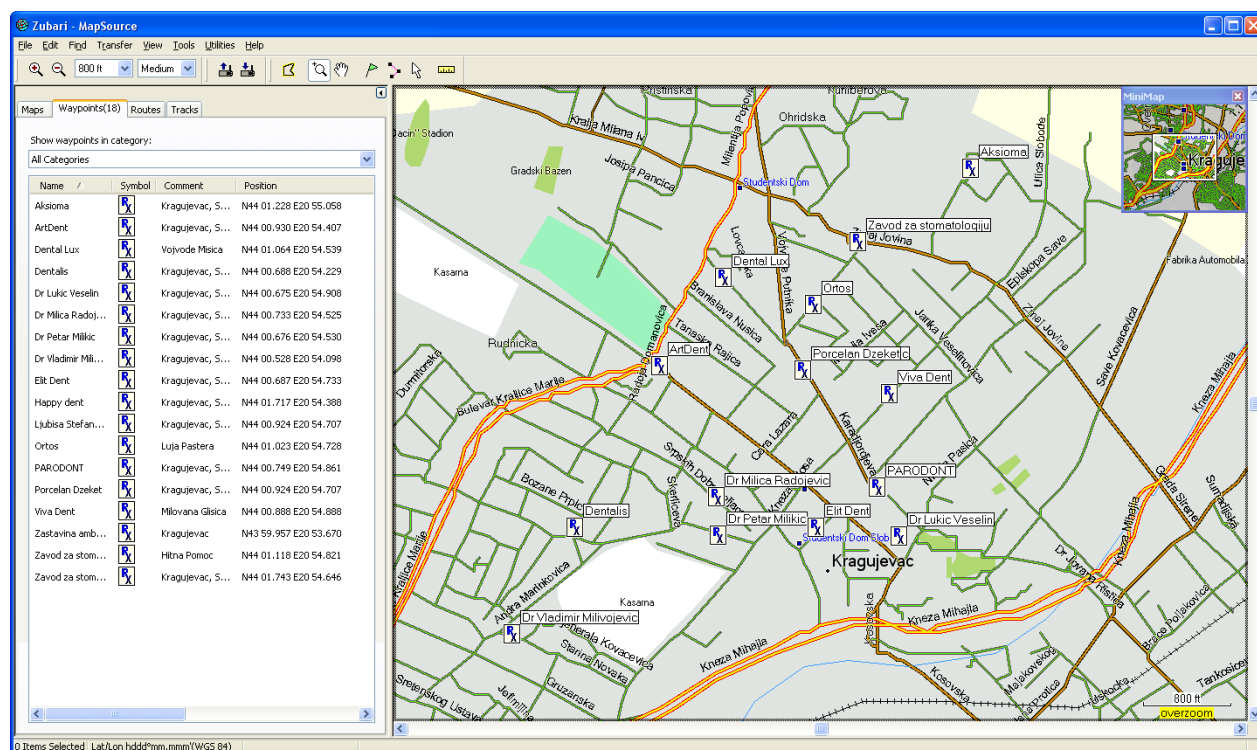
Прикупљањем потребних података развијена је одговарајућа База података о местима за прикупљање денталног отпада Града Крагујевца. Податке са GPS уређаја, ради даље анализе и припреме базе за рад са GIS софтвером, потребно је пребацити на рачунар коришћењем софтвера MapSource. Поступак пребацивања приказан је у делу који следи.

Стартовати MapSource софтвер и из падајућег менија изабрати команду Transfer/Receive From Device, која служи за пребацивање података са GPS уређаја на рачунар. Након одабира ове команде отвара се прозор који омогућава повезивање са уређајем који је конектован преко USB порта (слика 4.5). У отвореном прозору постоји могућност дефинисања које информације желимо да преузмемо са коришћеног уређаја. Обзиром да су теренским радом снимане локације објеката, потребно је селектовати Waypoints и при томе ће се координате стоматолошких ординација бити сачуване у бази података која има екстензију GDB.



Слика 4.5 Дефинисање уређаја и информација које желимо да унесемо у MapSource софтвер

Након дефинисања типа информација које желимо да унесемо на мапу (дефинисану у MapSource систему) кликом на команду Receive, на дигиталној мапи града се приказују локације стоматолошких ординација. Обзиром да на GPS уређају нису уписивани називи ординација, то је могуће урадити у овом тренутку. Потребно је у листи локација које су прикупљене (у левом делу прозора) дуплим кликом отворити одговарајући прозор у коме се уписују додатни подаци о локацијама и уписати називе ординација. База учитана у MapSource, са називима ординација, приказана је на слици 4.6



Слика 4.6 Приказ места за прикупљање денталног отпада

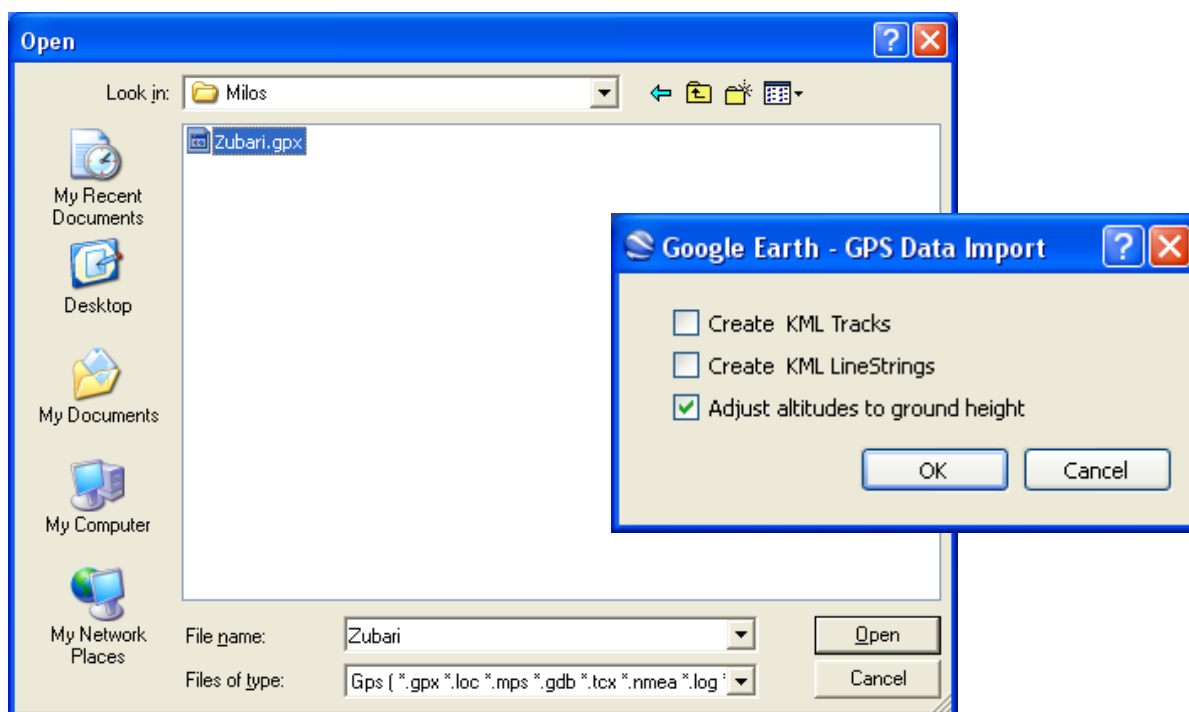
4.2.1 Приказ базе у Google Earth софтверу

Google Earth представља виртуелни преглед земље, тј., систем виртуелних мапа и највећи и најразвијенији географски информациони систем. Сачињен је од великих количина мапа које су формиране коришћењем: сателитског фотографисања, ваздушног фотографисања и система GIS 3D Globe. Google Earth представља бесплатни Virtual globe географски информациони систем, тако интегрисан да корисници буду у могућности да једноставно уносе своје податке уз помоћ других апликација и даље их обрађују.

Google Earth има више различитих екстензија, при чему Google Earth PRO представља најразвијенију и најпознатију екстензију која се користи за генерисање комплексних информација. Google Earth PRO омогућава коришћење додатних софтвера као што су GIS Data Importer PRO, Radius and Area Measurement, који омогућавају квалитетније генерисање података и прецизније резултате.

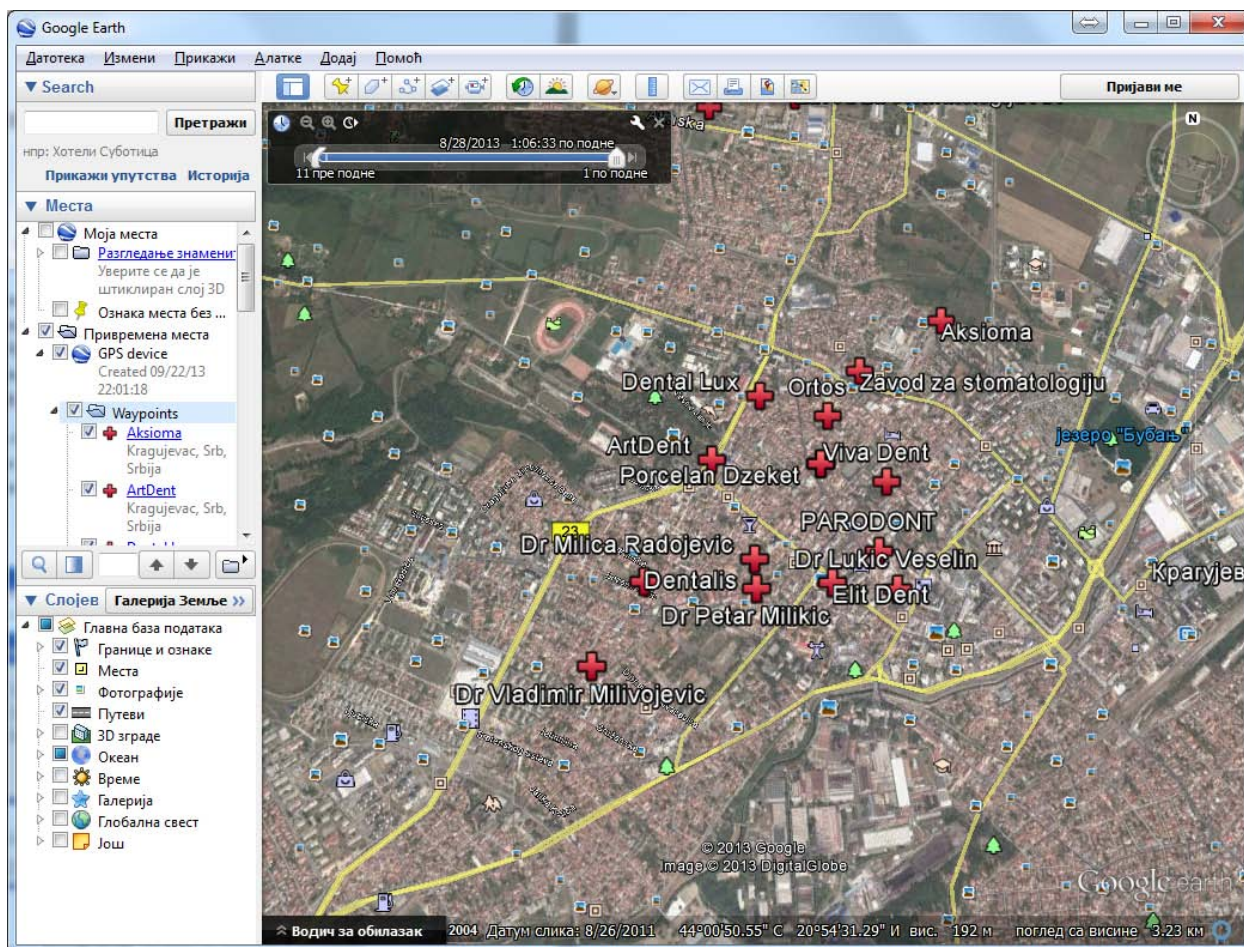
Да би било могуће базу учитати у Google Earth софтвер, потребно је најпре пребацити је у GPX формат (GPS exchange format). Ово је могуће урадити у MapSource софтверу, избором из падајућег менија команде File/Save as, а затим у прозору који се појављује за тип фајла изабрати GPX. Изабрати локацију на хард диску на којој ће фајл бити сачуван. Фајл је сачуван под називом Zubari.gpx.

Да би се локације ординација приказале у Google Earth-у, потребно је стартовати софтвер и из падајућег менија изабрати File/Open и изабрати претходно сачувани фајл. Појавиће се прозор који треба подесити као на слици 4.7.



Слика 4.7 Стартовање Google Earth софтвера и учитавање базе

На слици 4.8 приказана је база података учитана у Google Earth.

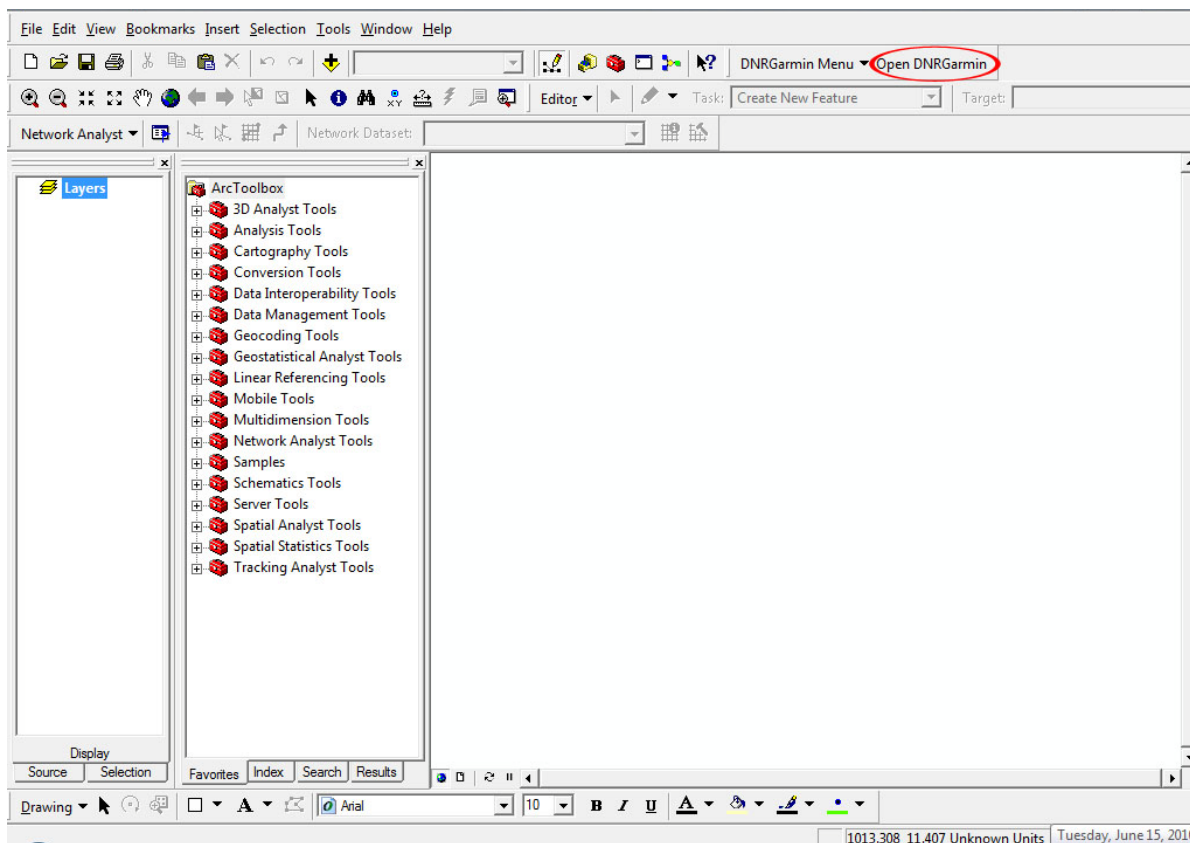


Слика 4.8 Приказ стоматолошких ординација у Google Earth-у

4.2.2 Припрема базе за рад у GIS софтверу

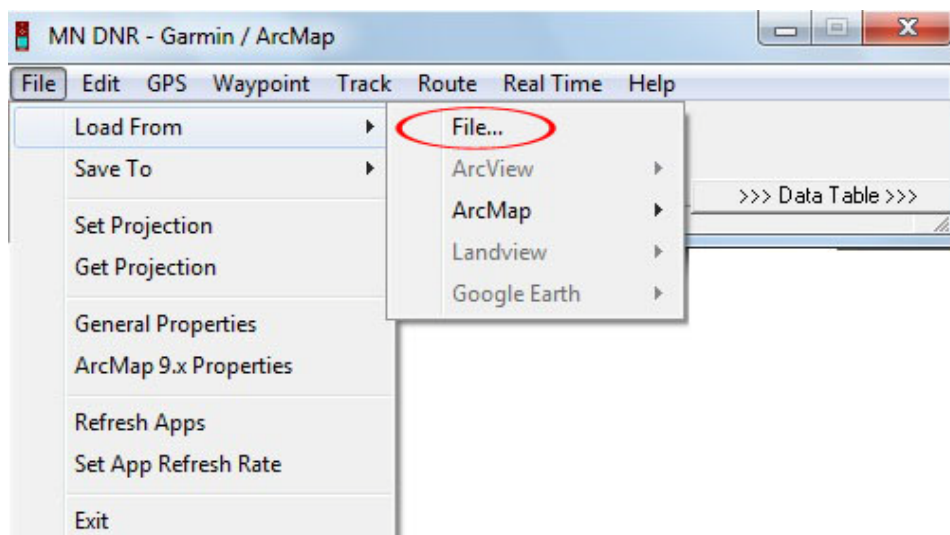
Формирану базу података о местима за прикупљање денталног отпада потребно је трансформисати и прилагодити за рад у GIS софтверу. Ово подразумева избор исте пројекције у којој се налазе и мапа града и мрежа улица и трансформација у shp формат који је потребан за анализу. Ово ће бити урађено коришћењем посебне екстензије која се имплементира у ArcMap – софтвер DNR који служи за конверзију фајлова. Поступак се састоји од следећих корака:

- Стартовати ArcGIS
- Стартовати DNR из ArcMap–а (слика 4.9)



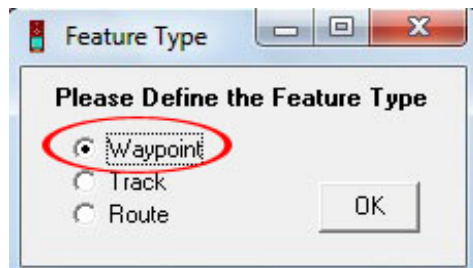
Слика 4.1 Покретање DNR-а

- Учитати базу – File/ Load From/ File/ zubari.gpx (слика 4.10)



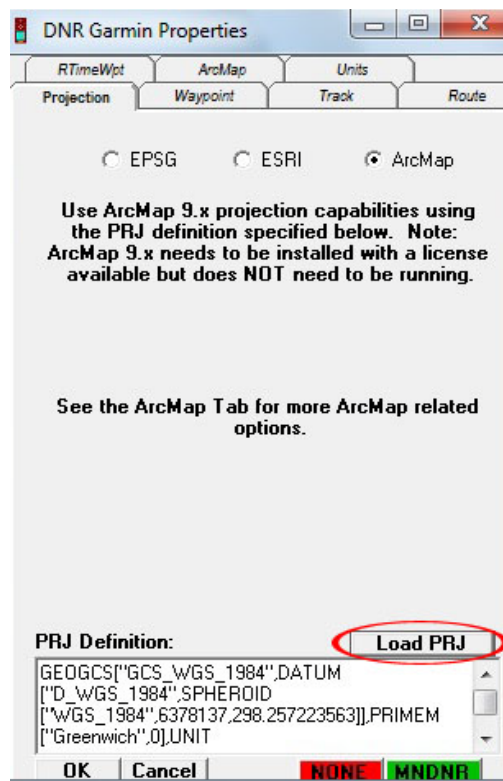
Слика 4.2 Учитавање базе података у GPX формату

- Из менија Feature Type изабрати опцију Waypoint и кликнути на ОК (слика 4.11)



Слика 4.3 Избор типа податка који се учитава

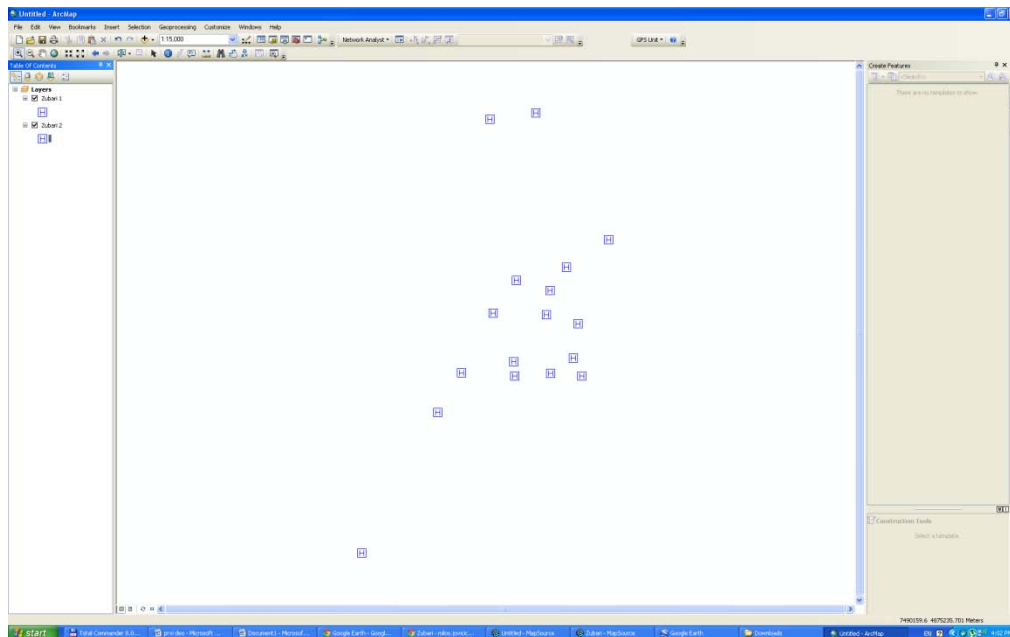
- Трансформисати координатни систем
 - Покренути команду за промену координатног система – File/ Set Projection
 - У менију Projection кликом на Load PRJ (слика 4.12) учитати PRJ фајл који се налази у фолдеру у коме је мрежа улица. Тиме ће координатни систем и геодетски датум базе података о местима за прикупљање денталног отпада бити идентичан као и код мреже улица што омогућује да се касније изврши симулација



Слика 4.12 Одабир координатног система

- Кликком на ОК база података је формирана по GIS захтевима и потпуно је компатибилна са мапом града и мрежом улица.

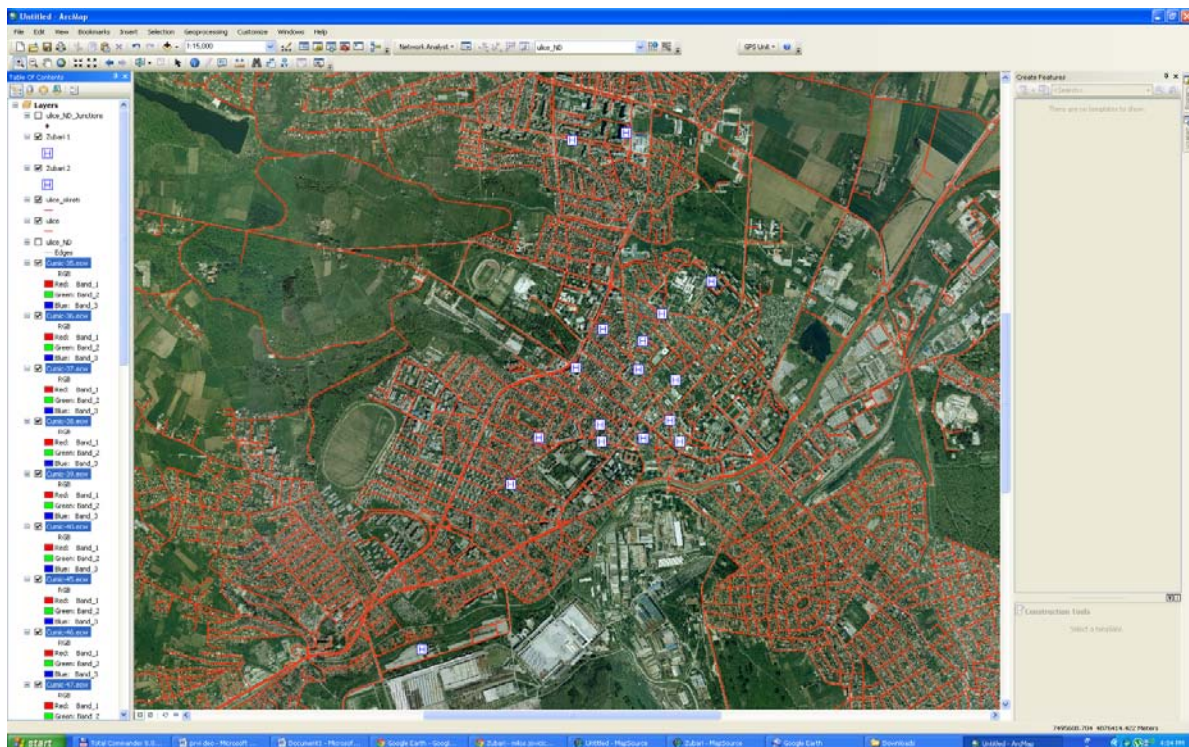
- Локације стоматолошких ординација биће аутоматски учитане и приказане на мапи (слика 4.13)



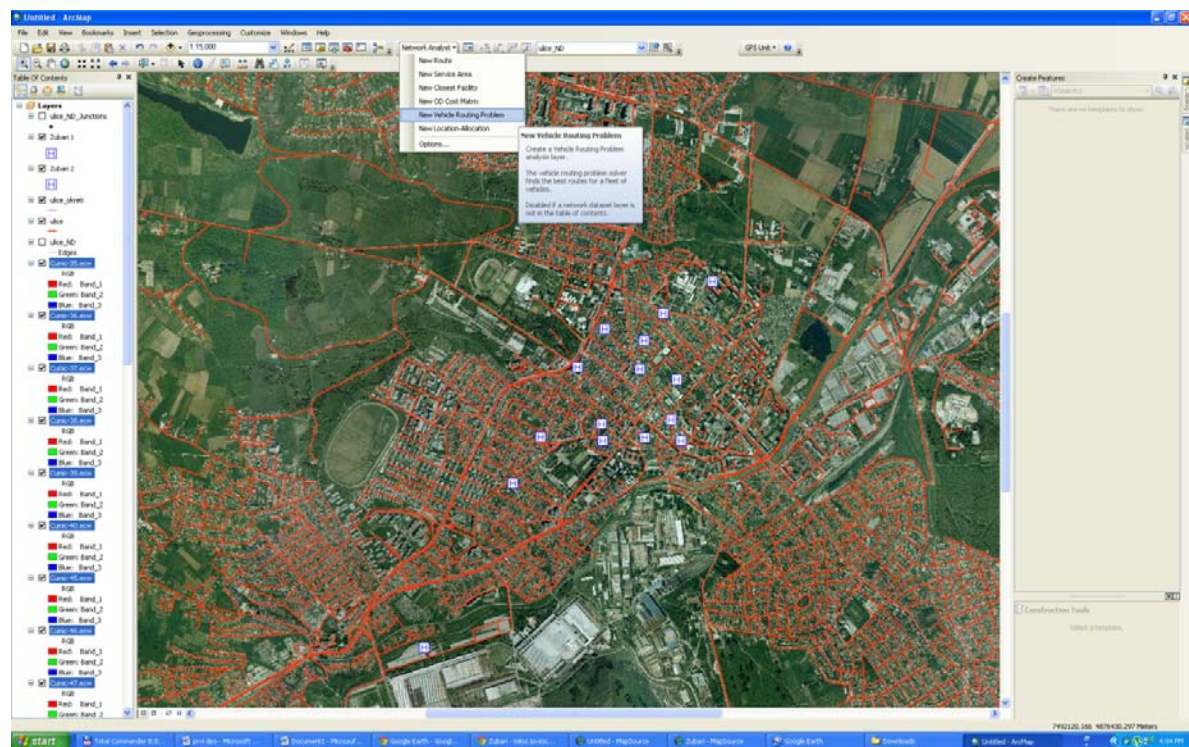
Слика 4.13 Учитане локације стоматолошких ординација

4.3 Одређивање оптималне путање

Након што су извршене све припреме могуће је приступити оптимизацији односно одређивању оптималне путање возила за прикупљање денталног отпада. Потребно је стартовати ArcMap и отворити нови документ. У отворени документ убацити мапу града, мрежу улица и базу података о местима за прикупљање денталног отпада (слика 4.14).



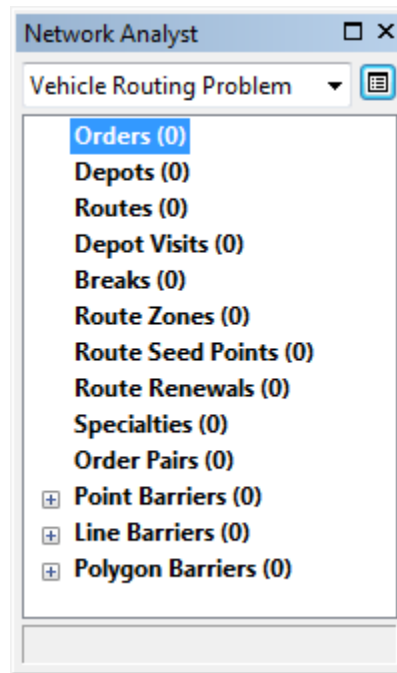
Слика 4.13 Учитани сви потребни лејери



Слика 4.14 Покретање новог проблема рутирања возила

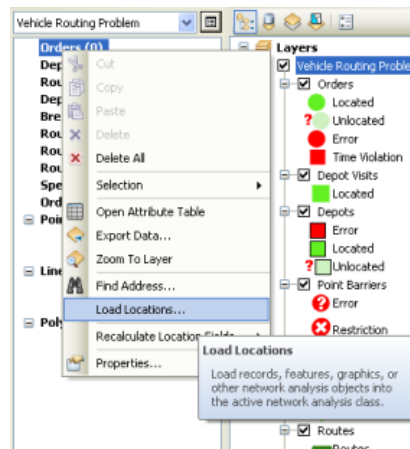
Из модула Network Analyst изабрати команду New vehicle routing problem као што је приказано на слици 4.14.

Са леве стране екрана појавиће се прозор Network Analyst који служи за уношење улазних података (слика 4.15).



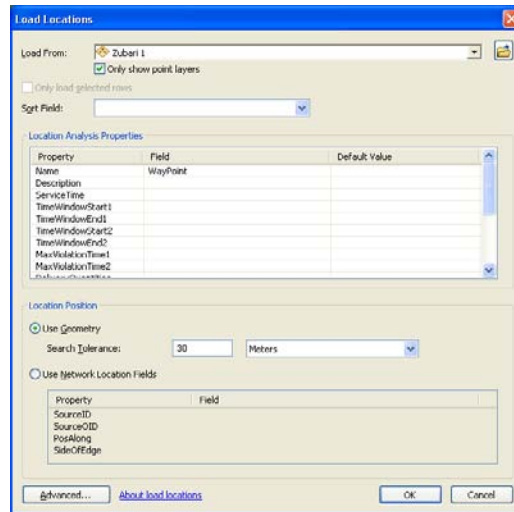
Слика 4.15 – Network Analyst

Потребно је десним кликом селектовати поље Orders и изабрати опцију Load Locations (слика 4.16), чиме ће се извршити учитавање локација места за прикупљање из одговарајуће базе.



Слика 4.16 – Учитавање локација прикупљања

Након тога појавиће се прозор у коме у пољу Load From треба селектовати лејер Zubari, и за search tolerance уписати 30 метара.



Слика 4.16 – Избор одговарајућег лејера

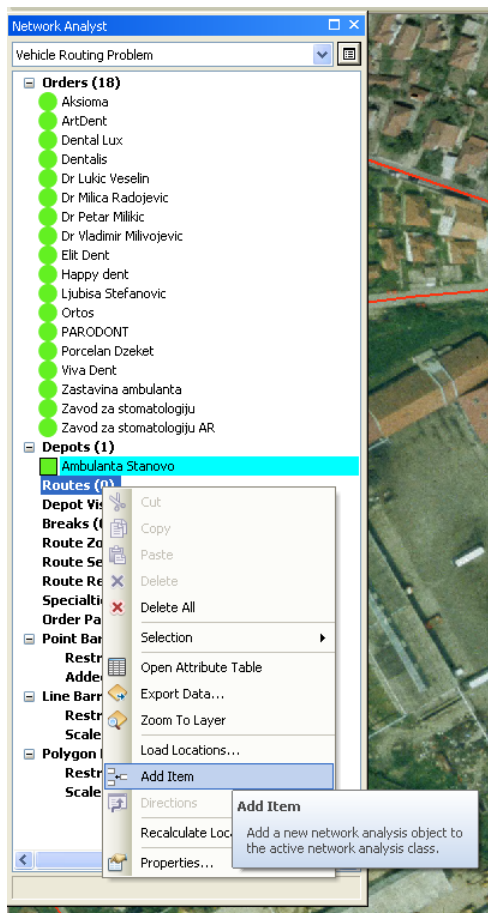
Потврдом на ОК локације са којих треба да се прикупи дентални отпад биће учитане што се може видети и у прозору Network Analyst (слика 4.17).



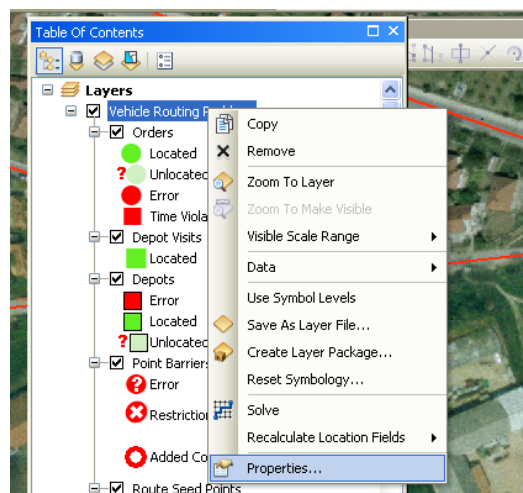
Слика 4.17 – Учитане локације

Следећи корак подразумева селектовање поља Depots које подразумева означавање на мапи локације на коју се одвози дентални отпад. У овом случају то је Амбуланта Станово. На карти треба пронаћи одговарајућу локацију и коришћењем опције Create Network Location Tool означити је.

Након што су одређене локације са којих треба да се прикупи отпад и локација са које се креће и на коју се одвози, приступа се креирању нове руте тако што се десним тастером миша селекује Routes и изабере опција Add Item (слика 4.18).

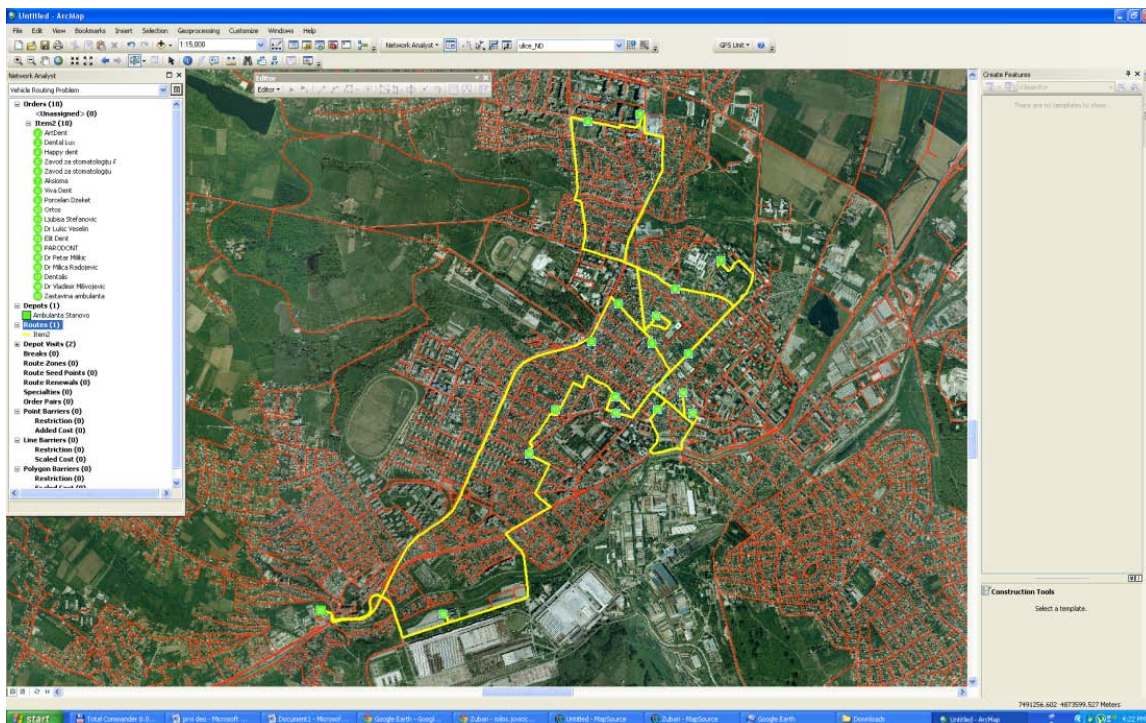


Слика 4.18 – Дефинисање нове руте



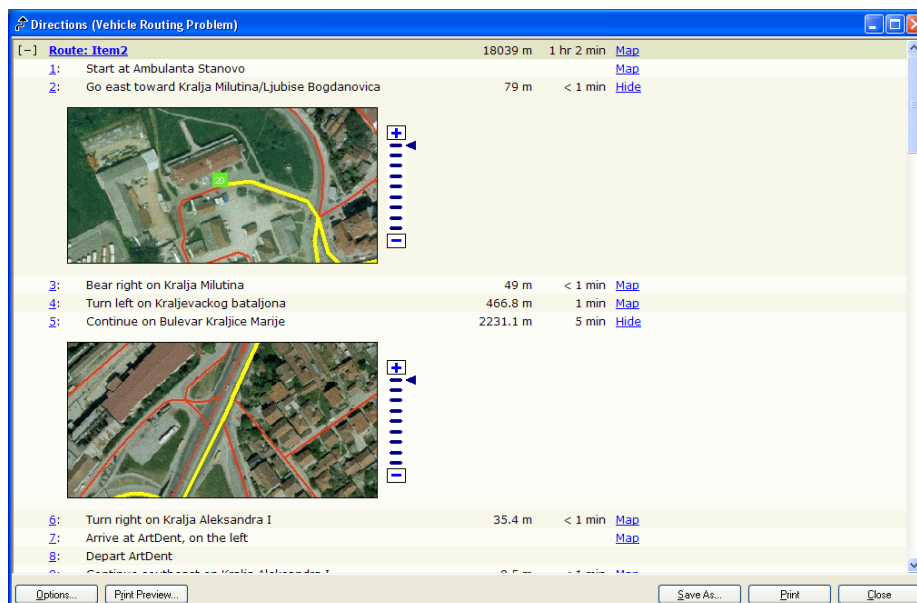
Слика 4.19 – Подешавање карактеристика руте

Уколико је потребно, посебне карактеристике везане за руту, могуће је подесити селектовањем десним тастером миша Vehicle Routing Problem у прозору Table of Contents и избором опције Properties. Уколико није потребно уводити посебна ограничења кликом на команду Solve, покренуће се решавање проблема. Као резултат софтвер ће графички приказати приказати оптималну путању (слика 4.20).



Слика 4.20 – Оптимална рута добијена симулацијом

Као додатак, појавиће се и прозор са упутствима која треба пратити да би се возило кретало по оптималној путањи (скретање по скретање). Ово упутство приказано је на слици 4.21. Са слике се може видети да укупна дужина пута које возило треба да пређе да прикупи дентални отпад из свих обележених ординација износи 18039 метара.



Слика 4.21 – Навођење за оптималну руту

5. Закључак

Применом савремених информационих технологија може се допринети бољој организацији и управљању у процесу прикупљања и транспорта високо-ризичног отпада на локалном нивоу. Савремене информационе технологије се користе у циљу постизања енергетски ефикаснијег и економски исплативијег организовања прикупљања високоризичног отпада, а све са циљем постизања веће безбедности саобраћаја, боље заштите животне средине као и смањења емисије издувних гасова. Како би сагледали ефекте извршене оптимизације коришћена је FES анализа, она сагледава финансијске сегменте оптимизације, еколошке сегменте и потенцијал развоја социјалног импакт фактора.

- ***Оптимизација са финансијског аспекта***

Након извршене оптимизације транспорта денталног отпада, утврђено је да пре оптимизације нису биле дефинисане руте кретања возила а и сама места која генеришу отпад. Оптимизацијом не само да су обезбеђене значајне уштеде у транспорту већ су дефинисане и све локације на којима се отпад ствара.

- ***Еколошки модел оптимизације***

Коришћењем GIS технологија омогућава се боља контрола над ризичним факторима који негативно утичу на еколошки систем. Лоше и непрописно управљање свим видовима отпада а поготову медицинског отпада могу имати катастрофалан утицај на еколошки систем урбаних средина. Коришћењем ArcGIS-а омогућен је бољи мониторинг и планирање над изворима денталног отпада, и могућност имплементације даљих стандарда.

- ***Социјални фактори***

Коришћење ArcGIS система при оптимизацији управљања денталног отпада и постизања добрих резултата, условљава коришћење ове технологије и над другим изворима медицинског отпада. Проширивање употребе географских информационих система омогућава једном граду ре'инжењеринг његових логистичких система ка испуњавању растућих потреба.

Коришћење географских информационих система у оптимизацији логистичких проблема у управљању отпадом забележило је значајне резултате, и навело на потребу истраживања која имају за циљ даљу оптимизацију управљања медицинским отпадом на нивоу Града Крагујевца.

6. Литература

Burrough, P. A. & McDonnell, R. A. (2006), Princini geografskih informacionih sistema, Beograd: Univerziteta u Beogradu, Geografski fakultet

Christopher M., (2011), Logistics & Supply Chain Management, Financial Times, Prentice Hall, ISBN- 978-0-273-73112-2

DeMers, M. N., (2009), GIS, Hoboken: Wiley Publishing

Јовановић В., Ђурђевић Б., Срдић З., Станков У., (2012), Географски Информациони Системи, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, Универзитет Сингидунум, Београд

Кукрика М., (2000), Географски Информациони Системи, Београд; Универзитет у Београду, Географски факултет

Steiniger, S., & Weibel, R. (2009), GIS Software - A description in 1000 words, URL: http://www.geo.unizh.ch/publications/sstein/gissoftware_steiniger2008.pdf

7th World Economic Forum Risk report, (2012), <http://www.weforum.org/reports>