

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ

**МОГУЋНОСТ КОРИШЋЕЊА БЕСПЛАТНОГ
СОФТВЕРА ЗА ИЗРАДУ ИНТЕРНЕТ ГИС
ПОРТАЛА**

-МАСТЕР РАД-

Кандидат:

Александар Иванковић

Број индекса 327

Ментор:

Др Милан Ђорђевић

Ниш, Децембар 2017.



**ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
НИШ**

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	монографска
Тип записа, ТЗ:	текстуални/графички
Врста рада, ВР:	мастер рад
Аутор, АУ:	Александар Иванковић
Ментор, МН:	Милан Ђорђевић
Наслов рада, НР:	МОГУЋНОСТ КОРИШЋЕЊА БЕСПЛАТНОГ СОФТВЕРА ЗА ИЗРАДУ ИНТЕРНЕТ ГИС ПОРТАЛА
Језик публикације, ЈП:	српски
Језик извода, ЈИ:	српски
Земља публикавања, ЗП:	Р. Србија
Уже географско подручје, УГП:	Р. Србија
Година, ГО:	2017.
Издавач, ИЗ:	ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Ниш, Вишеградска 33.
Физички опис рада, ФО:	73 стр.; граф. прикази,
Научна област, НО:	Географски Информациони Системи
Научна дисциплина, НД:	
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Интернет ГИС, Софтвери, Интернет Портали
УДК	004.738.5 ; [007 : 912]
Чува се, ЧУ:	библиотека
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	У првом делу рада је укратко објашњен сам појам Интернет ГИС-а, његова појава, развој и употреба, док се главни део рада бави описом бесплатних Интернет ГИС софтвера и тога како се они могу употребити при изради Интернет ГИС презентација, и примерима како се оне могу изградити.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, Председник:	
Члан:	
Члан,	
Ментор:	



ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	monograph
Type of record, TR :	textual / graphic
Contents code, CC :	university degree thesis
Author, AU :	Aleksandar Ivanković
Mentor, MN :	Milan Đorđević
Title, TI :	POSSIBLE USE OF OPEN SOURCE INTERNET GIS SOFTWARE IN CREATION OF INTERNET GIS WEB SITES
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	English
Country of publication, CP :	Republic of Serbia
Locality of publication, LP :	Serbia
Publication year, PY :	2017.
Publisher, PB :	author's reprint
Publication place, PP :	Niš, Višegradaska 33.
Physical description, PD :	73 p. ; graphic representations
Scientific field, SF :	Geographic Information Systems
Scientific discipline, SD :	
Subject/Key words, S/KW :	Internet GIS, Software, Websites
UC	004.738.5 ; [007 : 912]
Holding data, HD :	library
Note, N :	
Abstract, AB :	In first part of this thesis there is a short explanation about the Internet GIS including the development and utilization, while the main part of the thesis deals with some of the open source Internet GIS software and explains how can the software be used to create Internet GIS websites with examples of it.
Accepted by the Scientific Board on,	
Defended on, DE :	
Defended Board, President:	
DB :	
Member:	
Member,	
Mentor:	

Биографија

Александар Ивановић је рођен 19. марта 1993. године у Књажевцу, где 2008. године завршава основну школу Димитрије Тодоровић - Каплар, као носилац Вукове дипломе. Средњу школу, Књажевачку Гимназију завршава у Књажевцу 2012.

По завршетку средње школе, 2012. године уписује основне академске студије географије, на департману за географију, Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу. Основне студије завршава 2015. године звањем „Географ“ са просечном оценом 8,05. Исте године уписује мастер академске студије, на Департману за географију, Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу смер Туризам. Завршава све наставне предмете 2017. године са просечном оценом 8,9 и стиче све услове за одбрану мастер рада.

За време студирања постиже значајне резултате као члан фудбал тима Природно-математичког факултета освајањем златне и сребрне медаље у Универзитетској лиги, као и сребрне медаље на Светосавском купу и купу поводом Дана студената, Универзитетског Спортског Савеза у Нишу. Поред тога, на скуповима Природно-математичких факултета из региона - „Приматијада“, осваја златну медаљу у Чању 2017. године, као и две бронзане у Албени 2016. и Тивту 2015. године.

Захвалница

Највећу захвалност дугујем породици, која ми је пружила неизмерну подршку и омогућила образовање на Природно-математичком факултету у Нишу.

Колегама који су улепшали и олакшали студирање и са којима сам провео незаборавне тренутке.

Ментору Др Милану Ђорђевићу који ми је несебично пружио помоћ при изради мастер рада као и свим професорима на Департману за географију, Природно-математичког факултета у Нишу који су пренели део свог знања на мене.

Садржај

1. УТИЦАЈ ИНТЕРНЕТА НА РАЗВОЈ ГИС-А	9
1.1 РАЗВОЈ ГИС-А	10
1.2 Веб ГИС и Интернет ГИС	11
2. ПОЈАМ ИНТЕРНЕТ ГИС-А.....	12
2.1 СТРУКТУРА ИНТЕРНЕТ ГИС-А	14
2.2 УПОТРЕБА ИНТЕРНЕТ ГИС-А	15
3. ИНТЕРНЕТ ГИС СОФТВЕРИ	16
4.1 OPENMAP КАО АПЛИКАЦИЈА, АПЛЕТ И КОМПОНЕНТА УНУТАР ДРУГЕ АПЛИКАЦИЈЕ	17
4.2 ПРОЈЕКЦИЈЕ У OPENMAP-У	18
4.3 OPENMAP ЛЕЈЕРИ.....	20
4.3 ДОГАЂАЈИ (EVENTS) У OPENMAP-У	21
4.4 ОСНОВНИ МЕНИ, ГРАФИЧКИ КОРИСНИЧКИ ИНТЕРФЕЈС И ПАНЕЛИ СА АЛАТИМА	21
4.5 ПРИКАЗ ПОДАТАКА НА КАРТИ	23
4.6 ДОДАЦИ У OPENMAP-У (PLUGINS).....	26
4.7 АНИМАЦИЈЕ	27
4.8 ПОДРЖАНЕ ВРСТЕ ПОДАТАКА И ЊИХОВО ПРИКАЗИВАЊЕ.....	27
5. OPEN LAYERS	30
5.1 ПРОЈЕКЦИЈЕ У OPENLAYER-У И РЕПРОЈЕКЦИЈА	31
5.2 ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ OPENLAYER-А	32
5.3 ОБЈЕКТИ КОЈИ СЕ МОГУ ИСЦРТАВАТИ НА КАРТИ	33
5.4 АНИМАЦИЈЕ	34
5.5 ПОДРЖАНЕ ВРСТЕ ПОДАТАКА И ЊИХОВО ПРИКАЗИВАЊЕ	34
6. MAPSERVER	39
6.2 ИЗГЛЕД И ОПТЕРЕЂЕЊА КАРТЕ	43
6.3 ПИСАЊЕ НАЗИВА У MAPSERVER-У	45
6.4 СМАЊЕЊЕ ОПТЕРЕЂЕЊА КАРТЕ ПРОМЕНОМ ВЕЛИЧИНЕ ОБЈЕКТА	47
6.5 КЛАСИФИКОВАЊЕ ОСОБИНА У MAPSERVER-У	48
6.6 ИЗРАДА РАЗМЕРНИКА	50
6.7 ИЗРАДА ЛЕГЕНДЕ.....	51
6.8 УПОТРЕБА РЕФЕРЕНТНИХ КАРТИ	51
7. QGIS CLOUD.....	53
7.1 CLOUD ДОДАТАК	54
7.2 ОСНОВНИ ИЗГЛЕД КАРТЕ У QGIS CLOUD-У	56
7.3 ПРОЈЕКЦИЈЕ КОЈЕ СЕ МОГУ ПРИКАЗИВАТИ	56
7.4 КАРТА И ПРИКАЗ КАРТЕ.....	57
7.5 ВРСТЕ ЛЕЈЕРА КОЈИ СЕ МОГУ ПРИКАЗИВАТИ	58
7.4 ПРИКАЗИВАЊЕ РАЗЛИЧИТИХ СТИЛОВА ПОДАТАКА И НАЗИВА	62
7.5 БАЗЕ ПОДАТАКА	63
7.6 ДЕКОРАЦИЈЕ КАРТЕ.....	64
7.7 УПИТИ У QGIS-У	65

8. БЕСПЛАТНИ ДОДАЦИ У ОКВИРУ ПРОГРАМА КОЈИ СЕ ПЛАЋАЈУ	65
8.1 Остали Бесплатни Интернет ГИС Софтвери који нису обрађени у раду	66
9. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАЦИ ИНТЕРНЕТ ГИС СОФТВЕРА.....	68
10. ЗАКЉУЧАК	69
11. ЛИТЕРАТУРА	73

Увод

Земља и њени ресурси су одавно били основа богатства. Људи су уложили доста труда како би развили одговарајуће форме и рационалне методе администрирања и управљања земљом. Као резултат тога настале су многобројне методе чији је циљ био да побољшају опис, представљање и вредновање земље и свих њених ресурса. Географски информациони системи или ГИС помогли су модерном приступу управљања, одређивања кључних стратегија као и потребама сваког корисника.

Извештај Светске Банке о развоју света из 1998. године (*World Development Report (1998/1999), Knowledge for Development*) закључује: „знање је постало можда најбитнији фактор одређивања животног стандарда... Данас највећи број технолошки развијених економија је засновано на знању“. Знање је засновано на информацијама. Информације су подаци којима се даљом обрадом додају особине и добијају своју вредност. Географске информације као одређена врста информација имају за циљ да се баве феноменом простора. ГИС технологије су способне да сакупе опште и посебне информације о стварном свету и из њих изведу корисна решења за одређене просторне проблеме односно неких правилности у пружању појава. ГИС укључује разне врсте знања заснованих на научним законима, одређеним материјалима и одређеним вредностима информација о Земљи. Та знања нуде одговарајућа решења, узимајући у обзир више компоненти које се налазе на истом месту. Ово омогућује одређеном кориснику да дође до нових приступа у управљању земљом. Ти приступи се базирају на већ постојећим расподелама и законима. Свакодневно се развијају нове услуге, круже нове информације које потпомажу рад свих пословних активности и самих установа.

Информационе технологије (ИТ) свакодневно утичу на наше понашање и промовишу промену целокупног друштва. Свакодневно се развијају и промовишу нове технологије као што је Интернет, који повезује на хиљаде телекомуникационих мрежа. У очима ГИС-а, Интернет је моћно оружје за обраду, прикупљање, дељење и приступ географским информацијама и знању. Развој информационих технологија је драстично утицао на развој ГИС технологија. Низ бржих рачунара, већих и бржих меморија и јединица за чување података се појављују свакодневно и баш они омогућују да се што лакше и брже обраде сви сакупљени подаци и реше сложени проблеми.

Развојем Интернета и Информационих технологија, јавља се и појам Интернет ГИС-а који је и тема овог рада. Он представља једну од најмањих али и најнапреднијих области ГИС-а. Како би дошли до суштине рада, који представља коришћење Интернет ГИС софтвера, прво ће бити објашњења о самом настанку, развоју и употреби Интернет ГИС-а, како би схватили о ком делу ГИС-а се ради и шта представља Интернет ГИС.

Главни део рада се бави конкретно софтверима који се могу употребити да се израде Интернет ГИС презентације. Како се развијао феномен Интернета, тако су се развијали и сами софтвери. Данас их има доста, али ће се рад ограничити само на оне који су бесплатни а то су: *OpenMap*, *OpenLayers*, *MapServer* и *QGIS са Cloud* додатком. О сваком од њих ће бити речи првобитно о потребним помоћним програмима и библиотекама који

су неопходни за функционисање, затим о основним елементима и принципима рада као и конкретни примери како се они могу употребити за израду Интернет ГИС презентација.

Након тога ће бити речи о бесплатним додацима у оквиру програма који се плаћају а који могу да помогну при изради Интернет ГИС презентација, у виду складишта података и приказивања карата, док ће последњи део рада бити о мојим личним искуствима при изради неких од примера поменутих у раду, односно о предностима и недостацима софтвера који су обрађени у раду. Поред тога биће укратко споменути још неки од бесплатних софтвера који се могу употребити при изради Интернет ГИС карата, а које због опширности рада није могуће обрадити детаљније.

Данас, Интернет ГИС је свуда око нас. Скоро сваки развијенији град, регија или туристички центар поред својих *Web* презентација поседује и Интернет ГИС презентацију. Користимо их кад год кренемо на неки пут или када желимо да сазнамо нешто више о датим местима. Поред осталог, те презентације могу користити у туристичкој промоцији неког места.

1. Утицај Интернета на развој ГИС-а

Интернет је модерни информациони систем који повезује на милионе телекомуникационих мрежа и представља такозвану спону између свих корисника. Министарство Одбране Сједињених Америчких Држава (*USDOD*) је развило претечу модерног Интернета, 1970. године. То је био први самоодржив, децентрализован систем под називом *ARPANET* (Plewe, 1997). Главни циљ *ARPANET*-а је био да створи поуздану телекомуникациону мрежу која би могла да се користи у случају нуклеарног рата за време хладног рата. Након тога, 1983. године *ARPANET* је усвојио два протокола *TPC/IP*, као два стандардизована протокола у комуникацији свих повезаних корисника, између рачунара различитих хардверских особина и различитих оперативних система. Тако настаје данашња сасвим развијена глобална мрежа - Интернет. Аутор (Batty, 1999) наводи: „Чињеница да је Интернет веома ефикасан у едукативном систему, као и његова релативно ниска цена, учинили су да се број његових корисника масивно повећа.“

Интернет као и остале међу-мреже поред своје свакодневне примене при претраживању Интернета (популарном сурфовању), необавезном ћаскању, прегледању различитих мултимедијалних садржаја, оставили су свој траг и у ГИС-у. За кратко време, употреба Интернета у области ГИС-а је довела до појава нових области истраживања у ГИС-у: Интернет или *Online* ГИС (Dragičević, 2004). Аутори (Peng, Tsou, 2003) наводе: „Он утиче на ГИС у три важне области: приступу ГИС подацима, просторне информације и њихово даље ширење и ГИС моделовање и обрада“.

Интернет омогућава корисницима да лакше приступе ГИС подацима различитог порекла. ГИС складишта и библиотеке података су два главна начина чувања и складиштења како геопросторних тако и осталих података на Интернету, којима свако или одређена група људи у сваком тренутку може да приступи (Decker, 2001). Један од

примера таквих складишта је Аустралијска национална служба за чување података (*Australian National Data Service*), која поседује све врсте геопросторних података везаних за регион Аустралије и сваки корисник јој може приступити. Она је један од доказа како било који корисник може лако приступити огромној количини геопросторних података. Поред тога аутори (Chen et al, 1997) дају још један пример библиотека: „Пројекат Александријске библиотеке дигиталних података има за циљ да креира централизовано складиште просторних података различитих порекла, који би били доступни свим корисницима Интернета.“

Интернет такође омогућава дељење резултата анализе ГИС података и просторних информација са више корисника и на већим даљинама него што то чини традиционални ГИС. Свако лице сада може врло лако приступити просторним подацима, и истражити везе и шаблоне истих, директно из својих претраживача, кућних или јавних библиотека (Longley, 2001). Људи могу и приступити бесплатној *online* претрази и анализи геоподатака без куповине скувих и захтевних ГИС програма. На тај начин могу се лако поделити решења али и упоредити и искористити већ постојећа и доступна решења.

Са тим у вези, Интернет постаје главно средство ГИС обраде. Побољшава приступ и поновно коришћење ГИС алата за обраду и анализу тако што динамично преузима и поставља назад на Интернет компоненте ГИС анализе (Peng, Tsou, 2003). Сада људи могу приступити ГИС програмима из својих претраживача, без инсталирања програма директно на свој рачунар.

1.1 Развој ГИС-а

Развој ГИС-а је повезан са развојем информационих технологија (*IT*) а још ближе је повезан са развојем рачунара и његових компоненти. Аутори (Peng, Tsou, 2003) наводе: „ГИС је еволуирао од *mainframe* и локалног (*desktop*) ГИС-а до Интернет и мобилног ГИС-а који се још називају и дистрибутивни ГИС“.

Mainframe ГИС се односи на програме који су инсталирани на једном главном (*mainframe*) супер-рачунару. Са њега, сви остали рачунари приступају ГИС програмима и алатима, односно он обавља све радње анализирања и приказивања података на захтев повезаних рачунара (Peng, Tsou, 2003). Рачунари на себи не морају да имају инсталиране ГИС софтвере, већ им приступају преко *mainframe*-а.

Локални (desktop) ГИС, се ослања на програме инсталиране на десктоп рачунару, и може се говорити о њему у две главне категорије: када су сви програми инсталирани на један рачунар и он сам их покреће и садржи своје податке (*stand alone*) и *LAN* (Peng, Tsou, 2003). Самостални рачунар не комуницира са другим рачунарима. Када су више рачунара повезана на локалну мрежу тада се говори о (*LAN*) ГИС-у. Он ради на принципу два степена организације, један сервер рачунар (главни) и више других рачунара повезаних на локалну мрежу. Разликује се од *mainframe* ГИС-а тако што веза између рачунара у овом

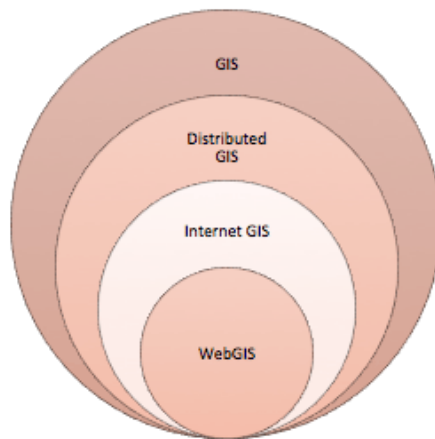
случају представља сервер, док *mainframe* рачунар обавља све анализе и израчунавања пре него што пошаље резултате и успостави везу са осталим рачунарима.

Дистрибутивни ГИС представља драстични напредак у односу на претходна два типа ГИС-а и традиционалног двостепеног система комуницирања клијент/сервер. Уместо да се ослања на програме инсталиране директно на један рачунар, када је у потпуности примењен, дистрибутивни ГИС, све што му је неопходно користи директно са Интернета, или неке друге бежичне мреже (Peng, Tsou, 2003). Корисници могу да приступе подацима, алатима за обраду и анализу са било ког рачунара повезаног на Интернет или неку бежичну мрежу у било ком тренутку, а сам клијент може бити било који десктоп рачунар, лаптоп или мобилни телефон. Дистрибутивни ГИС се састоји из две категорије, то су: Интернет ГИС и мобилни ГИС. Главна разлика између њих је то што Интернет ГИС ради на каблом повезану мрежу док мобилни ГИС као главни извор користи бежичне мреже.

1.2 Web ГИС и Интернет ГИС

Web ГИС и Интернет ГИС се често користе као синоними и та два термина су уско повезана иако имају другачије значење. Интернет или *Web* је било која мрежа која се састоји од више мањих мрежа, повезаних путем различитих протокола и врста комуникације (Plewe, 1997). Интернет се састоји од више сервиса који нису део *Web*-а, то су *e-mail* сервис, *FTP* (*File Transfer Protocol*), *Telenet*. Другим речима Интернет је инфраструктура која повезује више апликација (засноване на моделу клијент/сервер) која укључује и *Web* као и још сложеније апликације које тек треба да се развију.

С тим у вези Интернет ГИС није исто што и *Web* ГИС. Интернет ГИС се односи на коришћење Интернета за анализу, прибављање, обраду и пласирање података док се *Web* ГИС односи конкретно на коришћење *WWW* (*World Wide Web*) као примарне базе (Plewe, 1997). Иако и *Web* и Интернет ГИС користе клијент/сервер модел, *Web* ГИС користи *WWW* као клијент, док Интернет ГИС не мора (Peng, Tsou, 2003). Без обзира што је *Web* тренутно најраспрострањенији, најбитнији и сервис који се највише користи на Интернету, иако се и Интернет ГИС софтвер базира на *Web*-у, ипак је Интернет ГИС један доста шири појам у односу на *Web* ГИС (Green, Bossamie, 2001). Коришћењем тог појма оставља се место новим апликацијама Интернета које тек долазе.



Слика 1. Место Интернет ГИС-а, у целокупном ГИС систему. Извор: gislounge.com/internet-gis.jpg

2. Појам Интернет ГИС-а

У раду је до сад изнето више објашњења о томе како је настао сам Интернет ГИС, а из различитих тврдњи може се и коначно дефинисати појам Интернет ГИС-а. **Интернет ГИС је интегрисани клијент/сервер систем за обраду података.** Интернет ГИС користи динамични клијент/сервер однос при анализи неког просторног задатка (Hall, 1994). Клијент низом команди и кодова које сервер разуме комуницира са сервером. Сервер може сам да заврши задате операције и пошаље их назад клијенту путем мреже, или да пошаље алате за извршење операција назад клијенту, како би их сам клијент завршио (Peng, Tsou, 2003). Веза између сервера и клијента се врши унапред одређеним протоколом, данас је то углавном TCP/IP протокол. Аутор (Peng, 1998) даје поделу клијента: „У односу на то колико је процеса обавио сам клијент може се говорити о такозваном „танком“ и „дебелом“ клијенту“.

Ако се највећи део операција и анализа извршио на серверу а клијент је имао минимално удела у самим, или је искоришћен да само затражи крајње решење свих операција (*output*) онда је реч о „танком“ клијенту. Уколико највећи део операција обави сам клијент а сервер служи само за трансфер података до клијента онда је реч о „дебелом“ клијенту (Dragičević, et al., 2011). Оно што се може додати је да концепт сервера и клијента доста релативан; сваки рачунар може бити сервер, ако шаље неке податке и обавља одређене операције на захтев других рачунара али и клијент, ако неке друге податке узима и ако захтева одређене операције са других рачунара (Huang et al, 2001).

Интернет ГИС је заснован на Web интеракцијама између клијента и сервера. Док се традиционални *desktop* ГИС базира на графичком корисничком интерфејсу (*GUI*), Интернет ГИС, као што му само име говори се заснива на Интернету у смислу комуникације корисника и ГИС програма (Scharl, Tochtermann, 2007). Интернет ГИС користи цео Интернет, као и његов најпопуларнији део, *Web* и његове додатке да што лакше омогући интерактивну комуникацију корисника и дистрибутивних ГИС програма.

Ту интерактивност потпомажу *HTML*, *HTML*, и *WAP* (ако је у питању мобилни ГИС), а поред тога могу обрађивати и векторски базиране ГИС податке.

Интернет ГИС је дистрибутивни и динамични систем. Интернет ГИС користи предност Интернета као великог система за дистрибуцију података тако што се ГИС подаци и алати за анализу могу налазити у великом броју различитих рачунара (или сервера) на Интернету (Peng, Tsou, 2003). Корисници могу да приступе тим подацима на захтев у било ком тренутку, широм целог света путем Интернета. Геопросторни подаци су углавном подељени међу различитим департманима унутар организације или међу више организација, чак и међу мрежама и глобалним мрежама као што је Интернет. Све је више база података на Интернету које састављају саме јавне агенције и којима може свако лице да приступи у било ком тренутку. Интернет ГИС користи те базе тако што им врло лако приступа и претражује их и врло лако преузима одређене њихове делове тако да се много простије комбинују са локалним базама података без непотребног преклапања истих података на више места.

Осим података и база података, путем Интернета могу бити расподељени и распрострањени алати за геопросторну анализу. Интернет ГИС клијенти могу у сваком тренутку на сам захтев корисника да претражују, преузимају (са или без накнаде) и састављају потребне алате (Peng, Tsou, 2003). Клијенти имају контролу над функцијама потребним за одређени задатак. Са тим у вези, различити клијенти могу да користе различите апликације и програме у односу на одређене задатке које тренутно имају како би добили најбоље и најбрже резултате.

Пошто је Интернет ГИС дистрибутивни систем, базе података и апликативни програми се налазе на рачунарима који служе клијенту (серверима). Овакав систем омогућава подацима и програмима да буду увек ажурирани (Peng, Tsou, 2003). Другим речима, Интернет ГИС је динамично повезан са изворима података и програма. Ова динамична природа омогућава повезаност Интернет ГИС-а са подацима и програмима у стварном времену, у том тренутку, као што су управо направљени сателитски снимци, снимци саобраћаја или одзив хитних служби. То омогућава Интернет ГИС-у да увек има слику правих података који се дешавају у тренутку захтева корисника или са најновијим и ажурираним подацима.

Интернет ГИС поседује мулти-платформу подршку на више оперативних система. Интернет ГИС-у се може приступити са већег броја платформи, без обзира на то који оперативни систем користе (Peng, Tsou, 2003). Он није ограничен на било коју врсту машине или оперативног система. Све док има стабилну конекцију или бежичну конекцију, свако би требало да може да приступи Интернет ГИС-у са било које локације, у случају да је сам провајдер Интернет ГИС садржаја (података, алата за анализу) омогућио да се њима може приступити са више различитих платформи и оперативних система.

Сам задатак Интернет ГИС-а је способност да се приступи различитим формама ГИС података и функција у хетерогеној околини. Да би били способни да приступе и даљински деле ГИС податке и функције, Интернет ГИС програми морају високи степен међуоперативности (Dragičević, et al., 2011). Неколико организација се тренутно бави стандардизацијом глобалне геопросторне заједнице, једна од њих је и *OGC (OpenGIS*

Consortium) која има за циљ да постави основе међуоперативности и стандардизације у ГИС-у широм света.

Укратко, Интернет ГИС је посебна врста ГИС-а која користи Интернет мреже да приступи и даље проследи обрађене податке, алате за анализу, да спроведе просторну анализу и направи мултимедијалне ГИС презентације (Peng, Tsou, 2003). У суштини, Интернет ГИС је оријентисан на циљеве, распрострањен широм мреже и међуоперативан. У идеалном случају клијент не мора да има било коју врсту података или било који ГИС софтвер инсталиран на свом рачунару, зато што су сви они доступни на Интернету, док локални ГИС корисници могу само да приступе подацима и програмима који су везани само за њихов локални рачунар и складиштени унутар њега.

2.1 Структура Интернет ГИС-а

Интернет ГИС у односу на локални ГИС користи трећи или више (n-ти) ниво клијент/сервер структурног модела за рачунања. Аутори (Peng, Tsou, 2003) наводе: „Интернет ГИС се састоји из 4 главне компоненте, то су: клијент, *Web* сервер са сервером апликације, сервер картирања и сервер са подацима“.

Клијент представља сваког корисника који жели да приступи одређеним подацима или алатима за анализу са сервера. То је у ствари кориснички интерфејс преко кога сам корисник комуницира са сервером. Корисник тим путем на захтев задаје низ операција, или захтева од сервера приступ одређеним подацима или базама података. Корисници се ослањају на унапред програмиране функције да манипулишу подацима и картама путем свог претраживача. Различите врсте клијента имају својих предности и мана.

Web сервер и сервер апликације су друга компонента Интернет ГИС-а. *Web* сервер се још назива и *HTTP* и његов главни задатак је да одговори на захтеве *Web* претраживача клијента путем *HTTP*. Сам *Web* сервер може да одговори на више начина у зависности да ли поседује сам решења или их шаље другим програмима (Scharl, Tochtermann, 2007). Када *Web* сервер шаље захтеве клијента другим програмима, неопходан је сервер апликације (*API*). Он служи као спона између *Web* сервера и других програма и сервера као што је сервер картирања. Сервер апликације у том случају има улогу преводиоца између *Web* сервера и сервера картирања и његова главна улога је успостава, одржавање и прекид везе између *Web* и сервера картирања.

Сервер картирања је главна радна компонента која извршава просторне упите, спроводи просторне анализе и генерише и доставља карте засноване на захтеву клијента. Он пружа класичне ГИС функције или услуге као што су услуге креирања карата, услуге просторног анализирања, филтрирање упита и тако даље (Peng, Tsou, 2003). Ове услуге могу бити смештене у различитим серверима као индивидуалне компоненте. Он је задужен за све анализе и упите и врло је битна компонента.

Сервер са подацима сервира податке, било они просторни или непросторни; релационе или нерелационе базе података (Rinner 1998). *Web* клијент или сервер картирања приступа

серверу са подацима преко *SQL*-а, тако да се сервер са подацима може назвати и *SQL* сервер (Peng, Tsou, 2003). То је универзални и стандардизовани језик који користе произвођачи база података тако да сваки програм, клијент или сервер картирања може да приступи и прочита податке.

2.2 Употреба Интернет ГИС-а

Традиционални ГИС имају проблема са достављањем дистрибутивних ГИС сервиса *online*, који би били лаки за коришћење свим корисницима. Развојем Интернета и броја података који су доступни корисницима, једноставно се морају искористити те предности. Локални ГИС системи су унапред предодређени да њихове главне функције буду локалне и заснивају се на подацима који се не могу делити (Peng, Tsou, 2003). Пратећи целокупни развој не само Интернета, већ и рачунарских компоненти, ГИС једноставно захтева да изађе из свог локалног оквира и данас, његова употреба се среће свакодневно (Cobb, Olivero, 1997). Корисници једноставно захтевају архитектуру ГИС-а која је заснована на Интернету, која ће омогућити динамичну употребу геопросторних података.

Корисност Интернет ГИС-а се може сагледати са две различите перспективе: из перспективе управљачких система и из перспективе корисника. Ако се гледа корисност Интернет ГИС-а из перспективе великих управљачких система она је превелика. Све више се од државних агенција захтева што више глобалних и свима доступних географских података у циљу даљих истраживања и употребе (Peng, Tsou, 2003). Ове агенције због тога морају свакодневно ажурирати своје податке и сакупљати нове, како би испуниле захтеве својих корисника. Без Интернет ГИС-а, цео тај процес би био доста напоран. Свакодневно ажурирање и прикупљање без Интернета је превише тежак посао, тако да Интернет доста помаже тај аспект. Поред државних агенција, некада су велике базе података биле основни извор геопросторних информација. Доста је тешко водити рачуна о толико великој бази података, поједини подаци застаревају, губе своју вредност и постају непотребни. Данас постоји велики број мањих база које свакодневно комуницирају и одржавају своје податке ажурираним и приступачним свим корисницима.

Корисници такође имају велике користи, и зато се и све више опредељују за Интернет ГИС. Са развојем информационих технологија, све више података се може прикупити са Земље (Decker 2001). Велика количина података и скупова података значи и огромна њихова величина. Њихово преузимање са Интернета одузима превише времена, а само њихово читавање на локалне рачунаре траје превише дуго. Тако сервери са подацима у Интернет ГИС-у долазе до изражаја. Сви подаци се налазе на њима, тако да се не морају преузимати, већ се могу само користити са датих сервера.

Поред тога, јавља се све више специјализованих Интернет ГИС софтвера. Они се одлучују само за један вид задатака који ће обављати. Локални ГИС софтвери поседују огромну количину алата за обраду, што је наравно увек добро. Међутим због те огромне количине, неки задаци и њихово решавање и процесирање могу да трају јако дуго. Због

тога се јављају специјализовани софтвери, који се опредељују за један задатак и тако олакшавају његову обраду (Dragičević, et al., 2011). Пошто је данас време новац, сваки уштеђени тренутак при обради неког задатка, може бити значајан.

3. Интернет ГИС софтвери

Велика популарност и све већи значај који је Интернет добио последњих година привукао је произвођаче ГИС софтвера у целом свету. Ти произвођачи су заслужни за спајање Интернета и ГИС-а у јединствену област која се назива Интернет ГИС. Главни проблем је био прилагођавање софтвера самом Интернету. Ово није био тежак задатак, Интернет је врло радо прихваћен у области ГИС-а а већ постојећи софтвер је само модификован да се што боље прилагоди Интернету (Green, Bossamier, 2001). Тако су настали први софтвери који су били прилагођени Интернет ГИС-у. Повећањем популарности целе области, почиње и развој првих софтвера дизајнираних посебно за Интернет.

Данас клијент има превелики избор софтвера који може да прилагоди својим потребама. Све што је потребно је да лако претражи Интернет и за свој задатак пронађе одговарајући софтвер. Проблем који је настао јесте да су компаније које су се прве пробиле на Интернет ГИС тржиште и решиле да модификују свој софтвер и направе нови, решиле да те своје услуге и наплате. Аутори (Peng, Zhang, 2004) наводе: „Већина, ако не и сви произвођачи ГИС софтвера су креирали своје верзије Интернет ГИС софтвера, као што су *ESRI*-јев *ArcIMS*, *Intergraph*-ов *Geomedia Web Map*, *Autodesk*-ов *MapGuide*, *MapInfo MapXtreme*, *GE SmallWorld Internet Application Server*, као и *ER Mapper*-ов *Image Web Server*.“ Тако је настао велики број софтвера који се плаћа, пуно база података је доступно на Интернету али које без претходне надокнаде нису могле да се употребе. Универзитети и њихови истраживачи су увидели овај проблем. То је била можда и највећа препрека развоја и доступности Интернет ГИС-а који би по својим дефиницијама требао да буде доступан свима. Тако су Универзитети почели да развијају своје верзије Интернет ГИС софтвера које су касније бесплатно проширене и подељене Интернетом (Dragičević, et al., 2011). Овај тренд је запао за око и великим ГИС компанијама, тако да би остале у трци, нуде делове својих програма или поједине апликације бесплатно, наравно како би у једном тренутку иницирали куповину целог програма.

Данас се на Интернету може наћи велики број бесплатног Интернет ГИС софтвера. Њиховом употребом као и, комбиновањем са бесплатним додацима популарних Интернет ГИС софтвера као што су *ESRI*-јев *ArcIMS*, *MapXtend*, *Geo Media*, *Web Map*, а који се плаћају, клијент може да задовољи све своје потребе за квалитетним Интернет ГИС софтвером (Peng, Zhang, 2004). У даљем делу рада ће бити описани ти бесплатни софтвери и како се могу употребити у изради Интернет ГИС презентација.

4. Open Map

Open Map је геопросторна група алата, написана у *Java* платформи и то је бесплатни софтвер направљен од стране *BNN Technologies* групе. Овај софтвер омогућава визуализацију и разумевање података тако што приказује неке нове везе и трендове које су иначе сакривене у мору информација, или прављењем нових информација комбиновањем својих података са другим подацима и представљањем тих веза. *OpenMap* компоненте могу да прикажу податке карте из свих локалних датотека и сервера у више формата. *Framework* апликације пружа више начина да се измене и испитају подаци са карте, и за све то, компоненте апликације комуницирају и раде заједно. Овај *framework* је заснован на *Sun*-овој *Java Beans* технологији и може се лако мењати помоћу датотека са текстуалним особинама, тако да се нове компоненте могу додати и избрисати без измене целог кода. *OpenMap* се може покренути као апликација, аплет¹ или компонента унутар друге апликације да би приказали слике карата на *Web* серверу (*BNN Technologies*, *Online Resources*, 2007).

Да би се покренуо сам процес картирања и програм, неопходно је неколико бесплатних програма који би то омогућили. На првом месту ту је *OpenMap API*, који се може преузети са њиховог сајта *OpenMap-Java.org*. Затим је неизоставан *Java Developer Kit (JDK)* који се бесплатно може преузети са *oracle.com/java*. Помоћу њега, отварају се и пишу све команде програму. Обавезан је и *Apache Maven*, који се повезује са *API*-јем програма и који омогућава да се покрене сама карта. *JavaNetBeans* која се користи за функцију неких компоненти. Ово су програми за покретање основне карте, без било каквих додатака. Поред тога ту су остале компоненте о којима ће бити речи и које омогућавају даљу израду карата а имају формат (*com.bnn.OpenMap.app.**).

4.1 OpenMap као апликација, аплет и компонента унутар друге апликације

OpenMap укључује компоненту апликације (*com.bnn.OpenMap.app.OpenMap*) која креира основни *framework* који покреће и конфигурише апликацију картирања. Ова апликација је оквир, односно срж за компоненте које се додају апликацији. Тај оквир омогућава механизме за те компоненте, како би оне пронашле и повезале се са другим компонентама које су неопходне, и могу лако оформити срж апликација са различитим интерфејсом и функцијама. *OpenMap* апликација се конфигурише са *OpenMap.properties* датотеком, као што је то наведено у уводу. Садржај ове датотеке дефинише које ће се компоненте укључити и додати *framework*-у апликације, укључујући и лејере. Нове апликације могу да се конфигуришу без поновне рекомпилације, једноставно отварањем

¹*Java applet* су веома мале *java* апликације унутар неке друге апликације и имају за циљ да изврше једну или више простих али одређених функција које нису укључене у главној апликацији.

OpenMap.properties датотеку програмом за читање и измену текста (*NotePad*, *WordPad*, *Microsoft Office Word*). Компонентама које су написане да користе неке особине, даје се команда у подешавањима како би се покренуле саме. Лејери који се ослањају на локацију датотека са подацима или сервера, углавном имају особине које дозвољавају тим локацијама да се подесе време покретања. Лејери у *OpenMap* апликацији могу да користе податке на више различитих начина када су покренути у околини апликације. Они могу да представљају компоненте карте на више начина: Рачунањем, читањем датотека са подацима директно са локалне меморије, читањем датотека са подацима са URL везе, читањем датотека са подацима који се налазе у јар (*JavaArchive*) датотеци, или неке друге базе података.

OpenMap такође долази са аплет компонентом која чини *framework* апликације, унутар аплет *framework* (*com.bbn.OpenMap.applet.OpenMapApplet*). Једна од важних ствари које треба узети у обзир када *OpenMap* користимо као аплет је да су његове компоненте ограничене само на *Java* околину у виду комуницирања са било којим другим рачунаром осим наравно оног са кога је аплет покренут. Ово директно утиче на то како лејери долазе до извора података, тако на пример лејери у аплету не могу приступити подацима са локалне меморије, док су сви остали начини исти као и код коришћења *OpenMap* као и апликације.

Компоненте корисничког интерфејса и лејера су базирани на *Java Swing*²компонентама и могу се користити у другим апликацијама као регуларне свинг компоненте ван *framework*-а *OpenMap* апликације. Остале компоненте које се користе као *cache* механизми, трансформације пројекције, читање и измене података се такође из *OpenMap*-а могу користити у другим апликацијама.

4.2 Пројекције у *OpenMap*-у

Једна од главних сврха *OpenMap* програма је лоцирање жељених компоненти на мапи, и *OpenMap* то ради одлично. У геопросторној терминологији, пројекција је приказ сферичног модела на дводимензионалној подлози као што је карта. Постоје различите врсте пројекција, и сам избор зависи од задатка који је постављен. У *OpenMap* програму, пројекције су компоненте које су задужене за превођење између стварне географске ширине и дужине и *x/y* локације на екрану. *OpenMap* може да ради само трансформације са географске дужине и ширине (*longitude/latitude*) у конкретну *x* и *y* координату на карти која се израђује. За сада програм је конкретно ограничен само на коришћење географске дужине и ширине, односно *WGS 84* групе координата. Уколико покушамо да унесемо неку другу групу координата, појавиће се грешка у локацији конкретне тачке или самом

²*Java Swing* представља групу програма који омогућавају програмеру да сачини графички интерфејс, који у себи садржи различите скрол барове, интерактивна дугмад и друго.

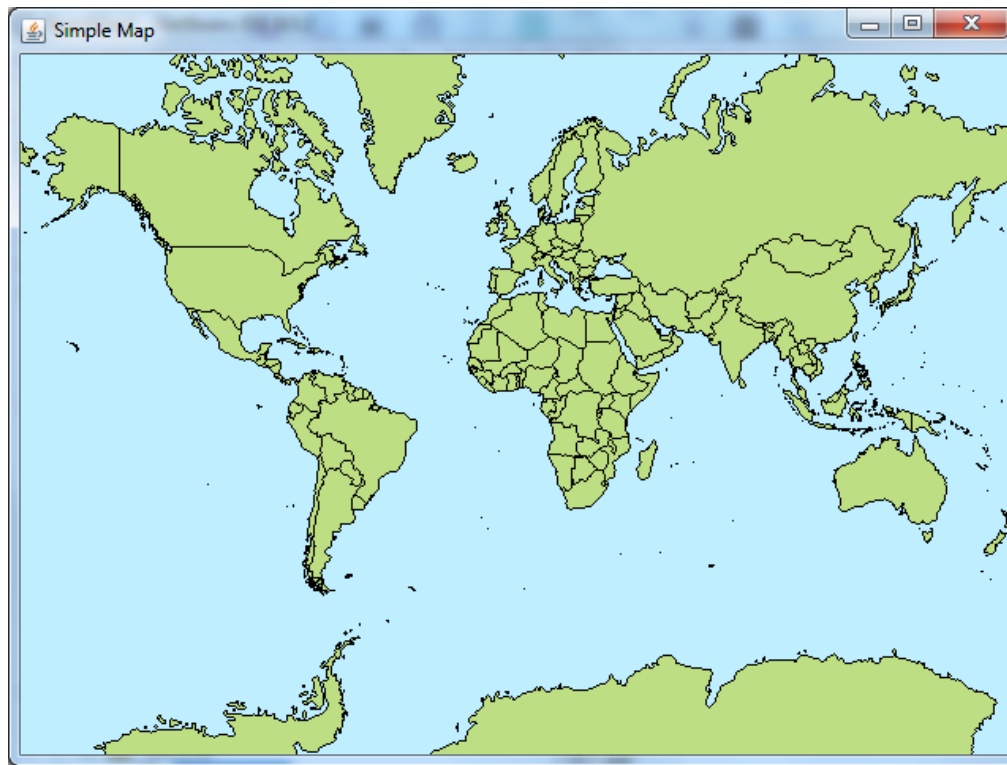
читању унетог сета координата. Сама апликација се упоређује свакодневно и очекује се у будућности да ће се развити и подршка за остале групе координата.

На самом почетку рада са *OpenMap*-ом веома је битно да проверимо да ли су наши подаци компатибилни са другим подацима који се приказују на карти. Сам програм тренутно нема никакве механизме који би могли да преводе координате из других система у WGS 84, међутим уколико наиђемо на такав проблему на Интернету постоје више таквих пакета који омогућавају сам превод. Још једна ствар коју треба узети у обзир је да су пројекције у *OpenMap*-у базиране на сфероидном моделу Земље, заравњеност елипсоида (ексцентричност) још увек није у функцији *OpenMap*-а.

Пројекције у *OpenMap*-у осим превода и обрнутих превода координата дефинишу и облике који се могу нацртати на карти. Облици на карти су векторски дефинисани, што значи да свака тачка објекта има своју прецизну x и y координату на карти. Саме пројекције су у стању да одреде како ће се вектори приказивати, дефинисани у координатама географске ширине и дужине. Геометрија ових облика зависи од врста линије од које се облик састоји, и то су 3 врсте линија:

- Велике кружне линије - линија између две координате је не најкраће растојање између ових тачака на површини Земље.
- Ромбоидне линије - линија између две координате има константан однос, све док се крећете линијом од једне тачке до друге, увек се крећете у истом правцу
- Праве линије - линије између координати су нацртане паралело са x и y координатним системом.

OpenMap може да приказује и растерске податке (слике) на карти, али мора се узети у обзир да те слике имају своју пројекцију. Ако је неопходно искористити растерску слику прецизно, као позадину у *OpenMap*-у, параметри растерске пројекције слике морају се поклапати са параметрима пројекције *OpenMap*-а. Када се растерске слике унесу у *OpenMap*, мора се вршити такозвано геореференцирање. То је процес у коме се крајњим ивицама растерске слике унапред додељују конкретне WGS координате са праве карте и слика се исцртава на крти. Ако се координате не поклапају, слика се неће поклапати са конкретном картом а исти је случај и са пројекцијама. Ако се пројекција растерске слике не поклапа са пројекцијом *OpenMap*-а, објекти и атрибути неће бити лоцирани на правом месту на конкретној карти. У том случају сама растерска слика мора бити поново пројектована у тренутну пројекцију која се налази у *OpenMap*-у или да се у самом *OpenMap*-у промени пројекција која одговара слици.



Слика 2. Најпростији вид карте у *OpenMap*-у, без икаквих панела и приказаних података. Извор: снимак екрана из програма

4.3 *OpenMap* лејери

Да би направили карту у *OpenMap*-у, морамо додати лејере (*com.bbn.OpenMap.Layer*) у *MapBean*-у. Лејери потичу од *Java.awt.Component* класе и они су једина врста објекта која се могу додати у *MapBean*. Пошто су они једина компонента *MapBean*-а, они су контролисани од стране *Java* механизма за рендеровање. Овај механизам контролише како су компоненте лејера сложене једна преко друге и стара се да свака компонента буде насликана у тачном реду један преко другог. Такође компонента укључује и методу која дозвољава механизму за рендеровање да раде независно један од другог, и дозвољава механизму за рендеровање да зна који од њих би требало да се прикажу на карти.

Лејери такође прате пројекције, тако да кад се додају у *MapBean*, добијају пројекционе особине сваки пут када се карта зумира, помери или се промени величина и лејери су слободни да одговоре на све захтеве кад се од њих то захтева. Главни задатак је да буду спремни да рендерују допринос пројекције на карту кад год се задаје „нацртај“ задатак, а пројекција диктира шта ће се нацртати.

За управљањем лејерима задужен је *LayerHandler*. То је објекат који се користи у *OpenMap* апликацији да управља лејерима, били они видљиви или само могући на карти. *Handler* користи *Layer.isVisible()* атрибут да означи који су лејери активни на карти. Његов главни задатак је мења видљивост, додаје, брише, и да обавести кориснике када је листа доступних лејера промењена. Он нема свој кориснички интерфејс, тако да може да

се користи у било којој апликацији. У *OpenMap* апликацији, *LayerHandler* прави нове лејере које се могу користити на карти помоћу *OpenMap.layers* ставке у *OpenMap.properties* датотеци. Мењањем параметра у датотеци са особинама могу се додавати и уклањати лејери.

4.3 Догађаји (Events) у *OpenMap*-у

Све компоненте у *OpenMap*-у комуницирају међусобно користећи *Java* модел догађаја. Информација стиже од једне компоненте до друге користећи објекте догађаја (*events*). Кад год изворна компонента генерише нови догађај, он се аутоматски шаље свим осталим компонентама. Овај модел је кључ комуникације у *OpenMap*-у. Читав низ догађаја је садржан у пакету (*com.bbn.OpenMap.event*) као што је навигациони панел (*com.bbn.OpenMap.gui.NavigatePanel*). Кад год се притисне неко дугме у навигационом панелу, он генерише догађаје померање, то су углавном стрелице. Свака од стрелица садржи информацију која јој додељује правац и даљину када се притисне, док средње дугме у навигационом панелу генерише централни догађај (*CenterEvent*) који означава локацију географске ширине и дужине.

Поред ових догађаја који се приказују на карти у виду навигационог панела, појављују се и догађаји миша (*MouseEvent*s). Они се генеришу када се мишем прелази преко видљиве компоненте у *Java* прозору. Они описују каква се то акција на мишу одиграла односно да ли се миш померио, да ли је притиснут неки од тастера, да ли се вршило неко померање односно да ли је приступљено неком прозору или се из њега изашло и на ком месту у прозору се та акција уопште десила. Структура *OpenMap*-а омогућава управљање и дистрибуцију ових догађаја, усмеравајући их ка компонентама у апликацији. Лејери и остале компоненте алата могу да користе догађаје да интерпретирају и одговоре на гестуре корисника на карти, прелажењем миша преко одређеног објекта на карти или кликом, могу да се прикажу више информација о атрибутима карте, да се модификује њихова локација или да се подесе алати за анализе и упите. Са перспективе Лејера, постоје методе у којима се бира да ли ће лејери реаговати на догађаје миша или не. То је *MapMouseListener* компонента у *OpenMap*-у. Уколико се аутор Интернет карте одлучи за њу, лејери ће слушати догађаје које миш задаје у супротном сам лејер неће реаговати на било какве догађаје миша и то је подразумевано подешавање лејера.

4.4 Основни мени, графички кориснички интерфејс и панели са алатима

OpenMap скуп алата садржи велики број апликација и виџета који могу да се употребе да се контролише картом и лејерима. Они се углавном могу наћи у *com.bbn.OpenMap.gui* пакету. Панел са алатима је базиран на *Java* панелу (*JToolBar*) и користи се да се поставе

иконице и једноставне контроле неопходне кориснику. *OpenMap* апликација смешта панел са алатима одмах изнад мапе. Панел са алатима користи *MapHandler* да лоцира објекте који су повезани са интерфејсом алата. *OMToolComponents* је сет компоненти који се користи да се прикажу било који алати у панелу са алатима и буду увек спремни за употребу на захтев корисника. Неке од тих компоненти су:

- Навигациони панел - представља скуп стрелица које се једноставно користе да се помера кроз мапу у 8 различитих праваца. Она представља скуп догађаја који се повезује путем догађаја померања о којима је било речи у претходном делу рада о догађајима у *OpenMap*-у

- Зум Панел - који пружа две опције зумирања и одзумирања у виду два дугмета
- Панел за промену текста - као што му само име говори користи се за промену величине текста

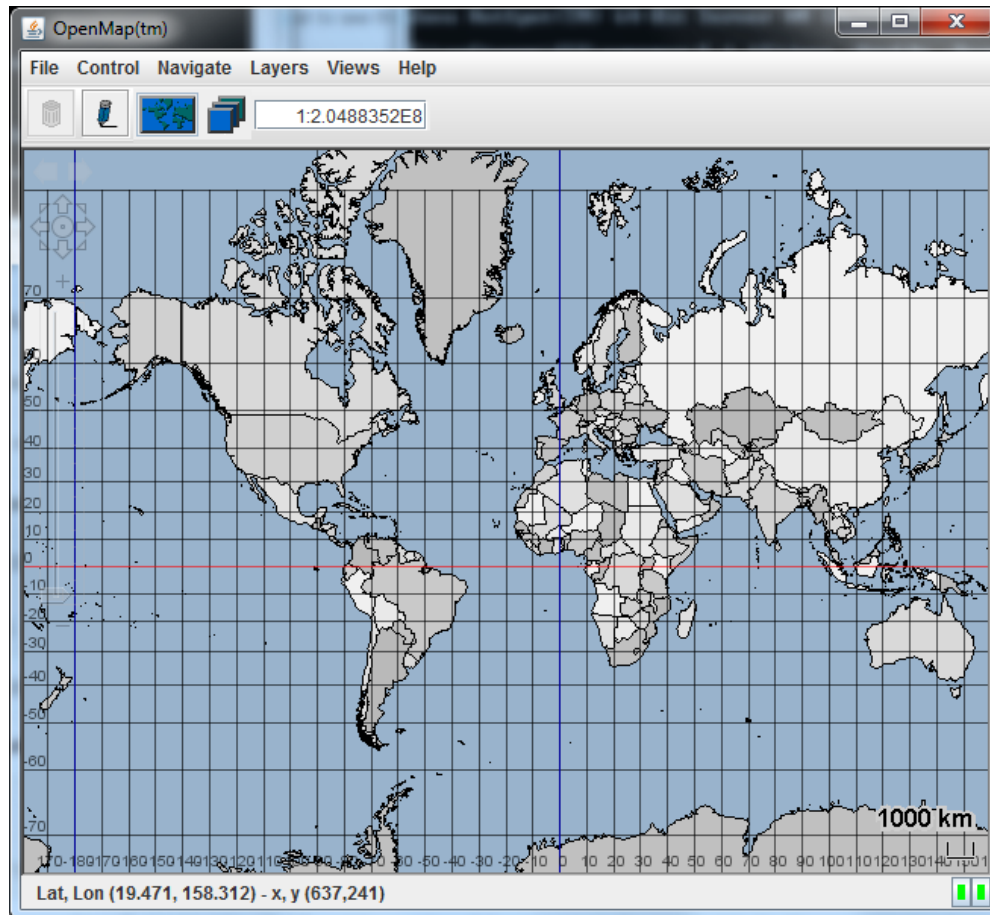
- Панел прегледа карте - је мања, одзумирана верзија карте која помаже кориснику да се види конкретно у ком делу карте се тренутно налази. Ова компонента може да се директно дода било којој компоненти или може да се покрене из језичка са алатима у потпуно новом прозору.

- Алат за информације пројекције - садржи два дугмета која приказују тренутну пројекцију карте и користе се да се врати на подешавање прошле пројекције и проследи на најчешће коришћена подешавања пројекције.

OpenMap апликација традиционално *MenuBar* да управља менијима. То је *Java swing* компонента која користи *MapHandler* да лоцира и дода објекте у мени. Овај приступ је промењен у верзији 4.6 и уводи се сет пакета који је задужен за прављење менија. *com.bbn.OpenMap.gui.MenuBar* и повезивањем са конкретним функцијама у апликацији. Листа са менијима је у стању да пружи Јавину компоненту *JMenuBar* и његове унапред одређене меније и то даје велику предност.

Information Delegator(*com.bbn.OpenMap.InformationDelegator*) је централна компонента која се користи за комуницирање са корисником. Ова компонента је повезана са другим компонентама и даје посебне информације када се нешто на карти догоди, на пример када се промене активни лејери, за презентацију одређеног текста информација у различитим областима, за излазак *pop-up* порука или за решавање захтева да се прикаже нека информација у претраживачу. Он по подразумеваним подешавањима има само два места за смештање информација на карти, једна су координатне информације а друга информације о подацима на карти преко којих корисник прелази. У сваком тренутку се могу додати још тих области у *Information Delegator*-у, захтевањем приказа још информација у жељеним областима на карти.

Две мање али не и исто толико битне компоненте су *MiniBrowser* који представља минијатурну верзију претраживача који се налази као виџет и користи се за приказивање *HTML*-а, користи се да повеже спољне везе са Интернетом и *OpenMapFrame* који је обичан *JavaJframe* виџет оквира карте. Он користи подешавања својства за позицију и величину самог оквира на екран рачунара.



Слика 3. Основна карта направљена у *OpenMap*-у коришћењем досад обрађених компоненти (пројекција, лејери, мени бар, догађаји и *information delegator* и *grid generator*) без било каквих приказаних података. Извор: снимак екрана из програма

4.5 Приказ података на карти

Лејери су генерално задужени за приказивање података на карти. Пошто су они једина врста компоненте која се додаје *MapBean*-у, било која компонента која пружа *OMGraphic* за приказ на карти мора да има лејер који ради за њу. *OpenMap* не поставља ограничења како се подаци прибављају за трансформацију у *OMGraphic*-у. Структура компоненте изабраног задатка зависи од доступности података, могућности складиштења података и повезаност са мрежом сервера апликације. Најлакши начин за упис компоненти које су флексибилне у смислу начина на који читају датотеке са подацима су *com.bbn.OpenMap.io.BinaryFile* и њене поткласе. Ове класе се користе од стране лејера у *OpenMap*-у да прочитају бинарне датотеке, и довољно су флексибилне да сакрију разлике у приступању локалним датотекама и датотекама којима се приступа путем *URL*-а или у

некој *Java* бази података. Читање датотеке са локалне јединице за чување фајлова и система је најбрже и најефикаснијем међутим не могу сви системи датотека да приступе свим *Java* срединама.

OMGraphic су главне класе које се користе за представљање објекта на карти. Њима се управља помоћу лејера као објекта, и оне знају како да раде са пројекцијама, да би препознали локацију на којој би требало да исцртају саме себе у прозору карте. Они се могу динамично репозиционирати, променити своје приказе услед различитих услова и могу да одговоре простим просторним упитима о локацијама пиксела на карти и њиховој даљини од тачака. У последњој верзији *OpenMap*-а, *OMGraphic* користе *java.awt.Shape* објекте да представе себе на прозору карте и ово омогућава да се облици употребе у *Java2D* API просторним упитима и операцијама. *OMGraphic* долазе у више различитих врста у односу на то које облике које је неопходно исписивати на карти - *OMArc* који служи да опише лукове, *OMCircle* - уколико је неопходно исписивати кругове, *OMLine* - уколико су неопходне линије, *OMPoint* - ако су у питању тачке итд. Веома је битно на почетку одредити начин на који ће *OMGraphic* рендеровати податке на карти, бирањем врсте рендера директно утиче се на то како ће објекти реаговати на промену пројекције. Постоје 3 врсте рендера:

- *RENDER_TYPE_LONLAT* даје команду да ће се објекти на карти поставити у односу на географску ширину и дужину и тада ћемо бити сигурни да ће *OMGraphic* променити место објекта уколико се помери карта или ако се увећа и објекат ће се увећати
- *RENDER_TYPE_XY* поставља објекат у мрежу пиксела на екрану, то значи уколико се карта увећа или помери сам објекат неће променити ни своје место ни величину
- *RENDER_TYPE_OFFSET* значи да ће се неки објекат поставити на неком пикселу на екрану са одступањем од координата географске ширине и дужине. То значи да ће се објекат померати уколико се помера карта међутим неће се увећавати и смањивати уколико се то ради и са картом (BNN Technologies, Online Resources, 2007).

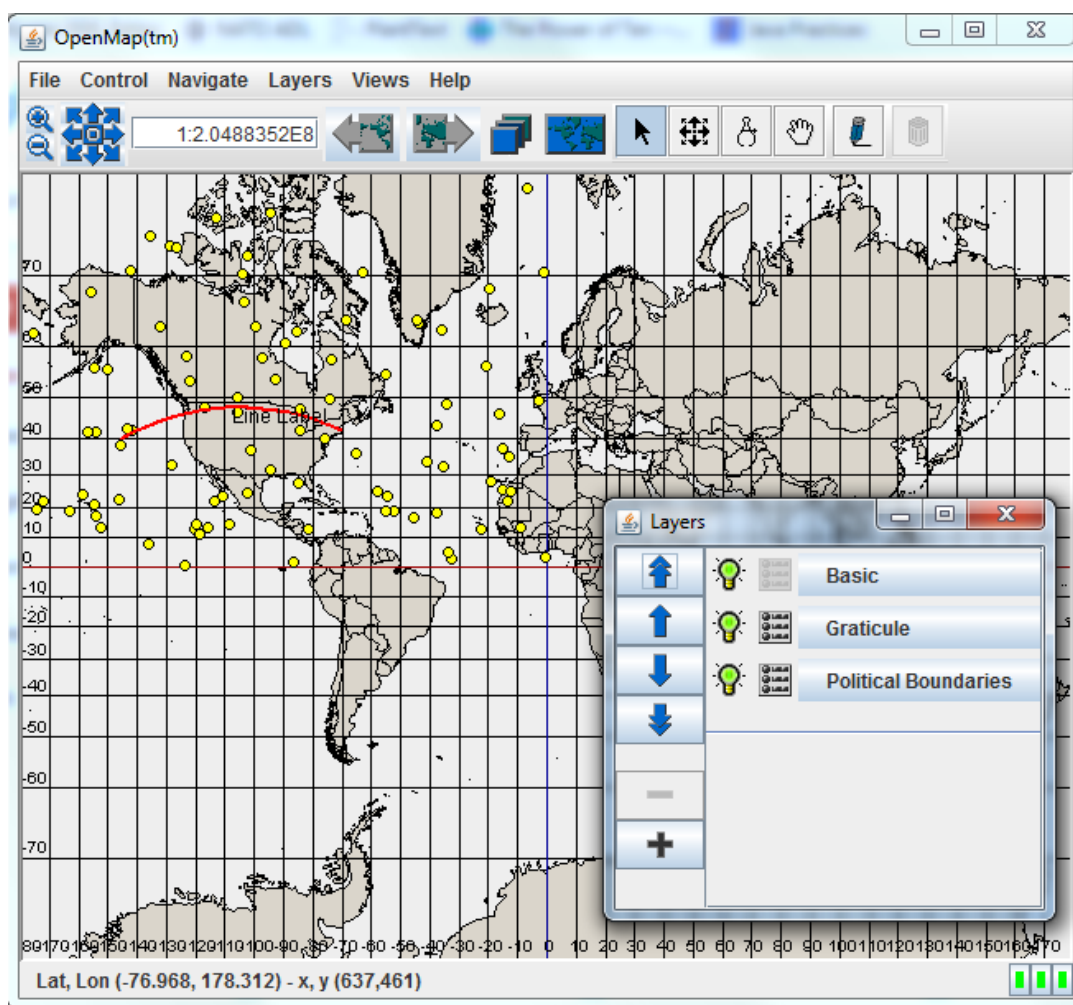
OMGraphic омогућава постојање различитих врста и типова, комбинацијом ових типова се скоро свака информација може представити на карти. За почетак ту су *OMArc* и *OMCircle*, као што је већ напоменуто они служе за исцртавање лукова и кругова. *OMArc* је главна компонента којој уносимо информације о дужини, почетној тачки и углом под којим ће ићи одређени угао. Тако уколико ставимо да је почетни угао нула а дужина је увек 360 степени, добићемо пун круг. Кругови дефинисани у *x/y* простору могу да се ротирају и могу да представљају елипсу, која се не може представити у *lat/long* простору за сад. *OMDistance* представља путању у *lon/lat* простору. *OMGrid* је објекат који представља дводимензионалне податке са истим растојањем једних од других и то је у ствари објекат који представља мрежу који се заснива на *com.bbn.OpenMap.OMGraphic.grid.OMGridGenerator* класи да представи податке за одређену пројекцију.

Ту су још неки од објеката који служе за представљање података на карти у оквиру *OMGraphic*-а. *OMLine* објекат представља путању између две тачке на карти. Линијама могу да се додају и *OMArrowheads* односно врхови у облику главе стреле и тако се од линије направе стрелице које показују смер неког кретања. Поред линија ту је и *OMPoly*, у

комбинацији са већ одрађеним *OMDistance* представља путање између више тачака на карти. Он може да буде затворен (полигон) или отворен, а боја унутрашњости означава да ли је он отворен или затворен. Комбинацијом *OMPoly* и *OMSpline* и *OMDecoratedSpline* који имају алгоритме да додају закривљене линије између две тачке у полигону, могу се креирати сложени објекти, док *OMDecoratedSpline* омогућава да се ивице закривљених полигона украсе симболима или текстом.

За рад са објектима који су у растерском (x/y) формату брине се *OMRasterObject* који укључује неколико објекта за различите врсте растерских података као што су *OMBitmap*, *OMRaster*, *OMScalingRaster*. *OMRasterObject* представља суперкласу *OMGraphic*-а који омогућава растерским сликама да се прикажу. Он зна које просторе заузима слика и почиње од леве горње ивице и исцртава преко целог прозора. *OMBitmaps* су једноставне слике које се састоје од две боје. Оне за извор података користе само две врсте података, да ли су на одређеном месту на карти пиксели исцртани или не. *OMRaster* је главна класа за приказивање слика. Он може да се креира из пикселисаних података и садржи информације о RGB бојама, које касније проналази даљом обрадом из таблице или са *Java.awt.image* објекта. Било која слика које *Java JBM* може да прочита (JPG,GIF,PNG) може се проследити *OMRaster* објекту и он ће је приказати на карти. *OMScalingRaster* је поткласа *OMRaster*-а која омогућава да се одреде тачне локације карте у горњем левом углу као и у доњем десном углу слике. Када се унесе пројекција, *OMScalingRaster* ће прецизно преуредити карту тако да се слика налази на тачно одређеном месту а могу и да се унесу вредности које показују највећу и најмању могућу величину, тако да се преко неке границе карта не може више повећати и постати превише конфузна или смањити толико да се не виде њени атрибути.

Геометријом објеката у *OpenMap*-у се бави *OMGeometry*. Кориснички интерфејс *com.bbn.OpenMap.OMGraphic.OMGeometry* описује фундаменталну геометрију објекта на карти, без представљања било каквих других атрибута као што је боја. *OMGeometryList* је листа свих генерисаних *OMGeometries* објеката и они сачињавају јединствени *Java.awt.Shape* објекат сачињен од различитих делова. Када се листа рендерује, тада се сви атрибути који се налазе на листи као што су линије и боје, исцртавају и додају основном облику објекта.



Слика 4. Подаци приказани на карти помоћу *OMGraphic*-а у виду тачака и једне линије, и *LayerHandler* помоћу кога се управља подацима и лејерима. Извор: снимак екрана из програма

4.6 Додаци у *OpenMap*-у (*PlugIns*)

Додаци су компатабилни са компонентама и *com.bbn.OpenMap.plugin* пакетом. То су објекти који једноставно приступају изворима података да би креирали и управљали *OMGraphic*-ом. Постоји и *PlugInLayer* који користи додатке да дође до исцртавања на карти. Програмер може да једноставно напише додатак тако да одговара *retRectangle* методи за одговарајућу пројекцију. Идеја иза додатака је да се приступ подацима и креирање *OMGraphic*-а, изолије у један објекат, а онда се тај објекат може користити лејер са додацима за приступ са локалних извора, или са сервера и даљинског приступа од стране неког другог *OpenMap* лејера. У последњој верзији *OpenMap*-а, додаци су доведени на исти ниво управљања као и лејери. У *OpenMap* апликацији, може се управљати њима

као и лејерима, преко *OpenMap.properties* датотеке. Ако се клијент одлучи за коришћење додатака, они се аутоматски везују за лејер на коме се постављају додаци.

4.7 Анимације

За Анимирање у *OpenMap*-у могу се користити више компоненти као што су лејери, додаци или *GraphicLoader*. Све што је потребно да би се направио померајући *OMGraphic* објекат је да се промене параметри локације, додају нови у тренутној пројекцији и дешава се поново исцртавање. Ако се не појави поново, нестаће са карте. Да би се повећала стопа освежавања на карти а смањιο обим посла који *Java* мора да ради да би дошло до тога, мора се смањити метода исцртавања у активним лејерима како би се поново читавање обавило што брже и лакше. Ово је изразито важно за лејере који оцртавају позадину карте, јер би они требало да раде нон-стоп и што пре да исцртавају исту. Још једна од ствари које се могу искористити приликом анимирања како би га учинили лакшим је да се контролише колико често лејер на коме је извршена анимација захтева од карте да се поново нацрта. Уместо да се ажурира карта сваки пут кад се *OMGraphic* промени, може се употребити тајмер који позива *repaint()* у одређеним интервалима. Тако ће се сваки пут после одређеног времена које смо унапред унели, апликација прво проверити да ли је потребно вршити поновно исцртавање, и извршити га ако је неопходно, међутим погодно је стављати мало дуже интервале како би се апликација осећала мање оптерећеном.

4.8 Подржане врсте података и њихово приказивање

OpenMap долази са неколико пакета лејера који су способни да прикажу велики број врста података. Лејери у овим пакетима такође могу да се користе као пример за креирање лејера са приказаном функционалношћу.

Подаци који морају да се прикажу се углавном састоје од података о локацији или објеката лоцираних на одређеном месту. *OpenMap* користи *com.bbn.OpenMap.layer.location.Location* који се бави таквим подацима. У таквим пакетима долази *LocationHandler* који је задужен за одређивање тачне локације помоћу свог интерфејса. *OpenMap* долази са две компоненте које могу да читају и одређују ове локације а то су:

- *CSVLocationHandler* може да чита *CSV (Comma-separated value)* датотеке. То је датотека која у себи има исписан сет координата или података о томе где се одређена тачка налази и представљена је у виду табеле. Компонента одређује која ће се колона читати као географска дужина, која као географска ширина а која као име;
- *DBLocationHandler* се може конфигурисати да пошаље *SQL* команде *JDBS* серверу да добије информације о локацији од повезане базе података. Ова компонента очекује да

се било који упит у базу података врати као сет резултата у одређеном реду као тачна локација, међутим неопходно је да познајемо врсту података које се налазе у одређеној бази, као и колоне одређене базе како би претраживање било што тачније (BNN Technologies, Online Resources, 2007).

Једна од основних и стандардизованих врста података која се користи свакодневно у ГИС-у јесте *ESRI*-јев *Shapefile*. Постоји више доступних начина за приказивање података у овом одређеном формату. Они садрже векторску геометрију (тачке, полигоне и полилинија) и углавном се састоје од три датотеке: датотека са геометријом са *.shp* екстензијом на крају, индекс датотека са *.shh*, и база атрибута са *.dbf* екстензијом а сваки фајл има исто име. Спецификације овакве датотеке не ограничава који ће се координатни систем користити за представљање геометријских објеката у на карти, међутим *OpenMap* је ограничен само на *shapefile* који имају своје геометрије одређене у систему географске ширине и дужине. Ако су одређени геометријски објекти већ учитани и пројектовани у метрима или неким другим јединицама, *OpenMap* код неће моћи да их прикаже.

Постоји неколико ствари које би требало узети у обзир када је неопходно искористити *shapefile* у *OpenMap*-у од величине податка, где се налази, до тога да ли је неопходно укључити све атрибуте које се налазе у њему или је неопходан само један од њих. За то је задужена компонента *com.bbn.OpenMap.layer.shape.ShapeLayer* која приказује све садржаје које се налазе у одређеној датотеци и тако се могу изабрати садржаји који су неопходни и омогућава се њихово приказивање, док они који су вишак и који нису потребни се једноставно искључују да не би даље оптерећивали карту и програм.

Једна од компоненти јесте додатак *com.bbn.OpenMap.plugin.esri.EsriPlugIn* који је пакет који чита и преправља *shapefile* датотеке. Он чита две компоненте *.shp* и *.dbf* и може да прикаже садржај *.dbf* датотеке у табелу путем палете лејера. Уколико се изабере нека од компоненти у табели она ће се селектовати и истаћи на карти и обрнуто, уколико се изабере неки објекат на карти он ће се селектовати и истаћи у табели.

Национална геопросторна агенција (*NGA - National Geospatial Agency*), је агенција владе Сједињених Америчких Држава која прикупља податке картирања за министарство одбране САД, а један њихов део доступан је и јавности. Више информација о овим базама података се може наћи на њиховом сајту (www.nga.mil) а подаци се могу преузети са *GeoEngine* сајте (www.goengine.nima.mil). Ове базе података садрже растерске слике, базе података, векторске податке итд. Лејери у *OpenMap*-у могу да читају и приказују све ове податке.

Продукт растерских формата *com.bbn.OpenMap.layer.rpf.RpfLayer* је компонента која омогућава приказ *RPF* података, који се користе за креирање база података са сликама које су распрострањене широм света. Ове базе података садрже слике настале сателитским путем, аеронаутичке, лучке графиконе и остале папирне карте које користи *NGA*. Сви графици имају своју величину а *RpfLayer* повезује ту величину са одређеном пројекцијом карте ако су оне приближно једнаке да би могле да се искористе. Да би *OpenMap* могао да прочита и искористи ову врсту података мора да се обезбеди неколико ствари: карта мора да се центрира преко области које покривају *RPF* подаци, *OpenMap* неће аутоматски то учинити, неопходан је *MapBean*. Величина карте се мора подесити да буде приближна

величини *RPF* слике, *RpfLayer* има неколико опција које омогућавају то подешавање, међутим лејер ће се сам потрудити да се што боље прилагоди тренутној пројекцији.

Продукт векторских формата *com.bbn.OpenMap.layer.vpf.VPFLayer* је још једна *NGA* база података која описује сет вектора (тачке, линије и полигони) и користи се за приказ *VPF (Vector Product Format)* података. Сви подаци су организовани у групе које називају карактеристике и то су у ствари путеви, пруге, вода на Земљи итд. Карактеристике су даље груписане по њиховој врсти као тачке, линије или површине и даље организоване у покривености. За приказивање ове врсте података задужен је *VPFLayer*. Он се конфигурише да приказује карактеристике а да би лакше пронашао карактеристике, својства лејера морају да дефинишу врсту покривености, врсту карактеристике и њено име. На пример, да би се приказали путеви из *VMAP* базе података, својства морају да одреде: врсту покривености - превоз, затим врсту карактеристике - линије и на крају име - путеви.

DTED подаци се састоје од података о надморској висини, распоређени у дводимензионалној равни. Они су распоређени у зависности од резолуције података од приближно 300 метара на нултом нивоу до приближно 30 метара на другом нивоу. Сви ови подаци су организовани у фрејмовима, то су датотеке које су распоређене 1 x 1 степеним површима, са датотекама именованим и организованим у директоријуме, поређане по локацији и резолуцији. У *OpenMap*-у *com.bbn.OpenMap.layer.dted.DTEDFrameCache* разуме податке које су распоређене у директоријуму и одговара на упите о надморским висинама. Ови упити могу бити у вези одређене тачке или о низу надморских висина у одређеној области. *DTEDLayer* користи податке да направи слике терена. Ове слике могу да се осенче у зависности од пада, или обоје по висини.

ETOPO подаци се састоје од *ASCII* датотека са подацима који такође пружају податке о висинама међутим *ETOPO* подаци подразумевају читавања дубине испод океана. *ETOPOLayer* је додатак *DTED* лејеру који такође исцртава слике терена на основу доступних података. Добра особина овог лејера је да може да обради и исцрта слике терена без обзира на дату пројекцију.

OpenMap још препознаје *ArcInfo* експортиране датотеке са *.e00* суфиксом у имену помоћу *com.bbn.OpenMap.layer.e00.E00Layer*, као и *MapInfo* датотеке са њиховом *.mif* суфиксом уз помоћ *com.bbn.OpenMap.layer.mif.MIFLayer* (BNN Technologies, Online Resources, 2007). Ови лејери садрже све информације које су неопходне за рендеровање садржаја датотека. Лејер само мора да зна име датотеке које се подешава у својствима, и почиње са исцртавањем.

У тексту је детаљно објашњено на ком принципу и како углавном сви Интернет ГИС софтвери базирани на Јави раде. Он има својих предности и мана, без обзира на то за руковање је неопходно основно познавање *Java* програмирања и покретања. У тексту се спомињу доста компоненти и сетови компонента (*com.bbn.OpenMap.*****). То су скупови компоненти помоћу којих се комуницира са програмом. Кад год је неопходно убацити нешто ново, уноси се нека од компоненти. У раду су објашњене основне компоненте које омогућавају да се израде карте са неким подацима. Да се не би оптерећивао рад кодовима,

дати су само називи њихових сетова, цели кодови су доступни на *Open Map* сајту <http://OpenMap-java.org/api>. Ту је цела листа са објашњењима, тако да се лако могу изабрати за неопходни задатак.

5. *Open Layers*

OpenLayers је бесплатни софтвер који омогућава да се динамичне карте врло лако убаце у било коју *Web* страницу. Може да приказује векторске податке, маркере са било ког извора као и плочице са карте (*vector tiles* или векторске плоче су групе географских података организоване у плоче). Овај програм је даље развијен за коришћење географских информација свих врста. То је потпуно бесплатан, *JavaScript* програм, развијен под *BSD* лиценцом такође познатом као *FreeBSD*.

Са трећом верзијом, библиотека картирање је значајније редизајнирана. Раније често коришћена верзија 2 потиче још од раних дана *JavaScript* развитака и почели су да се осећају недостаци тако да је поново написана, како би могла да прати модерне обрасце дизајнирања. Иницијална верзија жели да подржи много већи оквир података него друга верзија, и то ради тако што подржава велики избор комерцијалних и бесплатних извора плочица (*tiles*) и најпопуларније векторске формате података. Нова верзија је дизајнирана са више нових додатака као што су приказ 3Д карата или коришћење *WebGL* рендера да лако прикаже велику количину векторских података.

Што се тиче рендера и подршке претраживача, *OpenLayers* садржи два рендера: *Canvas* и *WebGL*. То значи да оба подржавају векторске као и растерске податке са плоча и растерских слика, међутим *WebGL* не подржава називе, такође *WebGL* рендер користе претраживачи који подржавају овај тип рендера. Углавном сви модерни претраживачи који подржавају *HTML5* и *ECMAScript 5* могу да покрену *Open Layers*, то су *Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Safari* и *Edge*. Старији претраживачи неке кодове као што су неке врсте анимација и листу класа захтевају посебну врсту додатака кодовима која је коришћена у ранијим верзијама *JavaScript*-а а који се називају полифили.

Још један од важних додатака који *OpenLayers* поседује јесте *Closure Compiler*. То је *Java* алат који омогућава компресију и компилацију кодова у *Java*-и, главна сврха је да се брже учитавају и покрећу кодови. Dodatak сам скраћује име кода, додаје му компилацију која ће се даље користити, проверава код и брише такозвани мртви код. Тако ће се дуго значајно име претворити у *xB* и користити нормално, даље у свим апликацијама.

Имена су сортирана у више нивоа. Први и главни ниво је *ol* ниво од кога се даље нижу поднивои, тако ће следећи ниво имати име *ol.layer*. Постоје две врсте именовања, кад након главног нивоа, назив почиње великим и малим словом. Кад почиње малим словом (*ol.layer*) онда се углавном ради о простим објектима које имају статичне методе и својства. Када име почиње великим словом (*ol.Layer*), онда је реч о такозваним главним

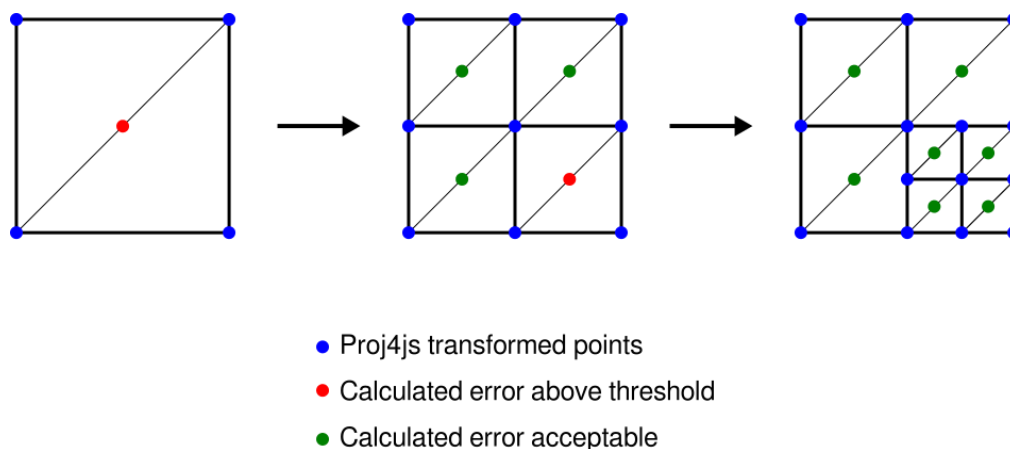
класама. Изворне датотеке су такође слично организоване са директоријума за име сваке класе, с тим што се користе само мала слова (*ol/layer/vector.js*)

Да би убацили било коју карту на некој Web страни или да би креирали неку од њих неопходни су исти програми као и код *OpenMap*-а. То су *JDK*, као и *JavaScript* апликација која се може преузети са *javascript.com*.

5.1 Пројекције у *OpenLayer*-у и репројекција

Што се тиче пројекција, *OpenLayer* је један од изузетних програма који подржава већи број познатих пројекција. За то се брине *proj4js*, бесплатна интернет библиотека која садржи различите координатне системе и пројекције тако да се може врло лако изабрати једна од њих. Такође употреба је лака, све што се мора урадити је написати код жељене пројекције и претраживач ће сам променити у жељену пројекцију. Треба узети у обзир да је редослед координата у *OpenLayer*-у *lon/lat*. Углавном када добијамо координате, оне се налазе у овом реду, то је зато што када крене исцртавање са леве стране односно запада и са врха, односно севера, тако да *x* добија *lon* а *y* добија особине *lat*. Као што је већ речено, *OpenLayer* подржава велики број пројекција, како *x/y* тако и *lon/lat*. Не би имало смисла да се дуплирају функције које могу да раде са оба скупа координата, пошто је подразумеван координатни систем *x/y*, тако и координате у *lon/lat* системима добијају исти редослед.

Једна од битних ствари јесте репројекција и поготово долази до изражаја када се користе растерски подаци. Када се уносе, углавном је њихова пројекција другачија од пројекције сервера, тако да би се нашли на жељеном месту на карти мора да се изврши репројекција. Када је она неопходна, у оквиру основне мреже, креира се нова, помоћна мрежа од оригиналних плоча. Она се аутоматски креира али се може и модификовати и програмирати, то се ради у случају када је неопходно повећати или смањимо број плоча који се ствара. То се користи у случају када је неопходно повећати перформансе програма (смањењем величине плоча) или када је неопходно побољшати приказ репројекције (повећањем броја плоча). Репројекција је базирана на троугловима. Жељени растер се подели у мрежу троуглова, чије се крајне ивице трансформишу. Пиксели се тако приближно трансформишу унутар троуглова. Овај метод омогућава *OpenLayer*-у да подржи скоро све неопходне пројекције. Прецизност репројекције зависи од броја троуглова. Што их је више то је репројекција прецизнија и са мање грешака. Процес провере тачности пројекције и њене исправке се назива динамична триангулација. Покретањем процеса, проверава се тачност података. Уколико постоје неке грешке унутар репројектоване плоче, ствара се нови низ троуглова. Уколико има грешака у њима, трансформишу се нови троуглови унутар њих и тако даље све док не буде прецизна.



Слика 5. Принцип репројекције у *OpenLayers*-у Извор: openlayers.org/projection

Недостатак је то што се великим бројем троуглова оптерећује програм и његов рад постаје спорији. Када се изабере извор плоча, неопходно је изабрати и идеалну резолуцију. Када се употреби команда `ol.reproj.calculateSourceResolution`, програм аутоматски прорачунава идеалну резолуцију која би најприближнија била пресликавању пиксела 1:1 а затим бира одговарајући ниво зума, како би се жељени објекат и карта нашла на средини прозора. Ипак није увек погодно користити аутоматски избор резолуције и зума зато што постоје нека одступања у различитим деловима света код различитих пројекција. Тако ако се изабере исти ниво зума за цео свет, неке плоче ће се повећати или смањити и тако ће доћи до трансформације и одступања од жељене репројекције. Зато се картирање резолуције врши посебно, за сваку репројектовану плочу посебно, у средини дате плоче.

Када су још у питању пројекције и одступања од пројекција у *Open Layer*-у се могу још израђивати и карте Тисоове елипсе. Пошто је познато да код појединих пројекција постоје одступања и деформације у зависности од географске ширине и дужине, карте Тисоове елипсе помажу илустровање истих у виду кругова и њихових деформација у односу на географску ширину.

5.2 Основни елементи *OpenLayer*-а

Основни елемент и срж *Open Layer*-а јесте карта. Она се исцртава на жељеној површини (на пример као елемент на *Web* страници који садржи карту). Сва својства могу да се конфигуришу за време израде програма или коришћењем одређених метода. Када се конструише, бирају се величина, ширина, који део ће бити исцртан (у процентима).

Када се карта повеже са другим битним елементом а то је изглед (*view*), бирају се елементи као што су центар карте, ниво зума и пројекција карте и тако се добија једна савршена подлога на којој се могу даље уносити подаци и атрибути. Пројекција представља координатни систем центра и јединице у којима се прорачунава резолуција

карте. Ако није одређена, подразумевана пројекција је Сферична Меркаторова пројекција (*EPSG:3857*) са метрима као основним јединицама раздаљине. Зум је још један од битних елемената карте и представља начин увећања карте. Доступни нивои зума су одређени командама *maxZoom* (подразумевана вредност 28), *zoomFactor* (подразумевана вредност 2) и *maxResolution* (подразумевана резолуција означава колико садржаја стаје у плочи површине 256x256 пиксела). Када се ове опције подесе, почетни ниво зума 0, максимална резолуција и фактор зума, добијамо јединствени навигациони бар. Карта је приказана у целости, а помоћу стрелица плус и минус може се изабрати врста зума (с тим ако је на почетном нивоу, не може се више одзумирати), навигационе стрелице или курсор миша омогућава да се приказ карте помера лево и десно. Када је изабрано зумирање карте, максимална резолуција која је изабрана и фактор зума се прорачунавају и долази до уближавања, све док се не дође до максималног зума који је унапред изабран. Још једна од функција изгледа јесте преглед карте. Уколико се искористи ова опција, у доњем левом углу, појављују се стрелице као показивач прегледа карте који се може укључити или искључити. То је у ствари умањена слика карте која показује на ком њеном делу се налазимо због лакшег оријентисања на карти.

Трећи елемент који чини основу *OpenLayer*-а јесте лејер. Они су основа визуалног приказа података са извора. Извори лејера могу бити разноврсни. *OpenLayer* може да користи више доступних и бесплатних комерцијалних плочица карте као што су *OpenStreetMap*, *Bing* или *OGC*. Постоје три основне врсте лејера то су:

- *ol.layer.Tile* за лејере које садрже унапред рендероване плочице са сликама, које се састоје мреже која је организована са различитим нивоима зума и специфичне резолуције
- *ol.layer.Image* за слике које су већ рендероване од стране сервера и доступне у произвољним мерама и резолуцијама
- *ol.layer.Vector* за векторске податке које су рендероване од стране клијента

Када су на крају састављена ова 3 елемента, добија се основа за израду било каквог Интернет ГИС портала. Дата је карта, као подлогу за приказивање података којом се може управљати, зумирати или одзумирати или се померати на карти (*view element*) и на крају лејере, који служе да представе жељене податке.

5.3 Објекти који се могу исцртавати на карти

Постоји неколико врсти објеката који се могу исцртавати на карти. У зависности од тога како се рендерују на карти добијају се облици. То су основни облици који су углавном исти код свих ГИС софтвера, линије, тачке полигони и кругови. У прошлом делу, који говори о *Open Map* софтверу, било је више речи о томе како се исцртавају ови облици и који су њихови елементи и од чега се конкретно састоје. Такав је случај углавном са свим ГИС софтвером, исцртавање и рендеревање се врше на исти начин и тако се добијају жељени објекти. Цртање у *Open Layer*-у може бити слободном руком или уз помоћ правих линија. Ако је неопходно додати некој линији правац, могу се додати

стрелице на крају линије или у тачкама које се налазе између линија и тако се добијају смернице, у ком правцу се дешава нека појава која је приказана линијом. У зависности од врсте рендера, бира се да ли ће од једне жељене тачке до друге бити искоришћено више кратких правих линија или ће се слободном руком доћи од једне тачке до друге. Ово је погодно када је пожељно исцртати објекте или појаве које на карти имају неправилне границе, коришћењем цртања слободном руком ће у потпуности испратити ту неправилност. Осим цртања објекта слободном руком, постоје унапред одређени облици, и то су коцка, правоугаоник, и звезда. Они се могу искористити за неку функцију или значење одређеној групи објеката.

5.4 Анимације

Када се исцртају или унесу неки други жељени подаци који су у виду основних облика, користећи *OpenLayer postcompose* и *VectorContext*, могу им се доделити неке анимације као и анимације у прегледу карте. Када је у питању преглед карте, може се анимирати на више начина, може се ротирати око центра карте лево и десно, у зависности од изабране стрелице. Затим може се на више начина доћи од једног до неког другог изабраног центра. Када је изабран, карта се може превући до њега, затим када се привуче може изгледати као да карта скакуће, затим као да је еластична и развлачи се од једног центра до другог, окрене до жељене тачке итд. Поред тога, могу се направити анимације око самих објекта на карти, тако је могуће додати *flash* анимацију сваки пут када се појави нека нова особина на лејеру, како се неки маркер креће путем предвиђене линије или се анимирати летови са једног аеродрома на други.

5.5 Подржане врсте података и њихово приказивање

Као што је већ наведено на почетку, сам *OpenLayer* софтвер је способан да ради са великим бројем формата и облика података као и да их приказује. Првобитно је намењен радом са лејерима који су сачињени од плоча (*Tiled Layers*). То су велики скупови географских података који су приказани на карти и организовани тако да изгледају као једна велика плоча, која се састоји од великог броја мањих плоча које су неопходне да се прикажу неке од појава у *OpenLayer*-у. Постоје више врста извора ових плоча који се разликују од извора Интернет карата, тако постоје *OpenStreetMap (OSM)*, *Bing*, *MapBox*, *Stamen* бесплатне плоче које се могу искористити у порталима. Најчешћа величина свих плоча је 256x256 пиксела, међутим постоје и одступања од 64x64 па до 512x512 пиксела, које углавном представљају плоче велике резолуције и оне су доста прегледније и могу се зумирати. Скуп већег броја плоча (*tileset*), представља углавном толики број плоча да могу да се формирају као једна велика светска карта наравно уколико су све плоче укључене у

истом тренутку. Углавном циљ није да се прикажу сви подаци и предели одједном, тако да се од светских карата углавном издвајају и нижу мање карте које користе код израде Интернет ГИС портала.

Постоји велики број *online* растерских сервера са плочама који су базирани на *OpenStreetMap* подацима. По својим лиценцама, они су отворене природе, што значи да се могу користити у изради портала. Неки од најпопуларнијих који се могу искористити су:

- *Open Cycle Map* - светска карта заснована на *OpenStreetMap*-у на којој су приказане све бициклистичке стазе широм света, њихове ознаке као и тип и промет стазе
- *Open Ski Map* - светска карта скијашких центара. Огромна група карата која осим светске размене може се наћи и подељена на континенте, државе па чак и на карте стаза појединих места уколико су доступне.
- *Open Sea Map* - глобална наутичка карта. Садржи податке о свим лукама на свету, светионице, маркере и морске смернице, главне поморске путеве као и морске границе између држава.
- *Open Railway Map* - светска карта пруга. Садржи податке о свим пругама, као и онима које су већ у изради, о тунелима као и броју трака пруга и њиховом квалитету и значају.



Слика 6. *OpenStreet (Black and white)* карта са приказаним аеродромима на свету, тренутно центрирана на Европи са могућности управљања изгледом. Извор: снимак екрана из програма

Поред *OpenStreetMap*-а, ту је још и *Bing*. То је светска карта, коју корисник може да користи, да се помера по карти, или зумира на њене одређене делове. Да би се ова карта што брже учитавала и што брже одговарала на захтеве, подељена је на више нивоа детаља који су разврстани у плоче. Тако се може што лакше приступити одређеном делу карте који је потребан, без непотребног учитавања и чекање на учитавање целе карте. Како би се карта учинила непрекорном и да би се различити сателитски снимци поклапали са

правим локацијама на карти, користи се Меркаторова пројекција. Иако долази до велике деформације са порастом географске ширине (нарочито око полова), ова пројекција има и своје предности, пошто је то комфорна пројекција, у стању је да сачува облике релативно малих објекта као што су облици зграда, и то је цилиндрична пројекција што значи да су стране света увек на свом правом месту. Ако се користе *Bing* карте постоје неке ствари које би требало узети у обзир, то су ниво детаља, величина карте, резолуција на површини и размер. Оне су све међусобно повезане а табела се може наћи на сајту *Microsoft*-а <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/b6259689.aspx>

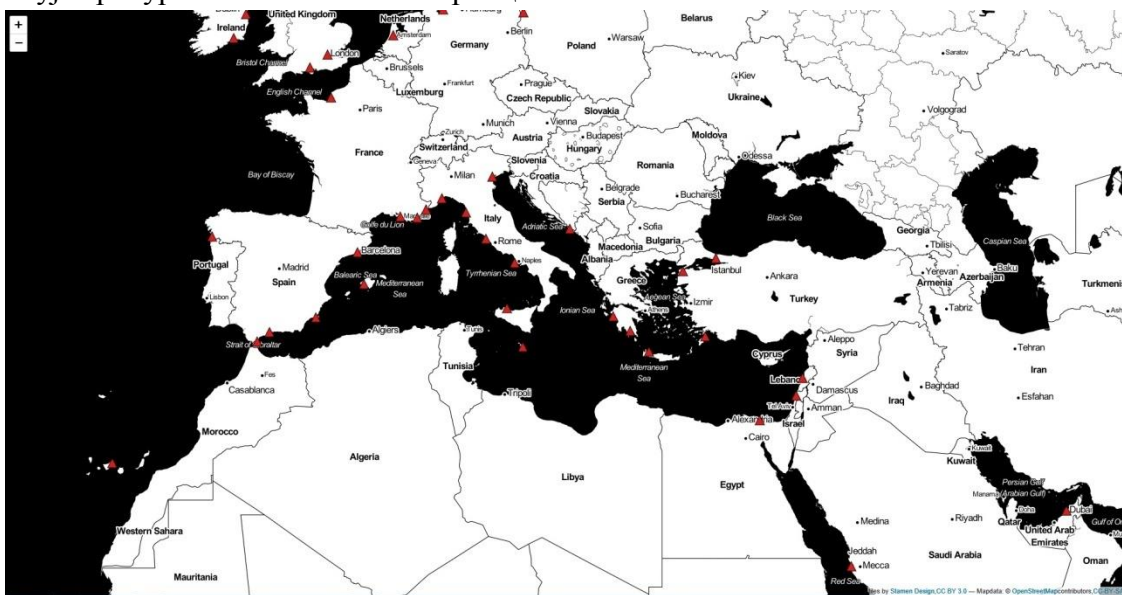


Слика 7. *Stamen watercolor* карта са приказаним насељеним местима на свету, са основним елементима управљања лејерима, мерењима и приказом.

Извор: снимак екрана из програма

Још једна од интересантних група карата и плоча које су потпуно бесплатне и које се могу користити у *OpenLayer*-у су Стамен карте. Оне се заснивају на подацима са *OpenStreetMap*-а, и користе га као подлогу. На првом месту ту су Тонер карте. То је скуп црно белих карти, израђене у изразитом контрасту које су идеалне за приказивање скупа неких података, меандра река и обала. Добре су због тога зато што су све те линије које су приказане црне на белој позадини и тако омогућавају одличну прегледност и тачност. Тонер карте долазе у неколико облика, као класичне, хибридне, са различитим врстама назива одмах поред линија (реке, улице итд.), са црном позадином и *lite* односно простија верзија која је идеална када нису потребни сви подаци са неке карте, већ неки главни. Тако се учитавање и одзив извршавају доста брзо. Поред њих ту су и одличне карте терена. На тим картама су изванредно приказана и освенчена узвишења, вегетација у својој природној боји. Долазе у неколико основних облика, класичне карте терена на којима је приказан само терен и ништа више, карте терена са ознакама (*labels*) и карте терена са линијама које представљају границе, путеве, реке као и ознаке. У зависности од тога колико сложена карта терена је неопходна употребљава се неки од ових облика. Ове две

врсте карата (Тонер и карте терена) покривају цео свет и могу се искористити у разним Интернет ГИС презентацијама и порталима због њихове сложености и озбиљности са којом су израђене. Поред њих ту су још 2 врсте које имају више забавну и естетску вредност. То су *Watercolor* и *Trees, Cabs and Crime* карте. *Watercolor* карта је карта света, израђена тако да изгледа као да је на папирну основу исцртана воденим бојама. Карта покрива цео свет, међутим нема толико своју практичну сврху осим естетске. *Trees, Cabs and Crime* карта је настала као викенд забава коју је неко направио и која се појавила на изложби организације *Venice Biennale*³. То је карта Сан Франциска на којој су различитим бојама картиране три врсте појава, које и само име носи, дрвеће у Сан Франциску, ГПС позиције таксиста и места на којима су људи пријављивали нека кривична дела. На крају је то картирање резултирало једном картом која има изразиту естетску функцију и која приказује срж урбаног живота Сан Франциска.



Слика 8. *Stamen Toner* карта са приказаним свим лукама у Медитерану, са основним опцијама навигације и управљањем лејерима.

Извор: снимак екрана из програма

Поред рада са плочама, ту су још и векторски формати и векторске плоче које долазе у више различитих формата. Један од њих је *geoJSON*. То је још један од бесплатних формата који је дизајниран да представи једноставне географске одлике са њиховим непросторним атрибутима, базиран на *JavaScript*-у. Он у себи садржи основне векторске облике - тачке, линије, полигоне, као и сложеније облике настале од ових основних линија. *GeoJSON* се разликује од осталих ГИС стандарда по томе што га не одржавају и пишу неке од формалних ГИС организација. За његово одржавање је задужена одређена Интернет група програмера. Због тога овај формат није један од стандардних ГИС формата и не могу га користити сви софтвери, међутим *OpenLayers* као и још неки

³*Venice Biennale* - организација која је настала у Венецији 1895. године и која се бави свим врстама уметности, названа по изложбама из којих је настала.

софтвер, нема проблема са читањем и обрадом овог формата. Један од значајних потомака *geoJSON* формата јесте *topoJSON*. То је формат који је задужен само за топологију. Овај формат не приказује геометрију дискретно, већ је геометрија у датотекама спојена у сегменте заједничке линије који се називају лукови. Лукови су секвенце тачака, док су линије и полигони дефинисани као облици, због тога долази до смањења сувишних тачака с тим у вези и величини датотеке. *TopoJSON* олакшава апликацијама које користе топологију, као што су аутоматско бојење карте и картограми.

Један од извора бесплатних плоча са векторским геопросторним подацима је *MapBox*. Он омогућава израду и коришћење унапред дизајниране векторске карте или једноставно дизајнирање истих. Поред тога постоји могућност претраживања одређених локација и објекта на карти. Ако се говори о већ постојећим картама, ту су врло професионално урађене карте на којима су исцртане улице, навигационе карте или сателитски снимци. Поред њих, *MapBox* омогућава да се претворе координате у адресу и обрнуто. Може се служити различитим упитима било користећи адресе или координате и тако добити одређене резултате који се могу чувати, делити или користити на већ постојећим картама.

Осим коришћења плоча било обичних или оних са векторским геопросторним подацима, *OpenLayers* ради и неким од стандардних ГИС и Интернет ГИС формата који се користе свакодневно, *KML* и *GML*. *GML (Geography Markup Language)* је језик, дефинисан и стандардизован од стране *OGC*-а и служи за приказивање географских особина. Организација за стандардизовање бесплатних Интернет ГИС формата или *OGC*, дефинише *GML* формат (*OGC*, 2003): „*GML* је посебан *XML* језик, написан у *XML* шаблону, која се користи за моделирање, транспорт и складиштење како просторних тако и непросторних особина географских података.“ Он у ствари служи као модел језика који користе географски системи као и бесплатни формат размене на Интернету. Кључна особина овог формата јесте да може да садржи и прикаже не само основне форме географских информација као што су вектори или дискретни објекти, већ и податке о некој покривености.

Једноставно *GML* је језик који омогућава великом броју апликација и софтвера да дешифрује географске садржаје као што су мостови, путеви или возила, тако што описује њихове просторне као и остале особине. *KML (Keyhole Markup Language)*, је настао од стране *Google*-а, и он употпуњује *GML* формат. То је формат који исто као и *GML* служи за читавање, дешифровање и приказивање географских садржаја. Географски садржаји су намењени само *Google Earth*, односно претраживачима. *KML* је првобитно 3Д портрет транспорта, а не транспорт размене података. *KML* представља формат чија је сврха да прикаже визуелно различите врсте географских података које пружа *GML*. Пошто имају кључну разлику у сврси, ова два формата нису међусобно компатибилна. То значи када се конвертује неки од ових формата у други формат, долази до неповратног губитка скоро 90% структуре и идентитета првобитног формата. Тако када се претвара *KML* у *GML* долази до губитка већег дела портретних структура као што су региони, нивои детаља, информације о прегледу и анимацијама као и информације о стилизовању одређених објекта. У обрнутом случају, када се *GML* дешифрује у *KML* долази до губитка имена неких метаподатка, хоризонталних и вертикалних података, интегритета кругова, елипси,

лукова итд. Данас се користе оба ова формата у свакодневној употреби географских података као и њихових декодирања и читавања из једне апликације у другу. *OpenLayers* као и већина ГИС и Интернет ГИС софтвера, омогућава њихово коришћење и примену при изради Интернет ГИС портала, с тим да је неопходно познавати њихову разлику при употреби.

6. MapServer

MapServer је софтвер који исцртава на карти слике просторних информација који се налазе у дигиталном формату. Може да ради како са векторским тако и са растерским подацима. Софтвер исцртава преко 20 различитих векторских формата као што су *shapefile*, *PostGIS* и *ArcSDE* геометрије, *ArcInfo* површи итд. У случајевима када се користе неки сателитски снимци или слике одређених подручја, није неопходно користити искључиво векторске податке, тада у први план долазе растерске слике које дају јаснију слику одређених области на које се даље налепљују векторски подаци. Два главна растерска формата која чита *MapServer* су *GeoTIFF* и *EPPL7* али може да прочита и преко 20 стандардних формата помоћу *GDAL* пакета. Треба узети у обзир да софтвер разуме и рендерује растерске формате међутим не може да обради и прикаже просторне информације које се налазе на њима.

MapServer може да ради у два различита мода: *CGI* и *MapScript*. *CGI* - *Common Gateway Interface*, представља стандардни начин којим *Web* сервер прослеђује захтев *Web* корисника који жели да приступи апликацији програма и начин на који се подаци враћају назад кориснику. У овом моду *MapServer* функционише у околини *Web* сервера као *CGI* скрипта и овим путем се покреће брза, директна апликација. Путем *MapScript*-а, *API*-ју софтвера се може приступити путем *Pearl*, *Python* или *PHP*-а. Овим путем се добија прегледнији и флексибилнији интерфејс, пун богатих карактеристика.

Софтвер поседује врло софистициране и прецизне могућности упита, међутим *CGI* моду, недостају алати који би омогућили праве ГИС упите. Наиме сам програм није без мана, недостаје му неколико компоненти који би га учинили правим ГИС софтвером, не поседује сопствени систем базе података (*DBMS*), аналитичке могућности и алати су доста ограничени и не поседује могућност повезивања растерских слика са векторском околином на које се односе.

Да би се покренула карта путем *CGI* мода, који ће бити обрађен у овом раду неопходан је *Apache*, који се прво мора повезати са *API*-јем програма. Поред тога неопходно је пар екстерних библиотека које се морају преузети. *GD* библиотека графичких рутина је задужена за приказивање свих графичких података и може се преузети са *boutell.com/gd*. Затим библиотека *libpng* и *libjpeg* како би могао програм да чита растерске формате слика које се могу преузети са *libpng.org* и *ijg.org* као и библиотека *proj4es* везана за све пројекције карте која се може преузети са *proj.maptools.org*.

6.1 Основни елементи и принцип рада *MapServer*-a

MapServer је базиран на шаблонима. Када се први пут покрене путем *Web* захтева, софтвер ишчитава датотеку са конфигурацијама која описује лејере и остале компоненте на карти. Онда исцртава и чува карту. Следеће чита један или више *HTML* шаблона која су идентификована као *mapfile*. Сваки шаблон се састоји од конвенционалне *HTML* етикете и посебних веза *MapServer*-a (Kropła, 2005). Ове везе се користе да нађу одређене путеве до виртуалних слика које је *MapServer* направио, да би одредили који ће се лејери исцртати, ниво зума и правац у коме се повећава приказ карте. *MapServer* измењује тренутне вредности ових веза и шаље их *Web* серверу који их даље прослеђује до претраживача. Када се клијент реши да промени неки облик елемента као што је на пример пример зум и проследи захтев, *MapServer* добија захтев од *Web* сервера са новим вредностима и тако се опет започиње цео процес.

Програм аутоматски обавља неколико задатака док генерише карту. Он даје имена карактеристикама и спречава сударање неколико суседних назива. Величине назива могу бити фиксне или да се повећавају са повећавањем или смањивањем карте а такође постоји и могућност да се уопште и не виде називи при одређеној величини карте. *MapServer* може сам да креира легенде, размерник, као и умањену слику карте која омогућава да се одреди на ком делу карте се корисник налази уколико је она зумирана на одређени њен део.

MapServer израђује карте тако што слаже лејере један преко другог. Како год се који исцртава, он се ставља на врх групе. Сваки лејер представља одређене жељене карактеристике из низа података, док сам корисник бира које ће се приказати. Због сличности података и сличности параметара изгледа као што су величина, боје и називи, лејери се могу најједноставније посматрати као теме (Kropła, 2005). Директно приказивање лејера је под интерактивном контролом корисника, он сам може да изабере које ће лејере приказати и исцртати. Лејери се не могу генерисати у покрету, морају се користити већ постојећи лејери који могу бити празни, а на њима налепити динамични подаци који се могу додавати путем *URL*-а.

Покретање и конфигурација софтвера зависи од многобројних библиотека које подржавају сам рад *MapServer*-a. У зависности од тога које се библиотеке инсталирају, добијају се различите могућности софтвера (Kropła, 2005). Циљ није да се сачини комплексна и најмоћнија верзија софтвера, већ да он што лакше одговори свим захтевима што брже и без употребе непотребних библиотека. Ако су задаци захтевнији, користи се више библиотека које су бесплатне и доступне свима, међутим оне нису све међусобно компатибилне и одабир и инсталирање правих је веома тежак задатак. Потребно је обратити доста пажње како би на крају исход био успешан. Тако је потребно проверити да ли су све библиотеке инсталиране успешно и да ли су међусобно компатибилне и тек тада се може почети са радом.

Основни елементи од којих се састоји *MapServer* су:

- Датотека карте - структурисани фајл са текстуалним подешавањима у *MapServer* апликацији. Она дефинише оквир карте, говори програму где се налазе подаци и где излазе слике. Такође дефинише лејере, као и њихове изворе података, пројекције и симболе. Ова датотека мора да има *.map* екстензију или је програм неће препознати

- Географски подаци - то су све врсте података који су већ прикупљени и који се приказују на карти. Подразумевани формат је *ESRI shapefile*, а опширнија листа подржаних формата је наведена на уводној страници о *MapServer* софтверу

- *HTML* странице - представљају интерфејс између корисника и *MapServer*-а. У најпростијој форми, *MapServer* се може позвати да постави статичку слику карте на *HTML* страни. Да би се она учинила интерактивном слика се поставља у *HTML* формату на страници. *CGI* програми су специфични, они не памте никакве информације о последњем путу када су били захтевани или искоришћени од стране апликације што значи да сваки захтев који добију је нов.

Проста *MapServer* апликација може да садржи две *HTML* странице:

- Покретачку датотеку - садржи форму са скривеним варијаблама, које шаље као иницијални упит између *Web* сервера и *MapServer*-а. Ова форма се може поставити на некој другој страници или се заменити тако што прослеђује информације о покретању као варијабле у *URL*-у.

- Шаблон датотека - контролише како се изглед карте и легенде приказује у претраживачу. Када се повежу *MapServerCGI* варијабле у шаблонском *HTML*-у, дозвољава се *MapServer*-у да их испише вредностима које су везане за тренутно стање апликације док креира *HTML* карту коју би претраживач могао да прочита. Овај шаблон такође одређује како ће корисник комуницирати са *MapServer* апликацијом (претраживање, зум, померање, упити)

- *MapServerCGI* - бинарни или покретачка датотека која добија захтев за приказивање података а назад враћа слике, податке итд. Корисници *Web* сервера морају да поседују права за извршење из директоријума у коме се налазе и због сигурности, не би требало да се налази у *Web* корену.

- *Web/HTTP* Сервер - сервира *HTML* странице када корисник захтева то преко претраживача. Да би се покренуо неопходан је *HTTP* сервер као што је *Apache* или *Microsoft Internet Information Server*, на рачунару на коме се инсталира *MapServer*.

Карта у *MapServer*-у је објекат који софтвер користи да би дефинисао *CGI* базиране апликације картирања. Датотека карте (*mapfile*) не служи само да опише изглед карте, већ и како се *MapServer* понаша кад се покрене од стране *Web* сервера. Да би функционисао како треба, програм мора да разуме неколицину кључних речи, *CGI* варијабли и веза (Kropła, 2005). Први покушај израде било каквог портала може бити доста сложен и напоран али логичка структура и директно процесирање доста помажу. Датотека карте се састоји од хијерархије објекта.

На почетку те хијерархије је карта. Објекат карте садржи просте и структурне ставке. Просте ставке се састоје од парова вредности кључних речи а структурне ставке се састоје од осталих ставки од којих се свака од њих може бити проста или структурна. Сама датотека се састоји од низа текста које само *MapServer*-у имају смисла (*NAME* "Карта 1",

EXTENT -125.00 20.00. 65.00 50.00) (Kropła, 2005). На првом месту је *NAME*, параметар који представља име карте и пројекта који ће даље *MapServer* препознавати као *output*. *EXTENT* представља оквир и обим карте тако да се и он мора наћи на почетку хијерархије у *mapfile*-у *MapServer*-а али као и *NAME*, не сме се наћи на нижим нивоима при даљем именовању елемената.

Лејер као објекат је још један од врло битних и основних елемената *mapfile*-а. Он представља један слој одређене врсте података који се приказују на карти. Сви подаци који се приказују се састоје од три типа који одређују како ће се ови подаци чувати, прикупљати и приказивати а то су тачке, линије и полигони. Ово је скоро исто код свих врста ГИС и Интернет ГИС софтвера као што је наведено у прошлом делу рада. Генерално речено, једина особина коју тачка поседује је локација. Ова локација може да се представи на карти још помоћу симбола са специфичном величином и бојом и изгледом. Линија се састоји од одређене секвенце тачака, може се представити линијом одређене величине и боје, а може поседовати и неки стил (испрекидана, тачкаста). Полигон је одређена секвенца тачака која затвара одређену област. Може да буде различите величине или да поседује различите врсте стилова, али пошто затвара одређену област, може да буде испуњен одређеном бојом (*fill*). Као и код осталих софтвера, због различитих процеса исцртавања један лејер може да исцртава само једну групу облика. Могућност управљања лејерима дозвољава избор жељених лејера, коришћење одређених лејера или потпуно брисање или искључивање истих. Аутор (Kropła, 2005) наводи: „Датотека карте мора да поседује макар један лејер, а поред тога мора да поседује и неке карактеристике као што су име лејера, максимална и минимална величина и називи података“. На крају, *MapServer* рендерује лејере у секвенцама, почевши од првог лејера одређеним у *mapfile*-у. Карта се на крају не представља од скупа појединачних лејера већ се сваки лејер рендерује један преко другог, све док се не дође последњег одређеног лејера. То значи да се особине рендероване са лејера које су дефинисане на почетку *mapfile*-а, могу прекрити особинама које се налазе на нижем нивоу у *mapfile*-у.

Просторни подаци који се рендерују у једном лејеру морају бити истог геометријског типа. Ипак не мора свака тачка, линија или полигон да има значај у картографском смислу - на пример карта предстоји да разликује путеве од бициклистичких стаза како би се избегла конфузија. Другим речима, особине су класификоване према одређеним критеријумима. Да би се постигао овај циљ, *MapServer* користи *CLASS* објекат да би изабране особине биле рендероване и да би одредиле начин на који би били рендеровани (Kropła, 2005). Сваки лејер захтева бар једну класу а критеријум избора не мора бити одређен. Ако нису одређене, све особине у скупу података ће бити укључене у подразумеваној класи. У једном лејеру се може дефинисати већи број класа, а свака особина класа се може исцртати различитим стилем. Поред тога овај објекат је још задужен и за особине назива (*LABELS*). То одржава помоћу *LABEL* објекта који садржи информације као што су фонт назива, боја и величина. На крају, склапањем ових основних елемената - карте, лејера и класа добија се једна основна подлога која представља карту на којој се даље могу уносити жељени подаци.

6.2 Изглед и оптерећења карте

Пошто је главна сврха карте поред свега, да прикаже жељене информације како треба, карта би требало да буде визуелно атрактивна. Аутори (Dykes et al, 2005) наводе: „Софистициране, интерактивне карте се све више користе за истраживање информација, водећи кориснике кроз пејзаже података који пружају корисницима жељене информације и нуде објашњења.“ Главни проблем са којим се корисник може сусрети када се представљају неки подаци на карти јесте количина информација која је приказана на једној слици (Kraak, Brown 2003). Сви програми који се баве ГИС-ом и Интернет ГИС-ом омогућавају да се веома велика количина информација прикаже на једној карти, па тако и *MapServer*. Овде се јавља проблем оптерећености карте, превише информација је учртано на њој тако да се више не распознаје шта је шта, шта су путеви а шта реке и слично. Са друге стране постоји и случај када карта приказује превелику површину а веома мало је податка који представљају тему карте. Тада је неопходно повећати физичку величину карте како би подаци на њој били прегледнији и видели главне особине.

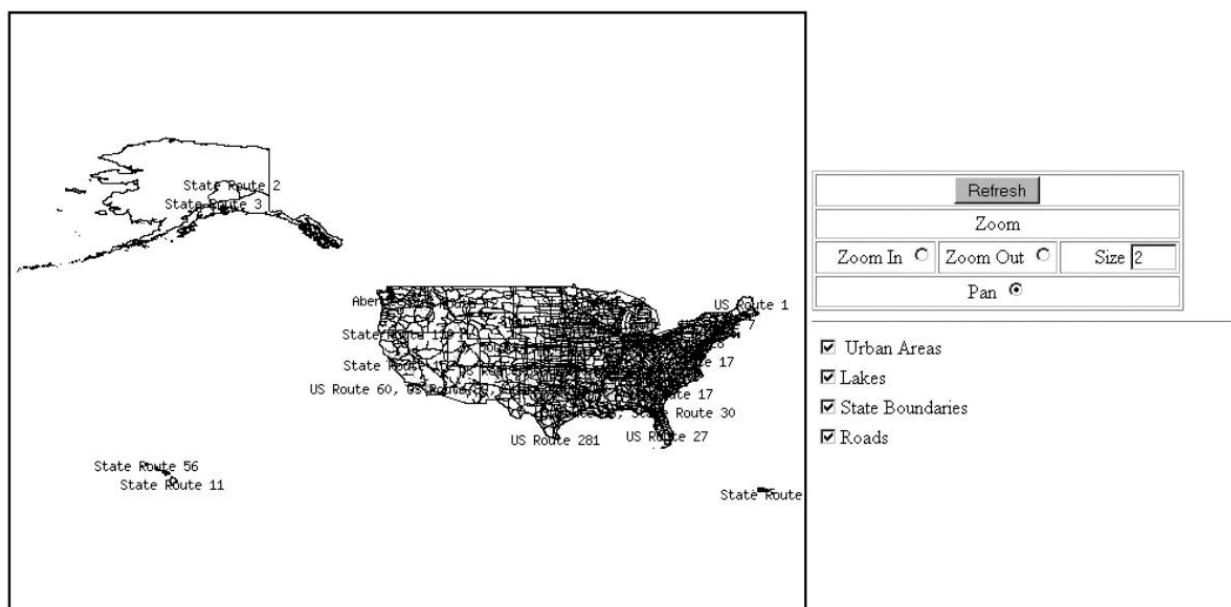
Сваки тип карте захтева различите захтеве дизајна и ограничења. Ипак, ефективни графички дизајн који се контролише, је критичан у изради корисне карте, без обзира на то шта та карта представља. Аутор (Kraak, 2004) наводи: „Ако су карте одговарајући дизајниране, значење њихових симбола даје кориснику везу са делом природе који приказују.“ Процес израде карте није квантитативан. Прогрес у изради најбоље је мотрити оком и донети одлуке. Без обзира на то, израда карте је више занат него уметност. Осећај за графички дизајн је користан али не и захтев без кога се не може - карте су радни документи чији је посао да олакшају приказивање и схватање неких појава на земљи тако да је техничко разумевање просторних података који се приказују најважнија квалификација при изради. (Kropf, 2005) наводи: „Неки од дефекта који може да се деси при изради карата а којима би требало водити рачуна су: неодговарајући називи на карти, неодговарајући детаљи, одсуство графичке разноликости између приказаних карактеристика и одсуство путоказа“.

Неодговарајуће исписани називи на карти: Када се исписују називи, треба водити рачуна да они не буду једнолични односно истог фонта, величине и боје. Аутор (Kropf, 2005) наводи да: „Уколико дође до овога, корисници карата неће препознати разлику између назива аутопутева, локалних путева и река али и назива градова“. Ако се промени боја назива река и путева, добија се јасна разлика и асоцијација на то о чему се ради. Поред боја, када су у питању путеви или реке, пожељно је и оријентисати називе паралелно са пружањем одређеног пута или реке, тако се стиче осећај правца пружања одређене именоване линије. Поред тога, имена већих и важнијих карактеристика могу се исписати већим фонтом или означити болдирањем, док ће мање важне карактеристике остати исте величине тако да корисници могу да схвате колико је именована карактеристика важна или велика.

Неодговарајући детаљи при различитим размерима: Када су у питању неке величине карте, неке информације нису толико битне. Ако се на картама целе државе прикаже свако урбано подручје или сваки пут, карта неће имати смисла. Неће се идентификовати и разликовати урбана подручја а путеви и још значајнији аутопутеви ће бити толико густе да се неће уопште разликовати. Та замршеност се може решити у *MapServer*-у тако што се за сваки одређени размер одређује који ће се лејери или називи приказивати (Kropła, 2005). Тако ситним размерима, када је видљива цела карта, приказани су само аутопутеви и путеви већег значаја, као и већи градови, главни град или регионални центри, док како се увећава приказ, приказиваће се информације од важности само за тај део карте на коме је зумиран.

Одсуство графичке разноликости између приказаних карактеристика: Иако постоје различите врсте путева, било они локални, магистрални или међународни, они сви спадају у категорију путева (Kropła, 2005). Међутим они немају подједнаки значај. На датој карти би требало да се разликују различите врсте путева један од другог. Тако исте карактеристике, чије се особине знатно разликују би требало графички другачије приказати, како би се оне и стварно разликовале на карти.

Одсуство оријентације на карти: За кориснике израђених карата, веома је важно да знају у сваком тренутку где се налазе на карти. Тако ако корисник зумира превише може да се деси да не зна на ком се делу карте конкретно налази и у шта гледа. То се решава тако што се у *MapServer*-у убацује умањени приказ карте - референтна карта, као и оквир који представља место на коме се корисник тренутно налази (Kropła, 2005). Тако корисници имају општи преглед оријентације на карти.



Слика 9. *MapServer* карта са три од четири горе наведена проблема (неодговарајући детаљи, неодговарајући називи и одсуство графичке разноликости)

Извор: снимак екрана из програма

За решавање прва три проблема неопходан је само општи осећај прегледности карте који се може утврдити већ једним погледом на дату карту, док је за постављање путоказа, умањених карти и друго потребно само познавање техника за израду легенди, размерника и умањених приказа карата. Аутор (Kropła, 2005) наводи: „Ови елементи могу да повећају корисност једне добре карте, али не могу тек тако да поправе превише густе или карте без довољно података на себи“. Наиме ови проблеми се јављају како на дигиталним тако и на папирним картама, међутим ограничења су различита. Уколико се представља више детаља на папирној карти, креатор карте мора да повећа физичку величину папира на коме ће се радити карта. Тако ако се израђује карта путева на пример, морају се на једној карти сместити путеви, насеља као и водотоци, свему томе додају назив, означе симболи у легенди, дода размерник како би се могле рачунати дужине и између свега тога али и оставити места како би карта била што прегледнија и нити превише оптерећена а ни без потребних података и све то сместити на папирну основу карте. Са друге стране, величина дигиталне карте која се прегледава на екрану рачунара је фиксирана за величину екрана.

То значи да када се креирају дигиталне карте као што је овде случај код свих Интернет ГИС софтвера, мора се обезбедити одговарајућа количина детаља при сваком увећању карте. Сам избор карактеристика које се исцртавају ће увек бити највећа брига при изради дигиталних карата јер је увек више информација него места на коме би могли да се исцртају (Kraak, Brown 2003).

6.3 Писање назива у *MapServer*-у

Називи су објекти у *MapServer*-у са кључном речи *LABEL* и завршавају се командом *END*. Они се налазе у *CLASS* објекту и означавају називе карактеристика у одређеној класи. Они се налазе још и у легенди (*LEGEND*) и у размернику (*SCALEBAR*). Синтакса команди је скоро увек иста почиње именом објекта коме се деле називи, затим кључном речи и на крају командом *END* (Kropła, 2005). Називи имају неколико карактеристика, то су фонт, боја, оријентација, позиција и величина.

Фонт: Када се бира фонт назива може се изабрати између две врсте фонтова, то су *trueTYPE* или *bitmap* фонтови који су уграђени у *MapServer*. *Bitmap* фонтови су увек доступни и не морају се користити спољашњи ресурси како би се дошло до њих међутим имају неких ограничења о којима ће бити речи. *TrueType* фонтови захтевају спољашње ресурсе али омогућавају манипулацију фонтовима на неколико корисних начина. Да би се изабрао тип фонта који ће се користити користи се кључна реч *TYPE*. Тако се уноси *TYPE bitmap*, који бира *bitmap* фонтове или *TYPE trueType* и извор спољашњег ресурса са кога је преузет *trueTYPE* фонт. Ако је изостављена кључна реч, *MapServer* ће узети *bitmap* за подразумевани тип фонтова. Разлику између ова два фонта аутор (Kropła, 2005) дефинише као: „Главна разлика је у томе што *bitmap* фонтови садрже само пет предодређених величина (*tiny, small, medium, large, giant*) и само два од њих су у болд варијанти (*medium* и *giant*) и није могуће променити оријентацију и позицију текста док се код *trueTYPE*

фонтова бира сам фонт, његова величина у тачкама као и то да ли ће бити у болд или у обичној варијанти“. На пример *TYPE truetype; FONTCalibri; SIZE: 8*.

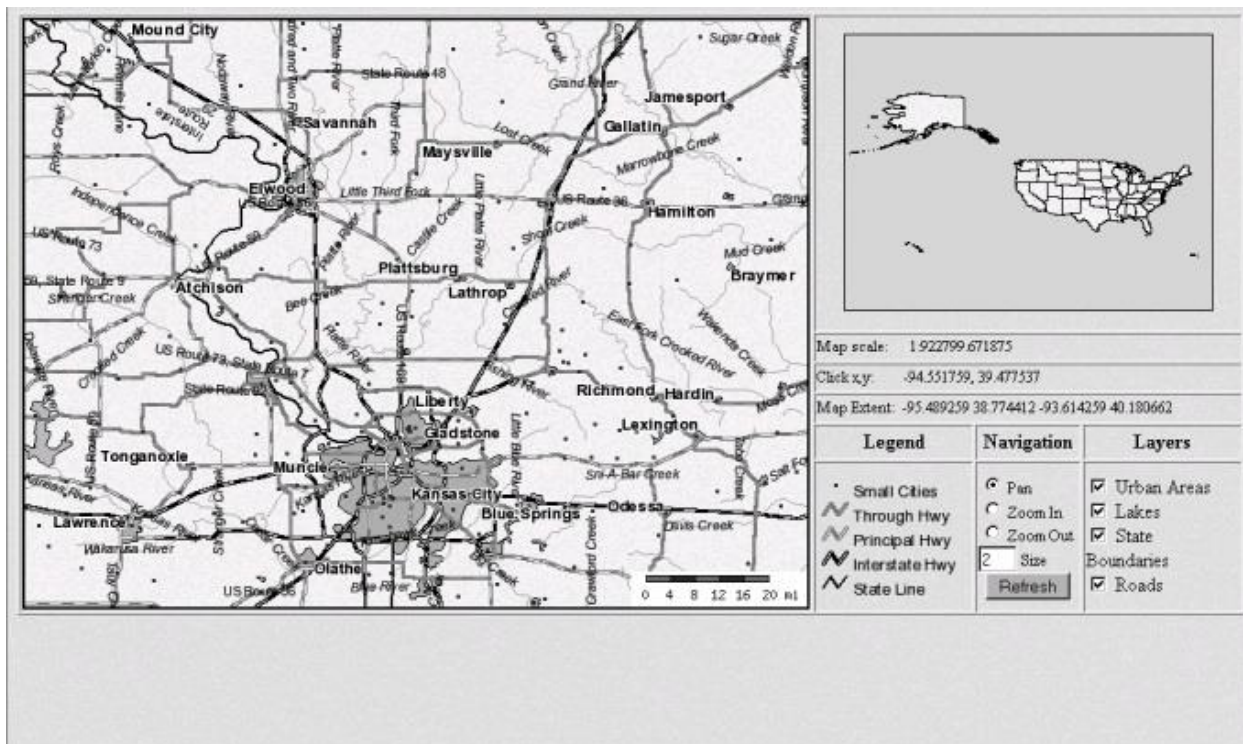
Боја: *MapServer* пружа неколико кључних речи које се односе на боју назива. Вредност кључне речи *COLOR* одређује *RGB*⁴боју назива и самог текста (Kropla, 2005). Поред тога како би се избегло поклапање боје назива и позадине, може убацити и оквир око сваког слова, дебљине једног пиксела уношењем вредности кључне речи *OUTLINECOLOR*.

Оријентација: Некада је поред основне оријентације назива која подразумева оријентацију паралелну са доњим оквиром карте, називе неопходно оријентисати у правцу пружања појаве. У *MapServer*-у то је могуће само као што је већ наведено код *trueTYPE* типа фонта, коришћењем кључне речи *ANGLE* (Kropla, 2005). Уношењем позитивне вредности угла назив се ротира супротно од казаљке на сату за одређену вредност, док уношењем негативне вредности, назив се ротира за одређену вредност у смеру казаљке на сату. Уколико постоји лејер у коме се налазе само линије, могуће је употребити вредност *auto*. Тада софтвер сам прорачунава оријентацију назива у односу на линију.

Позиција: Коришћењем кључне речи *POSITION* одређује се позиција назива у односу на објекат који представља. Аутор (Kropla, 2005) наводи позиционирање назива: „Уз горњи део квадрата који представља тачку којој се исписује назив налазе се три позиције: лево, централно и десно (*left, central, right*) док се уз леву ивицу налазе такође три позиције: горе, централно и доле (*upper, central, lower*)“. Комбинацијом почетних слова жељене позиције на квадрату добијају се и вредности којима се конкретно одређује позиција назива на карти. Тако ако је потребно исписати назив у горњем- десном углу (*upper-right*) користи се команда *POSITION ur*. Ако се у лејеру налазе само линије, називи се могу исписати само изнад у средини(*uc*) или испод у средини (*lc*).*MapServer* такође може аутоматски одредити позицију назива, уколико се за вредност позиције употреби *auto*.

Аутор (Kropla, 2005) наводи: „Ако се употреби могућност да *MapServer* аутоматски одређује позиције назива, мора се узети у обзир да сам софтвер не поседује осећај естетског“. То значи да уколико се не одреде пар параметра, називи ће се исписивати дуж целе појаве, један до другог, све док за то има места. Параметри који би требало навести да би се софтвер спречио да уради тако нешто представља кључна реч *MINDISTANCE*. Она дефинише најмањи број пиксела између два иста назива. У другом случају уколико неке од карактеристика имају превише малу дужину или површину пружања (као што су неке мале зелене површине при ситним размерима) тада ће сам назив изгледати доста веће у односу на картирани објекат. Да би се то избегло, користи се кључна реч *MINFEATURESIZE* која представља најмању величину карактеристике у пикселима, којој се исписује назив.

⁴*RGB* - *Red, Green, Blue* представља начин бојења у коме се уносе вредности 0-255 за сваку од три наведене боје. Тако црна боја има вредност 0 0 0, док бела има вредност 255 255 255.



Слика 10. Адекватно исписани на карти, коришћењем опција измене стила назива.
Извор: снимак екрана из програма

6.4 Смањење оптерећења карте променом величине објекта

Када се ради о папирним картама, већина исцртаних објеката, уколико је то унапред одрађено, морају одговарати размеру целе карте. Код дигиталних карата то није случај. Код њих постоје различите могућности у исцртавању објеката у односу на тренутни размер карте корисника. (Kropła, 2005) наводи: „Тако на ситнијим размерима карте (као што су карте света, региона или целих држава) већина дигиталних карата има могућност да потисне карактеристике које креатор карте сматра небитним при тренутном размеру“. Зумирањем на одређени део карте долази се до мањих њених делова и мањих објеката као што су села, локални путеви или мала језера, који се тада приказују. Међутим и при таквом зумирању на крупније размере одређеног дела карте, неки већи објекти и даље остају битни, тако да се и даље исцртавају на карти.

Као додатак укључивања или искључивања неких карактеристика засновано на величини карте, *MapServer* омогућава да се промене и симболи који су употребљени за исцртавање одређених карактеристика, односно њихова величина и боја. Кључна реч за постављање максималне величине при којој ће нека особина бити исцртана је *MAXSCALE*. Исто се може учинити и са називима о чему је било речи у прошлом делу о исписивању назива, а кључна реч је *LABELMAXSCALE*. Вредности ове две кључне речи не морају да буду исте и углавном не би требале бити (Kropła, 2005). Као разлог различитих вредности претходне две кључне речи узима се пример аутопута и његовог имена. Зумирањем, корисник и даље види аутопут и његов назив, међутим када се зумира до одређеног нивоа, ако су вредности исте, аутопутеви ће се и даље видети док ће називи престати да се

смањују, постаће превелики и гушити карту. Супротно од тога постоје и кључне речи кад су минималне величине при којима ће се неки лејер и називи приказивати, то су *MINSCALE* и *LABELMINSCALE*.

Вредности које се уносе након кључних речи су у ствари вредности размера до које ће се неке карактеристике исцртавати. Тако за вредност *MAXSCALE* 1999999, важе параметри који ће се приказивати све док је карта на величини 1:1999999. Тако се може за жељене градове променити тип симбола који их представља, комбиновањем кључних речи *MAXSCALE*, *MINSCALE* и *TYPE* која означава која врста симбола је приказана.

6.5 Класификовање особина у *MapServer*-у

У *MapServer*-у, лејер се састоји од групе објеката које потичу са истог скупа података, који се рендерују заједно, у истој размери. Ипак, некада није неопходно исцртати све особине датог скупа података, или није пожељно исцртати све на исти начин. Тако ако постоји лејер који представља целу саобраћајну мрежу једне државе а која је представљена истим линијама, исцртава се једна густа мрежа на којој су представљени путеви, међутим графички се неће разликовати типови путева као и њихова важност.

Класификовање и саме класе омогућавају да приказивање разлике између особина које су засноване на атрибутима и рендеровање особина на основу класе. У најпростијем случају, сваки лејер има најмање једну класу. Најједноставнија, подразумевана класа подразумева све особине у једном скупу података (Kropła, 2005). У том случају лејер има једну класу и све особине у овој класи се рендерују исто. Класе нису увек неопходне, уколико наведена саобраћајна мрежа састоји од више лејера, где сваки лејер представља одређену врсту путева, и исцртава се другачије, класификовање није потребно. Међутим уколико дати лејер представља све путеве заједно, они се морају класификовати како би се увиделе њихове разлике.

Када је неопходно класификовати неке особине како би се што боље увиделе њихове разлике, то је најбрже учинити помоћу израза, или како аутор (Kropła, 2005) наводи: „Коришћењем израза (*EXPRESSION*) за дефинисање класе је најлакши и најбржи начин одређивања класе у *MapServer*-у“. Користи се кључна реч у нивоу лејера *CLASSITEM* да би идентификовали име атрибута који ће се користити за класификовање карактеристика. Даље коришћењем кључне речи у нивоу класе *EXPRESSION*, одређује се везе поређења жељене карактеристике која се класификује. Добро је вежбати цитирање веза како би били у потпуности сигурни да написана реч у коду одговара речи која се налази у датотеци са атрибутима. Иако је доста брз и лак начин за класификовање, овај метод није веома поуздан баш због тога што веза између *EXPRESSION* кључне речи и вредности *CLASSITEM*-а мора да буде одговарајућа и тачна.

Логички изрази омогућавају да се изврши још сложеније класификовање особина, базирано на вредности једног или више атрибута. У овом случају *CLASSITEM* не мора да се одреди штавише требало би га и игнорисати уколико је присутан. Кључна реч

EXPRESSION уводи логичке изразе који су ограничени заградама. Синтагма је директна: логички израз се састоји од имена атрибута затвореним угластим заградама, оператором поређења и вредности *EXPRESSION* ($[[\text{ПОПУЛАЦИЈА}] < 100000]$). Овако наведено, логичким класификовањем се издвајају градови чија је популација мања од 100000. Мора се водити рачуна да *MapServer* као и други програми као што су *Pearl* или *C*, користи другачије операторе да упореде везе и бројеве (Kropła, 2005). Наиме ако неки атрибут има вредност везе, онда њена референца у табели са атрибутима мора бити затворена наводницима. Није битно да ли су у питању једноструки или двоструки наводници, само је битно да су исти са обе стране. Тако када се класификује нека карактеристика која се налази у табели са атрибутима и која има вредност везе нпр. *EXPRESSION* "[ВРСТА_ГРАДА]" eq "Индустријски", добијају се класификовани сви градови које у се у табели са атрибутима воде као индустријски градови. Коришћењем логичких операција, могу се спојити горе две наведене класе у једну јединствену:

EXPRESSION ($[[\text{ПОПУЛАЦИЈА}] < 100000]$ and ("[ВРСТА_ГРАДА]" eq "Индустријски"))

И на тај начин се класификују сви градови које у исто време имају мање од 100000 становника и који као врста града имају наведено да су индустријски. Као што је већ напоменуто постоји велики број употреба класа при изради жељене карте. Наиме пожељно је користити што је више могуће због прегледности карте, јер на крају циљ при изради одређене карте је да прикаже све жељене податке и појаве што јасније, како би их даље могли логички повезати. Уколико су карактеристике које се приказују само „набацане“ на карти и све исто исцртане оне не испуњавају основни циљ карте.

Као што је већ познато, основни објекат који повезује просторне податке и карту јесте лејер. Главни проблем лејера је што су све карактеристике у једном лејеру морају бити исте врсте (тачке линије или полигони). Иако су све оне исте, постоје јасне разлике. Сви путеви јесу линије међутим у природи постоји разлика између колских и аутопутева. Класификовањем карактеристика се добија прегледност на карти и јасна графичка разлика између појединих карактеристика (Kropła, 2005). Целом процесу класификовања карактеристика могу се додати основне особине а то су величина, боја, стил и симболи.

Ове особине се врло лако уносе помоћу кључне речи у нивоу класе *SIZE*, *COLOR*, *TYPE* и *SYMBOL*. Мењањем вредности и самим уношењем кључне речи *SIZE* у нивоу класе, при класификовању, може се изабрати да неке од карактеристика буду веће, на пример аутопутеви ће се исцртавати дебљом линијом у односу на остале путеве. Употребом кључне речи *COLOR*, и уношењем одговарајуће *RGB* вредности, може се изабрати да се једна класа на пример главни градови, исцртавају посебном бојом у односу на остале градове (Kropła, 2005). Када је у питању *TYPE*, при класификовању неких особина може се изабрати да се неке од вредности исцртају другачије од осталих. То се може употребити на примеру када је неки водоток повремени и пресушује за време лета, као тип линије се користи непрекидана линија (*dashed*) за посебну класу повремених водотока

Што се тиче симбола, они мало сложенији. Они се дефинишу на нивоу карте тако да су доступни у свим класама и лејерима. Дефинишу се кључном речи *SYMBOL* а њихово навођење се завршава са *END*. Да би доделили неко име, користи се кључна реч *NAME* и

служи да се повежу име и врста симбола када се исцрта. Постоји неколико врста: вектори, елипсе, *pixmap* и *truetype* (Kropła, 2005). Поред сваке врсте мора се одредити име, тип симбола и његове координате. Када су у питању елипсе, ако су обе вредности координате исте, исцртаће се круг.

SYMBOL: NAME "Krug" : TYPE ELLIPSE: POINT 1 1: END.

Pixmap симболи су у ствари симболи који користе *JPG* или *GIF* слике. Датотека у којој је садржана жељена слика симбола се идентификује кључном речи *IMAGE*. Када се користи неко слово као симбол, уноси се *truetype* врста симбола. Коришћењем кључне речи *FONT*, бира се фонт одређеног слова које даље представља симбол, а кључна реч *CHARACTER*, одређује сам словни симбол (Kropła, 2005). Приликом саме употребе симбола, може се одредити њихова величина, боја и стил коришћењем одговарајућих, већ познатих кључних речи *SIZE*, *COLOR* и *STYLE*.

6.6 Израда размерника

Размерник је један од основних елемената сваке карте. То је графички приказ који представља однос удаљености на карти и стварну удаљеност у природи. Ови прикази могу да се налазе сами са својим *HTML* тагом, дефинисани у датотеци шаблона или се могу укључити сами у карту (Kropła, 2005). Величина слике размерника када се налази сам се не може одредити пре него што се сама слика исцрта тако да би требало избегавати одређивање величине слике у *HTML* тагу.

Размерник се у *MapServer*-у одређује кључном речи *SCALEBAR*, а завршава се као и већина објекта са *END*. Размерник садржи кључне речи које контролишу изглед и локацију самог размерника (Kropła, 2005). Унутар саме команде, укључена је и кључна реч *LABEL* који као што је било речи, одређује врсту фонта, величину и боју текста повезаних са размерником. Треба узети у обзир да се у размернику могу користити само *bitmap* фонтови.

Кључна реч *STATUS* подразумева три вредности: упаљен, угашен или уграђен (*on*, *off*, *embed*). (Kropła, 2005) наводи: „Када је статус размерника упаљен (*on*), креираће се посебна слика размерника, када је угашен (*off*) неће се приказивати а ако није неопходно креирати посебну слику, може се увек ставити статус на уграђен (*embed*)“. Треба узети у обзир да иако *MapServer* креира слику размерника, она се мора повезати заменом везе [*scalebar*] у *HTML* шаблону. Позиција размерника се може одредити коришћењем кључне речи *POSITION* док се за вредност уносе исте вредности позиције које су коришћене и код позиција назива. Као и код осталих објекта коришћењем кључне речи *SIZE* која узима вредност пар целих бројева, мења се висина и ширина (у пикселима), односно сама величина размерника.

Кључна реч *INTERVAL* означава количину интервала на којима је размерник разломљен. *MapServer* омогућава два стила размерника. Аутор (Kropła, 2005) описује стилове: „*STYLE 0* представља један од стилова који је поприлично робустан и мало

непрегледан, док је *STYLE* 1 мало лепши и прегледнији, али све зависи од самог креатора карте и његових естетских погледа“. За дефинисање јединица у којима ће се размерник изражавати користи се кључна реч *UNITS*. Јединице могу бити стопе, инчи, километри, метри и миље. У зависности од изабране јединице, *MapServer* ће израчунати дужину појединих интервала и исписати одговарајуће називе. Додавањем кључних речи *COLOR*, *BACKGROUND* *COLOR* и *OUTLINE* *COLOR* као и код осталих објекта у *MapServer*-у може се променити боја размерника, односно боја позадине и његове спољне линије. За ове вредности, најпогоднија је вредност *transparent*, која означава да ће се размерник уклопити у карту односно бити транспарентан

6.7 Израда легенде

Док размерници омогућавају повезивање величина карактеристика на карти са величинама карактеристикама у природи, легенда представља графички подсетник који приказује шта различити симболи на карти значе. У *MapServer*-у, једини симболи који ће се приказати у легенди су симболи који су коришћени при класификацији карактеристика (Kropla, 2005). Класа не мора да има име да би се исцртала, међутим ако је потребно да се њено име прикаже и у легенди, пожељно је именовати све класе. Као и размерник, легенда може бити самостална или могу бити уграђене у слици карте. Као и код размерника, величина се не може унапред одредити, тако да би требало избегавати уношење величине у *HTML* шаблону.

Легенда почиње кључном речи *LEGEND* и завршава се са *END*. Као и код размерника, коришћењем *LABEL* објекта, исписују се називи у легенди. За разлику од размерника, тип фонта може бити и *truetype* (Kropla, 2005). Додавањем речи *SIZE*, *COLOR* и *IMAGE* *COLOR*, *BACKGROUND* *COLOR* додају се неке од естетских особина односно величина, боја као и боја слике и боја позадине легенде као и код осталих елемената у софтверу.

6.8 Употреба референтних карти

Један од проблема који може да се јави када је зумиран одређени део карте је да корисник може да изгуби основе оријентације, односно не зна који део карте је конкретно представљен. То се у *MapServer*-у може решити израдом референтне карте. Оне приказују у сваком тренутку цео обим иницијалне карте, док је место на коме се корисник тренутно налази је уоквирено једним правоугаоником (Kropla, 2005). Када је у питању врло крупан размер, правоугаоник се замењује крстићем који приказује тачну локацију на карти.

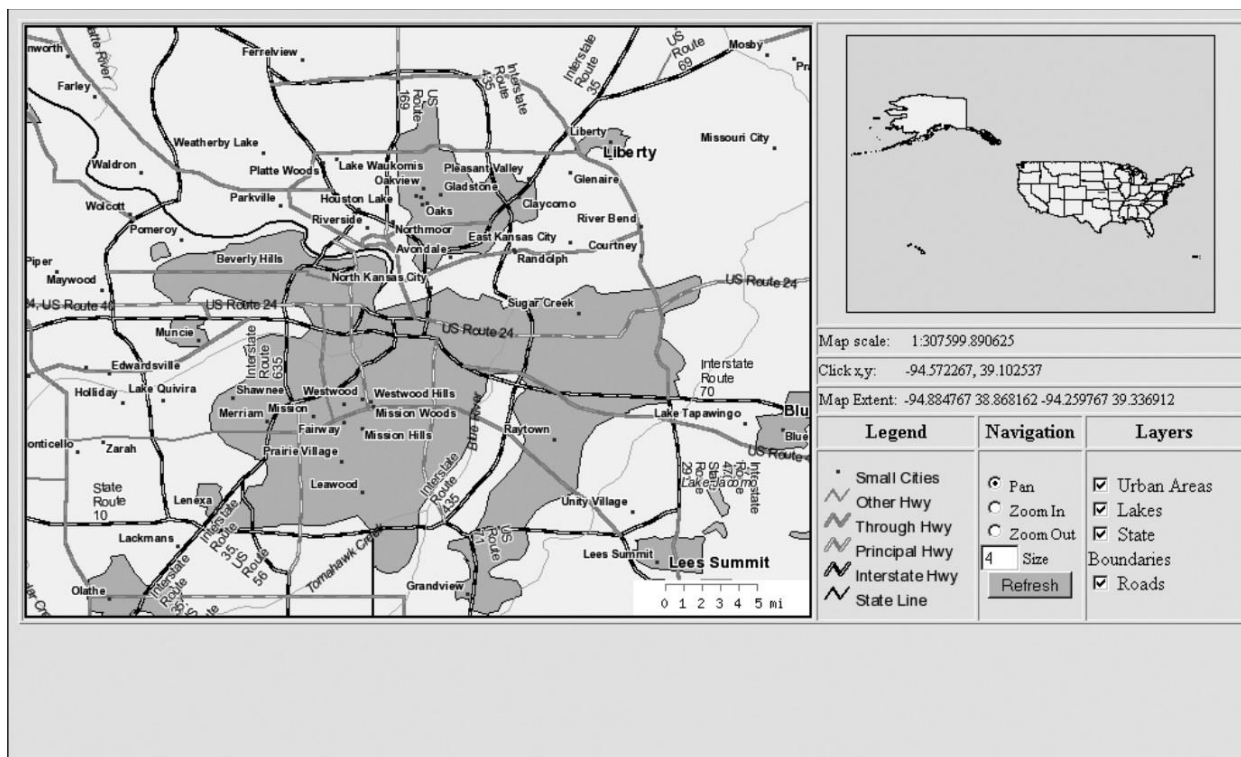
Референтне карте се одређују помоћу кључне речи *REFERENCE* а завршавају се као и увек са *END*. Да би могла да се прикаже, неопходно је поседовати и слику референтне карте која је дефинисана кључном речи *IMAGE*, док је вредност команде пут до жељене

слике. Аутор (Kropla, 2005) наводи: „Мора се узети у обзир да дата слика мора бити у *GIF* формату док се њена величина (у пикселима) одређује кључном речи *SIZE*“. Корисник сам може изабрати величину, али је пожељно да буде што мања, како би се лакше оријентисао. Поред величине, као и код велике карте која се креира, мора се одредити и обим. Као и код претходних додатака, да би уопште могла да се исцрта референтна карта, статус мора бити постављен на укључен (*on*). Боја оквира референтног правоугаоника се може одредити уз помоћ кључне речи *COLOR*. Изабрана боја ће испунити правоугаоник осим ако се не изабере вредност -1. У том случају ће бити провидна. Сама боја оквира се мења командом *OUTLINECOLOR*, када ће изабрана вредност бити конкретно оквир референтног правоугаоника.

Укључујући и референтне карте, са све размерником, легендом, називима и основном картом, добија се једна уопштена и употребљива *MapServer* карта односно Интернет ГИС презентација, што је и циљ овог рада. Конкретан пример карте се састоји од више од 500 редова што је више од 10 страна. Како се не би оптеретио рад, свако ко жели да проба и састави неку од карата може да погледа пример у књизи *Bil Kropla, (2005); Beginning Map Server - Open GIS Development*; стр. 89-101.

Пошто је конкретно објашњен принцип рада софтвера као и значење кључних речи. На крају када се погледа крајња слика сам низ је доста логичан и уз мало познавање рада основних ГИС софтвера, као и енглеског језика могу се креирати сасвим употребљиве карте.

Ово је пример израде карте из самог *CGI* интерфејса софтвера. Поред тога постоје могућности израде уз *PHP/MapScript*-а, *Python*-а и *Pearl*-а. Пошто је за њих неопходно озбиљније познавање програмирања и ових програмских језика који се не може обрадити и схватити тако брзо, неће бити обрађени у овом раду. За све који су упознати са неким од језика конкретне примере могу такође наћи у књизи *Beginning Map Server - Open GIS Development (2005)*; и то за део *PHP/MapScript* стр. 207., за *Python* стр. 187., а за *Pearl* стр. 167.



Слика 11. MapServer карта са класификацијом, изменом изгледа назива, легендом, размерником и референтном картом

Извор: снимак екрана из програма

Овако конфигурирана, добија се једна одлична Интернет ГИС презентација, односно карта, било да се ради само о „простој“ карти са приказаним атрибутима или о картама које имају и могућност упита. Поред самог познавања кода, неопходно је схватити и начин на који сам софтвер ради, пошто је у питању још један од Интернет ГИС софтвера који се конфигурише уношењем кодова и кључних речи.

Оно о чему није било речи а што је једно од моћних алата MapServer-а јесу упити. Они су доста сложене компоненте и њихова израда захтева много већи ниво познавања рада MapServer-а, него што се то може изразити једним оваквим радом.

7. QGISCloud

Један од најзаступљенији софтвера за израду ГИС карата и презентација јесте QGIS. То је у ствари *desktop* ГИС софтвер, односно првобитно намењен за локално приказивање геопросторних података. Као што је већ објашњено у првом делу рада, то значи да је програм ограничен на приказивање података на рачунару на коме је сама карта направљена, користећи локалне базе података. Међутим, развојем Интернет технологија, његова распрострањеност као и све лакше повезивање на Интернет, захтевали су од самих

произвођача да прате овај тренд. Тако су настали додаци, који су омогућили да се карте не задрже само на локалном рачунару, већ у пар једноставних корака постану праве Интернет ГИС карте и презентације које су и тема овог рада.

Основна предност QGIS-а у односу на остале „класичне“ Интернет ГИС софтвере јесте његов интерфејс. Израда било које карте у неком софтверу базираном на Java-и или помоћу самог CGI програма се заснива на комуникацији клијента и сервера путем низа команди. Ту се јавља проблем приказа рада у стварном времену. То значи да се карта не може прегледати све док се не заврши цео низ комади, сачува, па тек онда отвори датотека и виде резултати рада. У QGIS-у то је све у стварном времену, свака измена на карти се аутоматски приказује тако да се може пратити напредак у сваком тренутак.

QGIS је један од најзаступљенији ГИС софтвера. Поред њега ту је и ArcGIS, и води се стална дебата који од ових два програма је бољи. Главна разлика која је битна за овај рад је то што је QGIS бесплатан софтвер док се ArcGIS мора купити.

Поред израженог графичког интерфејса, једна од предности овог софтвера јесте и број формата које може да ишчитава и обрађује. Софтвер исцртава преко 20 различитих векторских формата као што су *shapefile*, *PostGIS* и *ArcSDE* геометрије, *ArcInfo* површи итд. У неким случајевима када се уносе неки сателитски снимци или слике одређених подручја не морају се користити искључиво векторски подаци, тада у први план долазе растерске слике које дају јаснију слику одређених области на које се даље налепљују векторски подаци. Могућност повезивања растерских слика и карте, односно пребацивање у векторски облик се назива геореференцирање. Додатак *Georeferencer* омогућава врло лако и прецизно геореференцирање.

Осим многобројних подржаних формата, лакше израде и графичког интерфејса QGIS поседује и могућност просторних и атрибутских упита. То веома битна ствар, која помаже да се у мору датих података, одреде неке везе и правила између њиховог приказивања и простирања. На крају се све карте израђене овим путем се помоћу *Cloud* додатка могу претворити у Интернет ГИС карте. Он има својих ограничења, али и поред тога представља један од најједноставнијих начина претварања локалних у Интернет ГИС карте.

7.1 Cloud додатак

Да би жељена *desktop* односно локална ГИС карта која је креирана у QGIS-у, постала Интернет ГИС карта што је и тема овог рада мора се искористити *Cloud* додатак. Он се може бесплатно преузети из дела програма задуженог за додатке (*PlugIns*). Када је додатак успешно инсталиран, неопходна је прво бесплатна пријава на сајту додатка *qgiscloud.com*. Тако када је он успешно додат, пре него што му се први пут приступи неопходно је прво пријавити се креираним личним налогом. Пре коришћења уколико корисник поседује *proxu* односно лични сервер на коме ће се приказати жељена карта, неопходно је унети подешавања сервера коришћењем опције *settings* и подопције *network*.

Када је креирана жељена карта, и корисник је задовољан изгледом и резултатима карте, користи се опција *Publish* у оквиру *Cloud* додатка. Тада се отвара нови прозор који омогућава снимање пројекта, односно његове Интернет верзије. Пре него што се карта објави, односно постане Интернет ГИС карта, неопходно је узети у обзир да се сви локални подаци, који се налазе на рачунару корисника морају прво *upload*-овати у личну базу корисника *Cloud* додатка. Када је цео процес завршен, сачињена је Интернет ГИС презентација од претходно локалне ГИС карте. Да би јој се приступило, неопходно је отворити линк под опцијом *Webmap* у оквиру додатка.

Уколико корисник поседује лични *proxy* сервер са својим доменом и осталим подешавањима, линк до Интернет ГИС карте ће представљати везу до унапред подешеног личног сервера. Треба имати у виду да се домени и подешавања личног сервера плаћају. Без обзира на то, корисник може увек превући претходно снимљени Интернет ГИС пројекат у жељени претраживач или приступити својој карти у сваком тренутку, путем линка из додатка.

Када је први пут подешена и објављена карта, ако корисник није задовољан неким њеним делом или чини неке измене, да би се измене на карти нашли и на Интернет карти, неопходно је опет објавити карту путем опције *Publish*. Уколико су коришћени неки нови локални подаци, неопходно их је опет *upload*-овати и након тога, Интернет карта се ажурира.

Као што је већ напоменуто, *Cloud* додатак је бесплатан, међутим има неких својих ограничења. Пошто је ово један од најбољих начина претварања локалних карата у Интернет карте, компанија која је креирала додатак, *Sourcepole AG*, нуди корисницима и Премијум верзију свог додатка. Намењена компанијама и корисницима који се баве картама у комерцијалне сврхе.

Бесплатна верзија пружа могућност израде неограниченог броја некомерцијалних и невладиних карата. Међутим, као складиште података се добија само једна база података чији је максимални капацитет 50 mb. То значи да се могу креирати карте све док подаци који се налазе на њима и који се *upload*-ују у Интернет базу налога не достигну величину 50 mb.

Премијум верзије долазе са својим погодностима. Пошто су намењене комерцијалним картама, свака карта се може заштитити лозинком и ауторским правима. Добијају се 10 различитих база података величине 500 mb, које свакодневно праве своје копије, како би у случају брисања неке базе могле да се поврате. Поред тога постоји и опција подешавања налога, односно логоа фирме или корисника. Надокнада за коришћење премијум верзије је 60 Евра на месечном нивоу. Уколико корисници немају потребу за озбиљнијим израдама карата, картама у сврху добијања неког профита или изразом превеликог броја карата, могу се задовољити и бесплатном верзијом додатка.

7.2 Основни изглед карте у *QGIS Cloud*-у

Када се Интернет ГИС карте претворене помоћу *Cloud* додатка покрену и отворе, могу се видети неколико главних елемената. Највећи и централни део заузима сама карта. Један од значајнијих елемената јесте могућност претраге. Она је повезана са *Google* картама и уношењем координата или назива, могу се пронаћи жељене локације на карти. Поред тога се налазе опције управљања лејерима и алатима.

Опције управљања лејерима и легендом, омогућава приказивање жељених лејера, односно искључивање непотребних. То је добро у случају када постоји велики број информација и лејера на некој карти. Тако се могу користити и укључити само они коју неопходни. Прелажење курсором преко имена сваког од доступних лејера приказује се легенда која садржи информације о приказаним подацима. Поред тога, ту су и опције управљања алатима. Основни алати подразумевани овим додатком су мерење дужине и површине, као и могућност читања и копирања тренутних координати курсора.

Доњи оквир карте је задужен за статус карте. Ту се налазе размерник, тренутне координате курсора као и пројекција и размер карте. Размерник омогућава кориснику да успостави везу између стварних раздаљина у природи са раздаљинама на карти. Статус координата приказује тренутне координате курсора било где на карти. Тако се могу читати координате без претходног коришћења алата. Поред тога је приказана и пројекција карте, као и могућност промене између дате пројекције и пројекције *WGS 84*, као и приказ тренутног размера карте и могућност промене неких од унапред одређених. На крају са десне стране постоји могућност укључивања референтне карте. Референта карта представља умањени приказ целе карте као и правоугаоник који представља тренутну позицију корисника на карти. Тако се стиче основни појам о локацији корисника на карти.

Поред тога, за померање и оријентацију на карти се користи навигациони бар. Он се састоји од два дугмета која омогућавају уближавање односно зумирање или одзумирање на карти. Уколико корисник дозволи да карта очита његову тренутну локацију, употребом ове опције, корисник се увек може вратити на своју почетну, односно тренутну локацију рачунара или мобилног телефона са којих приступа картама.

7.3 Пројекције које се могу приказивати

У *QGIS*-у пре него што се почне било каква израда карте треба прво обратити пажњу да изабрану пројекцију целог пројекта као и пројекције лејера са подацима. Оно што је велика предност овог софтвера јесте број пројекција који може да обрађује и исцртава. *QGIS* исцртава неколико универзалних пројекција као што су *WGS 84*, Милерова

цилиндрична, Гаус - Кригера, Меркаторова као и све њихове варијације за скоро све регије на свету.

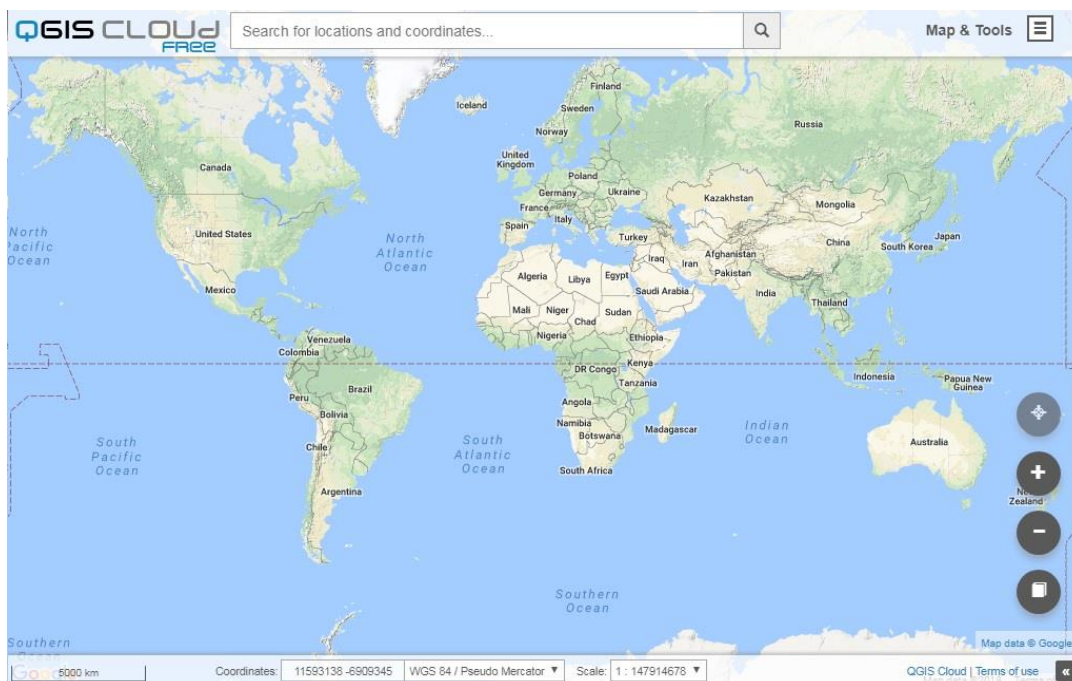
Подразумевана пројекција у QGIS-у је WGS 84. То се увек може проверити кликом на алат у доњем десном углу на статус бару, који отвара подешавање пројекције. Ову пројекцију одликују координате тачке које су изражена у степенима географске ширине и дужине - *lon/lat*. Поред WGS 84 на подручју Србије се користе још две битне пројекције. То су Гаус-Кригера односно конкретно за подручје Србије *MGI / 3 degree Gauss zone 7* и *UTM*(Универзална Трансверзална Меркаторова) пројекција односно њен део везан за Србију *WGS 84/ UTM 34N*.

Cloud као и QGIS омогућава приказивање свих ових пројекција, међутим треба обратити пажњу. Једном када се карта претвори у Интернет ГИС презентацију, поред изабране пројекције, она се једино може трансформисати у подразумевану WGS 84 пројекцију. Да би се променила пројекција целог пројекта односно карте, може се употребити пречица која приказује тренутну пројекцију. Уколико је карта већ у подразумеваној пројекцији, може се само изабрати њена варијација *WGS Pseudo Mercator*. За измену у неку другу пројекцију, или за измену пројекције лејера, неопходно је опет отворити локалну карту и променити пројекцију целог пројекта у QGIS-у.

7.4 Карта и приказ карте

Уколико је изабрана жељена пројекција карте а у случају да нема унапред одређених лејера са подацима већ се подаци уносе ручно, или локација жељених података није одређена, неопходна је подлога. Најпогоднији начин да се то учини је помоћу *OpenLayer* додатка. То је бесплатан додаток у оквиру QGIS-а који се додаје једноставном инсталацијом кликом на језичак *Plugins* у оквиру мени бара и опцијом *Manage and install*. *OpenLayer* је један од Интернет ГИС софтвера који је већ обрађен у овом раду. Коришћењем додатка могу се унети карте које подржава сам софтвер а које су већ познате: *google*, *open street*, *apple*, *bing*, *stamen*. Пошто су ово карте коришћене у већ обрађеном софтверу *OpenLayer*, *Cloud* додаток омогућава њихов приказ. Поред тога, када се отвори Интернет карта, дата је могућност искључивања приказа ових позадинских карата.

Избором одговарајуће карте, добија се лејер који представља подлогу. Ове карте су одлична смерница и тако убачене у зависности од изабране карте могу се видети путеви, политичке карте, карте улица и тако даље.



Слика 12. Основна *Google street* карта употребљена у *QGIS*-у, која користи као подлога.
Извор: снимак екрана из програма

Међутим мора се узети у обзир да те карте не садрже никакве податке у себи. То су једноставно растерске карте које служе као позадина, односно као нека смерница. Помоћу њих се може проверити да ли су неке тачке унесене помоћу других лејера на свом одговарајућем месту, односно да ли су унесени лејери у пројекцији као и цео пројекат. Иако нису неопходне, овако унесене карте су спремне за даље уношење података путем лејера.

7.5 Врсте лејера који се могу приказивати

Најважнији елемент сваке дигиталне карте, па тако и сваког софтвера за израду дигиталних карата, односно у овом случају Интернет ГИС карата и презентација јесу лејери. Они садрже све податке везане за одређену врсту карактеристика које се приказују, од њене локације на карти до одређених карактеристика наведених у табели са атрибутима. То је управо оно што занима било ког корисника карте, ти подаци. Поред основне локације, могућност додавања података карактеристикама омогућава сама табела са атрибутима. Уколико је прикупљен велики број податке врло се могу додати као нека од особина жељене карактеристике и они се приказати на карту.

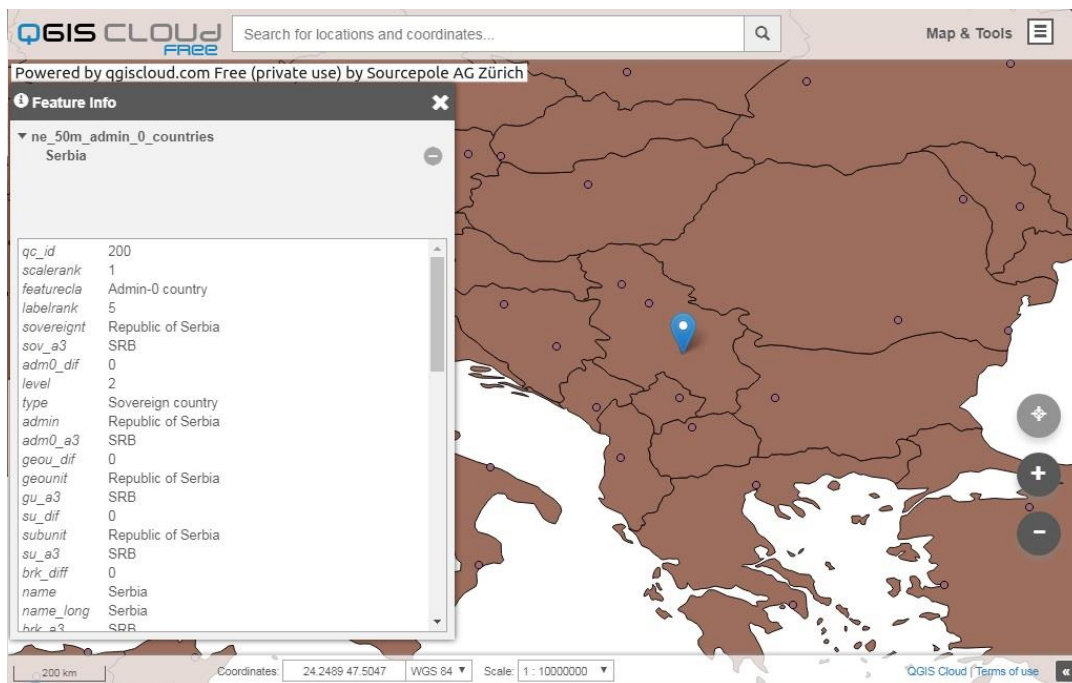
Cloud додаток поседује опције за управљање лејерима, међутим путем додатка, не могу се унети нови. За уношење нових лејера неопходно је вратити се у основни програм, додати жељене лејере, затим их поново претворити у Интернет ГИС карту. У зависности

од формата података који се приказују, разликују се и више врста лејера, односно формата лејера. Сваки од опција за додавање нових лејера има посебан изглед у зависности од тога шта садржи. Ови изгледи се касније приказују и у листи лејера тако да корисник поседује информације о самом формату. Могући формати лејера су: растерски, векторски, *Spatial Lite*, *PostGIS*, *WMS*, *WCS*, *WFS*, *Shapefile*, *CSV*.

Иако постоји велика могућност, они који се највише користе, који нису продукт неких других ГИС програма као што су *ArcGIS* или неке од *Java* база су: *ESRI*-јев *shapefile*, растерски, *KML* као и *delimited text*, односно *CSV* лејери. Они покривају већи део потреба корисника при изради једне функционалне ГИС презентације.

ESRI shapefile је један од стандардизованих ГИС формата. Може се употребљавати у већини ГИС софтвера и доста је лак за коришћење. У себи садржи неколико датотека са различитим екстензијама о којима је већ било речи. При уношењу *shapefile* лејера који већ имају неке податке у себи, требало би селектовати све датотеке које садржи један *shapefile*. Треба узети у обзир да се у *QGIS*-у, као и у већини ГИС софтвера, један лејер може да садржи само један тип података. У овом случају то су тачке, линије или полигони. Пошто су подаци које *shapefile* приказује векторског формата, они се могу различито мењати. Језичак *vector* у локалној верзији карте омогућава ове измене. Вектори се могу делити, могу се брисати њихови одређени делови ако је то неопходно као и додавати нови. Поред тога програм поседује различите врсте геопроецирања вектора, које подразумевају различите врсте уније и пресека вектора, као и бафера. Све ове измене вектора као и њихово пројектирање се мора извршити прво у локалној верзији карте, односно у *QGIS*-у а затим сачуване промене поново објавити као Интернет карта путем *Cloud* додатка.

Када су исцртане жељене карактеристике, измењене и сачуване, оне се појављују у табели са атрибутима. Када се отвори табела, може се видети да она има реда колико и исцртаних карактеристика. Сваки тај ред представља једну карактеристику, и селектовањем једне од њих, одговарајућа исцртана карактеристика се селекује на карти. Када се отвори Интернет ГИС карта, кликом на неку од карактеристика на карти *Cloud* додаток отвара све податке из табеле са атрибутима који се односе на изабрану карактеристику.



Слика 13. *Shapefile* лејер који представља све државе и сва већа насељена места на свету, са приказаним подацима из табеле са атрибутима. Извор: снимак екрана из програма.

Растерски лејери представљају једноставне слике, сателитске снимке, карте света, топографске карте, које се могу унети у *QGIS* и коју *QGIS Cloud* додатак приказује. Њихова особина јесте да су то само слике, које се састоје од великог броја пиксела распоређених по *x* и *y* оси. Оно што их одликује је то да они у себи не садрже никакве атрибуте. То значи да растерске слике не могу мењати. Преко њих се могу уносити подаци али оне остају увек оригиналне. Још једна од мана растерских формата је то што се састоје од низа пиксела, унапред предодређених резолуцијом слике. Што се више приближава приказ слике, она ће бити мање јасна, све до нивоа док се не прикажу појединачне коцке, односно пиксели из којих је састављена.

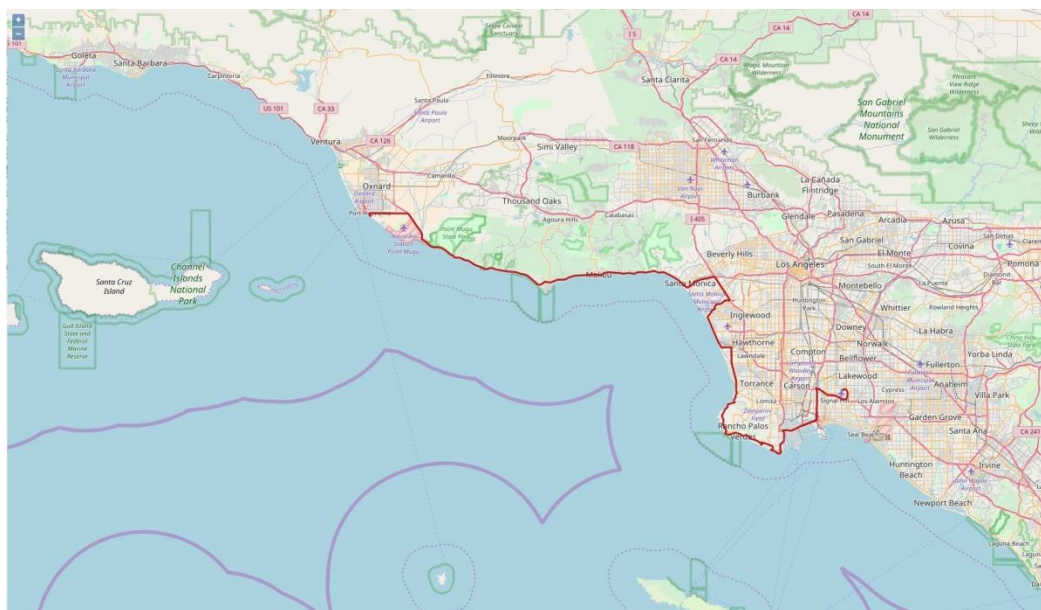
Ова врста формата иако има доста недостатака, ако се употреби на прави начин може бити веома корисна. Преко њих се у сваком тренутку могу унети други векторски лејери и подаци. На крају ако представља сметњу њена видљивост се може и смањити или искључити растерски лејер. Тако се могу искористити неки сателитски снимци као подлога за картирање неке појаве које су се управо десила. На тај начин им се додају векторски карактер, односно додатне информације. Пошто не садрже податке који би могли да се користе или мењају у себи, растерски лејери немају пуно опција подешавања.

Један од примера растерских лејера су *OpenLayers* карте. Оне доста помажу при сналажењу у простору и у даљем картирању. Поред тога то могу још бити и одређени сателитски снимци, који дају неке информације о Земљи, навигационе карте, топографске карте, итд. Међутим, ови растерски формати не морају да остану на томе. Пре него што се претворе у Интернет ГИС карте, у основном програму локалне карте се може различито манипулисати њима. То су различити видови конверзије растерских слика у векторе и

обрнуто, промена њихове пројекције као и њихово геореференцирање. Додатак сам по себи не поседује ове могућности, тако да би се све измене морају извршити у локалној верзији карте.

Неизоставни део свих данашњих путовања су постале *Google* карте и ГПС уређаји. Помоћу њих се могу унапред одредити путовања, или тачна позицију у тренутку. ГПС уређаји су некада били веома ретки, и због своје цене су их поседовали само они којима су били неопходни. Слободних Интернет карти је било мало и оне нису биле често ажуриране тако да су подаци на њима често били застарели или непостојећи. Развој информационих технологија и Интернета уопште је довео дотле да су сада ове опције доступне свима и то на мобилним телефонима. Планови и руте путовања као и интересантне забележене тачке и путање не морају остати доступне само једном кориснику. Сва кретања се могу експортирати као **KML** карте и даље делити са осталим корисницима. То значи да се увек може поделити план путовања са пријатељима.

QGIS као и *Cloud* додатак поседују могућност читања и приказивања ових карата и путања. *KML* представља један од основних формата ових карата путовања. Коришћењем *Google* карата, врло лако се могу добити упутства како стићи од једног места до другог и коришћењем навигације се може лако стићи до жељеног места. *Google* карте поседују чак и могућност исписивања просечног времена, потребног да се стигне од једног места до другог, у зависности од врсте превоза. Када се извезу из *Google*-а оне се морају унети у локалној *QGIS* карти, а након тога се могу приказати као Интернет карте путем *Cloud* додатка.



Слика 14. *KML* лејер као план обиласка плажа Лос Анђелеса приказана дебљом црвеном линијом као Интернет ГИС карта. Извор: снимак екрана из програма

Delimited text лејери представљају лејере који користе *CSV* или друге формате *delimited* текста као извор података. Наиме *CSV* је скраћеница од *Comma Separated Values*, што значи да су то вредности одвојене зарезима. То су у ствари верзије табела са подацима,

које се исписују у неком текстуалном документу. Сваки зарез представља границу једне колоне у табели. Ову врсту лејера се користи када су као једина информација дате само координате неких тачака, чију би локацију даље требало открити.

Ове последње две врсте податка и лејера су погодне за истраживаче и авантуристе. Оне које желе да истражују нове путеве, нове објекте у природи или дођу до већ постојећих само помоћу мобилног или ГПС уређаја. Овим начином се могу поделити истраживачке руте, откривени куриозитетни природни елементи и друге занимљивости као и опет посетити исти.

7.4 Приказивање различитих стилова података и назива

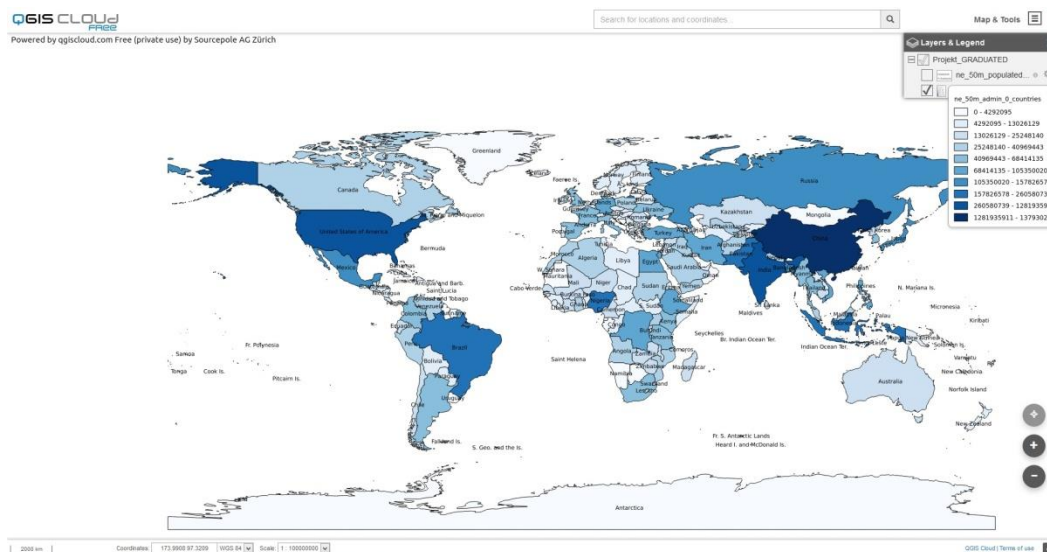
При уношењу података у софтвер, они добијају подразумевани облик и насумичну боју од стране програма. Међутим они не морају остати на томе, може се променити њихов стил приказивања, боја и величина а могу им се још приказати и називи у односу на неку од вредности у табели са атрибутима.

Програм омогућава различита врста бојења. Оно се може вршити у односу на различите вредности у табели са атрибутима. То су категоризовано и постепено бојење, различите врсте карата жаришта (*Heatmap*), 3Д модела и друго. Категоризовано бојење представља бојење одређених класа односно категорија истом бојом. Постепено бојење представља неке појаве тако што одређени интервал вредности боји истом бојом. Тако од најмање до највеће вредности постоји једно постепено поређење, приказано одређеном нијансом изабране боје. Измена стила података није обавезна али некада може помоћи да се уочи разлика између одређених објеката на карти, као и неких од њихових вредности. То се међутим не може директно извршити из *Cloud* додатка. Свака врста измене стила се мора прво извршити у локалном облику карте и у *QGIS*-у, а затим се све начињене промене претворити у Интернет ГИС карту.

Поред тога, карактеристикама на карти се могу доделити називи. Они се исписују у односу на вредности одређених поља у табели са атрибутима. Подразумевано подешавање при уносу било каквих података у програму је да се не приказују називи. Уколико је то неопходно, у *QGIS*-у се може укључити њихово приказивање а *Cloud* додаток их може приказивати. У зависности од потреба постоји неколико начина приказивања и форматирања назива. Што се тиче приказивања, оно може бити просто, односно приказивање у једном реду, у односу на одређену колону у табели са атрибутима или сложеније. Сложено приказивање подразумева приказивање на основу одређених израза и неких правила. Тако се називи могу приказати у више редова, или се називи исписују само ако одређене колоне поседују унапред одређене карактеристике. Форматирање представља измену фонта и величине назива, као и могућност њихове посебне оријентације, боје или мењање неког другог стила приказа.

Сами називи су опционална али некада и врло корисна ствар. Треба обратити пажњу када и како се они користе као и њихов приказ. Ако они нису тема карте, треба водити

рачуна да они буду одговарајући помоћни елемент, не да преовладају картом и оптерете је. Приказивање свих врста назива је могуће путем *QGIS Cloud* додатка, међутим њихов стил као и услови приказивања се првобитно мењају у локалној верзији *QGIS*-а, а затим претвара у Интернет ГИС карту.



Слика 15. Степено бојење у разлици броја становника као Интернет ГИС карта, са називима. Извор: снимак екрана из програма

7.5 Базе података

Базе података су један од главних складишта географских података који се користе у *QGIS*-у. Оне су на почетку биле локалне, односно свака компанија је имала своју базу података коју су корисници те компаније користили и то је било тако до развоја Интернета и Интернет ГИС-а. Тада базе добијају нови облик, већина компанија се одлучује да подели своје базе са осталим корисницима Интернета и тако огромна количина података постаје доступна свима. *QGIS* поседује опцију која се односи конкретно на базе података. Како се не би стално претраживао рачунар за поједине податке, лејере и др. управљач базама података (*Database manager*) из језичка о базама података на мени бару је задужен за њих. Он омогућава повезивање база са програмом, како би стално биле на дохват руке.

У зависности од формата у коме су складиштене базе, *QGIS* омогућава обраду *GeoPackage*, *Oracle Spatial*, *PostGIS*, *Spatial Lite* као и свих лејера који су недавно уношени у *QGIS*. Подаци и базе су заступљене широм Интернета и постоје доста добрих, бесплатних база се могу користити. Два највећа извора која су коришћена при изради примера у овом раду су *Natural Earth Data* и *ArcGIS Hub Open Data*.

Natural Earth Data представља организацију огромног броја векторских и растерских глобалних података. Они се могу наћи у неколико размера, као и у културним, физичким и

растерским категоријама. Подаци се могу преузети појединачно или као цела *SQL* база података, у зависности од потреба. *ArcGIS Hub Open Data* је такозвани рудник бесплатних ГИС података. Он представља скуп од преко 65.000 бесплатних сетова података од преко 4.000 организација, поређаних у различите категорије. Што се тиче преузимања ових података, морају се преузимати појединачно, због превеликог броја скупа података, базе би биле превелике за све кориснике.

7.6 Декорације карте

На крају израде неке од карата, могу се додати неке картографске декорације, које би употпуниле карту. Оне нису обавезне, међутим могу бити корисне и укључивати неке од додатних информација о карти. То су опције додавања размерника, правоугле мреже, стрелице која показује север као и ауторска права креатора карте. Све ове опције се могу додати у језичку *view* у мени бару, подешавања декорације (*Decorations*). Сам *Cloud* додаток поседује своје подразумеване декорације карте. То су размерник и заштићена права *Cloud* додатка као и неких од карата које су коришћене као подлога. Поред тога, *QGIS* поседује и неке од својих декорација који се могу употребити, а које додаток приказује.

Размерник је један од основних математичких елемената сваке папирне карте. Коришћење у дигиталном формату је опционално, пошто за различита мерења удаљености и површина на карти се могу користити различити алати за то. Код дигиталних карата он више даје представу о тренутној размери, односно степену зума. Уколико се корисник одлучи да укључи размерник у карту, бира опције како ће он изгледати, и где ће се приказивати. Обе опције су сам избор корисника, а када се изабере жељена локација, размерник ће се увек појављивати ту без обзира на размер.

Уколико жели, корисник може укључити приказивање мреже чија правила појављивања сам одређује. Наиме корисник сам може да одреди интервале појављивања пресека x и y линија, а поред линија, мрежу могу да сачињавају и маркери. Она се може подесити да представља праву координатну мрежу али у себи на садржи вредности географске ширине и дужине тако да није од неког значаја.

У случајевима кад је карта ротирана, или је сам приказ ротиран, погодно је ставити стрелицу која показује север. У нормалним пројекцијама и картама познато је да се он увек налази у горњем делу тако да она и није неопходна. Уколико се корисник одлучи за приказ стрелице, она може аутоматски узети вредност ротације или то се може и подесити ручно помоћу слајдера.

Ако је неопходно заштитити карте од даљег копирања, користи се декорација ауторских права, где се може унети име аутора или компаније. Тако ће у зависности од изабране локације, без обзира на ниво зума, увек приказивати име креатора карте са знаком заштићених ауторских права (*copyright* ©).

7.7 Упити у QGIS-у

Иако једна од најважнијих опција у QGIS-у, упити се на жалост не могу укључити у Интернет ГИС картама. За сада *Cloud* додатак нема опцију једноставног постављања упита путем Интернет претраживача.

8. Бесплатни додаци у оквиру програма који се плаћају

Тренд развоја Интернета, донео је велике промене и у ГИС свету. Све већим развојем софтвера који се плаћају, компаније креирају додатке који су бесплатни. Ови додаци нису толико моћни колико и сами софтвери који из којих су првобитно настали али адекватном употребом се може наћи и њихова употреба у свакодневном коришћењу при изради Интернет ГИС презентација.

Једна од компанија је *Hexagon Geospatial*. То је једна од врло озбиљних компанија, која производи алате који помажу решавање свакодневних геопросторних проблема. То су алати који омогућавају решавање логистичких проблема, проблема распореда пољопривредних површина и др. Ти алати омогућавају адекватну анализу проблема као и синтезу свих могућих решења. Наравно један тако озбиљни скуп алата захтева накнаду за њихово коришћење. Међутим, поред њих, постоје још неколико бесплатних додатка се могу искористити при изради карата.

Да би могли да се користе ови алати, неопходна је прво бесплатна регистрација страници компаније *hexagonspatial.com*. Ту у опцијама доступних продуката, може се изабрати критеријум свих бесплатних додатака који су конкретно везани за тему рада. То су *GeoMedia Viewer*, *M.app Reader* и *M.app Chest*. Када се корисник одлучи за неки од додатака, он се додаје на његову листу додатака. Она је повезана са налогом корисника и лако јој се приступа.

GeoMedia Viewer пружа одличан начин читања географских података и карти без потребе претходног инсталирања било каквих програма који то омогућавају. Уколико корисник поседује неке од карата у дигиталном формату, а не поседује одговарајући софтвер који ће вршити њихово читање, користи *GeoMedia Viewer*. За разлику од неког софтвера за читање, овај додатак омогућава само једноставно кретање на карти и промену размера. Допатак не садржи било какву функцију измене отворених карата. Иако није превише сложен, додатак омогућава преглед карата путем Интернета у било ком тренутку, али и осталих географских података.

M.app Reader је такође бесплатни додатак који омогућава читање карти, међутим ишчитавање је ограничено само на карте које су продукт *M.app* софтвера који се плаћа.

Међутим овај читач омогућава ишчитавање стандардних формата лејера (нпр. *shapefile* лејери). Тако се не могу отворити целе карте, али се могу отварати посебни жељени лејери лејере како би се проверио њихов садржај. Наиме *M.app* софтвер омогућава ишчитавање ових формата, тако да *M.appReader* не зна да ли су ови формати намењени баш картама који су његов продукт или неког другог бесплатног софтвера који се користи.

M.app Chest ради на сличан начин. Наиме у информатичком добу, све више се практикује чување података на Интернету. Све је више бесплатних програма који то и омогућава. Погодности тога су уколико се деси нешто рачунару, ти подаци не бивају заувек изгубљени. Овако њима се увек може приступити на Интернету, могу се делити са другим корисницима а и чувати простор на рачунару. То и јесте цела поента развоја Интернета, та општа повезаност свих корисника и доступност информација. *M.app Chest* је бесплатни додатак чија је првобитна намена складиштење карата и података које су продукт *M.app* софтвера. Пошто је немогуће креирати те карте без претходне новчане надокнаде, додатак се може искористити да се сачувају неопходни лејери и остали географски подаци који су стандардизованог формата. Погодност овог додатка је то што се кликом на податке односно сачуване лејере, добијају мини приказ о ком типу податка се ради и где се он налази на карти, тако да се може стећи основна представа о њима.

Један од најпопуларнијих софтвера за израду Интернет ГИС презентација јесте *ArcIMS*. Он је део *ArcGIS*-а, што значи да то није бесплатан софтвер. У последње време међутим, наговештава се израда посебног *JavaAPI*-ја овог софтвера који би био бесплатан. Он би радио на истом принципу као неки од софтвера базираних на *Java*-и, а о којима је већ било речи у раду. Чак се на Интернету негде може и наћи овај *API* али за сада то још увек није сигурно а и *API* који се могу наћи нису стабилни, тако да је неопходно само надати се бесплатном сегменту једног од најпопуларнијих Интернет ГИС софтвера.

8.1 Остали бесплатни Интернет ГИС софтвери који нису обрађени у раду

Данас, број бесплатних Интернет ГИС софтвера је велики. Због опширности рада, није било могуће обрадити их све. Ја сам се одлучио да као представници једног начина израде карата у овом раду буду представљени *OpenMap*, *OpenLayers*, *MapServer* и *QGIS Cloud*. Поред њих постоји још доста софтвера који се могу искористити за израду Интернет ГИС презентација, а који су бесплатни. То су: *MapBender*, *Geomajas*, *GeoMoose*, *GeoServer* и *GeoTools*. Када се корисник упозна са начином рада неког програма обрађеног у раду, касније може врло лако користити неки од ових софтвера при изради презентација. Препоручљиво је чак, користити већи број софтвера при извршавању задатака односно коришћења предности и елиминисање мана одређених софтвера.

Map Bender је бесплатни софтвер који је намењен управљању геопросторним подацима и апликацијама картирања на Интернету. Оно што га чини погодним за употребу је то што је могуће изградити Интернет карте без куцања и једног реда кода. Модерни интерфејс који је заснован на *Web* комуникацији чини овај софтвер адекватном заменом за *QGIS Cloud*

додатак. Од недавно је постао члан групе бесплатних географских софтвера (*OpenSourceGeospatial project*) што значи да су Интернет кодови софтвера стандардизовани као и код осталих бесплатних Интернет ГИС софтвера. Софтвер поседује могућности уноса сложених форми података, база података, ГПС локација као и претраге на карти. *API* софтвера као и остале библиотеке се може преузети са сајта програма www.mapbender.org.

Geomajas је бесплатна платформа која омогућава израду Интернет и *Web* ГИС апликација, приказ и измена геопросторних података различитих формата. Он је заснован на *Java Script* комуникацији са *API*-јем софтвера, што његов начин употребе повезује са *OpenLayers* софтвером, обрађеним у раду. То је колекција бесплатних ГИС библиотека која омогућава извршавање огромног броја задатака везаних за Интернет картирање. И овај софтвер је члан *OSGeo project* групе, што значи да су и његови кодови Интернет ГИС стандардизовани. Више информација, *API* софтвера као и библиотеке се могу преузети са званичног сајта пројекта www.geomajas.org.

GeoMoose софтвер користи *Java Script framework* за приказивање дистрибутивних картографских података. Комуницирање се у потпуности заснива на *Java Script* и *HTML* језику. Његове највеће предности јесу стабилан сервер који омогућава да се прикаже велика количина података од стране великог броја корисника а да се притом не оптерети сервер. Поред тога последња верзија софтвера омогућава обраду сложених упита и процеса без употребе превише сложених кодова. Члан је *OSGeo project* групе софтвера, а више информација и преузимање *API*-ја софтвера као и других библиотека се може извршити са званичне странице www.geomoose.org.

GeoServer је бесплатан сервер за дељење геопросторних података. Дизајниран је да може да се користи на више платформи, поседује могућност приказивања већине бесплатних формата геопросторних података. Заснован је на стандардима бесплатног софтвера и члан је *OSGeo project* групе. Поред тога, постоје три књиге које омогућавају упознавање са функцијама и израдама софтвера од почетног па све до најнапреднијих нивоа. Више информација и преузимање *API*-ја софтвера као и других библиотека се може извршити са званичне странице www.geoserver.org.

GeoTools је бесплатна група Интернет ГИС алата за обраду геопросторних података. Комуникација је у потпуности заснована на *Java* и *HTML framework*-у. Бесплатна библиотека *Java* кодова омогућава обраду геопросторних података. Овај софтвер користи велики број Интернет пројекта као што су *Web Feature Server*, *Web Map Server* као и неке *desktop* апликације. Члан је *OSGeo project* групе софтвера, а више информација и преузимање *API*-ја софтвера као и других библиотека се може извршити са званичне странице www.geotools.org.

9. Предности и недостаци Интернет ГИС софтвера

Последњи наслов у раду биће део о предностима и недостацима софтвера обухваћених овим радом. Овај део је заснован на мојим искуствима у раду са овим софтверима, и изради примера који се могу наћи у овом раду.

Пре него што се креатор карте уопште одлучи за употребу неког од ових софтвера неопходно је испунити неколико предуслова. Први и најважнији јесте познавање енглеског језика односно његовог дела који се користи у информационим технологијама. Без претходног предзнања израда карата путем бесплатних Интернет ГИС софтвера је сасвим бесмислена и веома тешка. Други јесте познавање основе *Java* програмирања и рада *Java* апликација. Он није апсолутно неопходан, пошто горе наведени први услов, познавање енглеског компјутерског језика, може доста да помогне при схватању функционисања целог *Java* света. Трећи услов је велико стрпљење при било каквој изради која подразумева писање команди. Само једно слово или један знак може да буде разлог да се цела карта или неки њен део не учита. Због ових потешкоћа при изради, најдетаљније је обрађен део који се односи на *QGIS* програм. Иако није првобитно намењен Интернет ГИС-у, може се употребити за израду Интернет ГИС презентација што и јесте тема целог рада.

Главна предност Интернет ГИС појаве јесте динамична комуникација између сервера и клијента. То уједно може да представи и највећу потешкоћу при коришћењу ових софтвера. Наиме као што је обрађено у раду, сваки од софтвера користи другачији вид комуникације на релацији клијент/сервер и то корисницима даје велике могућности. При првом сусрету са оваквим начином израде карата, најбоље је одлучити се за један програм и детаљно га обрадити. Након тога коришћење осталих софтвера би требало да буде много лакше.

OpenMap је први Интернет ГИС софтвер који је обрађен. Његова главна предност јесте то што се може конфигурисати на више начина, као апликација, као аплет унутар других програма и др. Сва подешавања се налазе у *properties* датотеци. Познавањем енглеског језика, може се врло лако манипулисати свим подешавањима, могу се додавати нове компоненте и обогатити карта.

Главни недостатак поред познавања и конфигурисања *Java*-е јесте могућност обраде само једне пројекције, а то је *WGS 84*. То значи да се сви подаци морају прилагодити датој пројекцији и мора се водити рачуна при израчунавањима на карти.

OpenLayers омогућава одличне опције убацивања карата на неке друге *Web* странице или у друге програме. Између осталог може се видети да се као неизоставни додатак може наћи и у *QGIS*-у. Он поред тих подлога може да убацује и векторске лејере као и много других формата, међутим његов сегмент убацивања карата је непревазиђен. Тако када се

корисници сусретну са *Google* или *Open Street* картама у оквиру неких других страница, оне су вероватно убачене путем *OpenLayers*-а.

OpenLayers користи *JavaScript*, који је мало другачији од *JDK*-а, међутим постоје одлични примери на сајту. Они су коришћени при изради неких од примера у раду, а који доста помажу да се схвати рад софтвера. Још један од недостатака јесте што у *OpenGL* рендеру сам софтвер не може да исписује називе на карти.

MapServer је још један од одличних Интернет ГИС софтвера. Његова предност је што постоји више начина конфигурисања карте. Оно се може урадити путем самог програма, односно датотеке, или путем *Python*-а и *Pearl*-а. У раду је коришћено конфигурисање путем *CGI* мода. То значи да се код пише у редовима текстуалне датотеке, која се даље покреће у *Apache*-ју и праве се *HTML* документи који се могу покренути као карта. Писање кода на овај начин је доста логично. Сви елементи су повезани међусобно, и карта се буквално може замислити у глави.

Недостатак је то што ако су карте мало сложеније, као она наведена у примеру, оне могу да садрже преко 500 редова команди. Мора се обратити пажња на њих јер само једна грешка може покварити целу карту или неки њени сегмент који се тиче једне целе групе приказаних података.

QGIS је један од софтвера који се обрађује на предавањима ГИС-а, на Природно-математичком факултету у Нишу. Његова највећа предност јесте интерфејс. То и јесте олакшавајућа околност у односу на остале софтвере. Његово коришћење је врло лако, када се савладају сви алати које програм нуди. У раду је доста детаљно обрађен баш из тог разлога пошто увек остаје као крајњи и најједноставнији избор при изради Интернет ГИС презентација.

Недостатак је то што је првобитно намењен локалном ГИС-у, међутим врло лако се може преобразити у прави Интернет ГИС софтвер. То је и неминовно пошто је употреба Интернета при изради било које карте неопходна. Поред тога неки од алата нису укључени подразумеваним подешавањима, тако да је увек погодно искористити што више додатака (*PlugIn*-а) при изради карата. Поред тога и *Cloud* додатак има неких својих ограничења који су наведени у раду.

На крају ако корисник није задовољан неким од обрађених програма, може се увек одлучити за одговарајућу замену у виду програма који нису обрађени у раду. Они су укратко наведени само, међутим сваки од њих поседује принцип функционисања и рада који је сличан неком од обрађених програма. Најбоље је увек комбиновати више софтвера при обради одређених задатака а у циљу што бољих добијених резултата.

10. Закључак

Решавање ефективног коришћења и управљања земљиштем резултирало је појавом Географских Информационих Система. Папирне карте све више замењују дигиталне, које су поузданије, прецизније, лакше за израду и ажурирање. Дигиталне карте постају

незаменљив извор информација који се све више користе. ГИС је постао основни метод обраде и картирања података у тренутку када се појавио и све се више усавршавао. Међутим, развој информационих технологија условило је појаву нових рачунарских компоненти и нових мрежа као што је Интернет.

Интернет је допринео скоро свим људским делатностима. Омогућио је бржи проток информација и знања. Информације су постале доступне свима, а приступ информацијама је био све лакши. Поред тога, он је променио и ГИС, и из њега је настала нова област која се фокусира на управо на тај феномен, под именом Интернет ГИС. Он данас представља један од најважнијег вида ГИС-а, јер му омогућава да изађе из свог локалног оквира и постане доступан све већем броју корисника.

Интернет ГИС је један дистрибутивни, динамични систем комуникације клијента и сервера, који би у идеалном окружењу могао да ради на било ком рачунару, без обзира на његов оперативни систем. То значи да више нема потребе за инсталирањем целих ГИС софтвера на рачунар, све што је неопходно је *API* софтвера и неколико пратећих библиотека или *Java* компоненти путем којих се може комуницирати са сервером програма који се налази на Интернету. Поред тога све је више слободних база података којима се може приступити, али се оне увек могу и поделити са другим корисницима података и резултата анализа. Поред тога путем Интернета се увек могу искористити алати за обраду при анализи било ког задатка.

Данас, Интернет ГИС је свуда. Када год се креће на пут, користи се нека од Интернет карата, биле оне *Google*, *Open street maps* или неки други вид карата, они јесу један део Интернет ГИС-а. Све више је градова које поред својих званичних Интернет страница, имају и Интернет ГИС страницу. Оне су доста сложене и садрже различите врсте податка о граду који су неопходни корисницима, од улица, јавних институција, туристичких мотива, до примера ГИС портала Новог Сада, на коме је путем странице могуће пријавити престанак рада уличне расвете. Пошто је све више Интернет ГИС портала, креатори при изради могу искористити неки од софтвера наведених у раду.

Софтвера који се баве овим делом ГИС-а је све више. Њихова употреба се може новчано надокнадити или не, односно може се говорити о софтверима који се плаћају и бесплатним Интернет ГИС софтверима. Ако то није примарно занимање корисника, потребе за Интернет ГИС софтвером се могу задовољити и бесплатним софтверима. Да би се корисник упустио у рад са овим програмима, неопходно је основно познавање енглеског језика. Пошто се цео концепт Интернет ГИС-а, заснива на комуникацији клијент/сервер, да би се успешно комуницирало мора се познавати Енглески језик као и основе *Java* команди, компоненти и подешавања програма. Поред тога неопходно је познавати основни принцип рада и комуницирања са сервером, како би се уопште могло руковати њима. Када је успешно успостављена веза између рачунара и сервера на коме се налазе инсталирани софтвери могућности су велике.

За коришћење неких од софтвера, потребно је мало времена како би се уопште подесила сама комуникација на релацији клијент/сервер. Ако се корисник први пут сусреће са Интернет ГИС-ом, овај задатак може изгледати доста тешко. Међутим још једна од предности Интернета је што се за сваки програм на њиховим официјелним

Интернет страницама могу наћи упутства како то учинити, као и примери израда најједноставнијих карти. Због тога је најбоље користити програме један по један, како би се савладао цео тај вид комуникације клијент/сервер. Једном када се савладају основе, даље коришћење свих софтвера Интернет ГИС формата, како ових описаних у раду тако и неким од нових који нису обрађени, њихова употреба постаје једноставнија и отвара корисницима пуно могућности.

Треба имати на уму да се сада углавном јављају специјализовани софтвери. То значи да неки од софтвера обавља мали број одређених функција, али њих обавља у потпуности и са великом лакоћом. Пре него што се корисник одлучи за коришћење неких од софтвера, прво мора дефинисати задатак. У односу на задатак, бира се софтвер који је неопходан. Када је неопходно уметнути неку карту на Интернет страницу, користи се *OpenLayers*. Међутим он у *OpenGL* рендеру не подржава називе, већ се мора употребити неки други софтвер. Поступак избора софтвера се понавља све док задатак не буде у потпуности обрађен. Сваки од програма има својих предности и мана и детаљнијим изучавањем овог рада, могу се искористити предности и занемарити мане како би се на крају добила жељена Интернет ГИС презентација.

Поред софтвера ту су још и разне врсте Интернет база података, и бесплатних складишта у којима се могу одложити подаци а који помажу приликом израде презентација. Базе података су постале незамењиво складиште свих врста података са различитих извора. То је случај и са геопросторним подацима које би требало приказати на картама. Података је данас превише, њихова величина као и број доступних података отежава обраду и успорава рад рачунара. Успостављање везе између софтвера и база података је један од начина да се искористи велики број доступних и складиштених података. Они се користе без претходног преузимања и додатно не оптерећују рачунар. Поред тога, Интернет базе се често ажурирају, тако да подаци које пружају не могу да изгубе своју тачност.

Ако се клијент ипак одлучио да преузме податке, бесплатна складишта омогућавају да се одложе, и складиште у одређеном Интернет складишту. Уколико постоји велики број података, одрађених карата, пројеката о којима се не води довољно рачуна, они могу направити праву збрку у рачунару и напунити локалне хард дискове. Поред тога, постоје и пројекти и карте које се тренутно не користе, али се не зна никад када ће кориснику и затребати тако да није пожељно брисати их. Зато ова бесплатна складишта дају могућност организовања података и њиховог одлагања. Данас постоји велики број оваквих складишта, али складишта наведена у раду су специјализована за геопросторне податке. То значи да се складиштени подаци не морају задржати само на имену, већ постоји и кратак приказ о врсти података и где се они налазе на карти.

На крају, може се закључити да је Интернет неизоставни део како свакодневног живота, тако и ГИС-а. Он отвара нове могућности, доприноси свима, како клијентима којима су неопходне неке просторне информације, тако и великим организацијама и корисницима који свакодневно користе Интернет ГИС карте. Свакодневно се користе различити видови Интернет и мобилног ГИС-а. То доводи до питања зашто и сами корисници не би

израдили неке карте које могу да користе другима? Овладавањем техникама израде Интернет ГИС карата сврставамо и себе у ту глобалну, неизбежну појаву Интернет ГИС-а.

11. Литература

1. Batty M. (1999), *New technology and GIS*, Geographic Information Systems Eds, John Wiley & Sons Inc.
2. BNN Technologies, Online Resources (2007), *OpenMap Developer Guide*, <http://openmap-java.org/documentation/openmap-devguide.pdf>
3. Chen H., Smith T. R., Larsgaard M. L., Hill L. L., Ramsey M. A. (1997), *Geographic knowledge representation system for multimedia geospatial retrieval and analysis*, International Journal on Digital Libraries.
4. Cobb D. A., Olivero A. (1997), *Online GIS service*, The Journal of academic librarianship, Elsevier
5. Decker D. (2001), *GIS Data Sources*, New York, John Wiley & Sons Inc.
6. Dragičević S. (2004), *The potential of Web-based GIS*, Simon Fraser University, Springer-Verlag.
7. Dragičević S., Li S., Veenendaal B., (2011), *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*, Taylor & Francis.
8. Dykes J., MacEachern A. M., Kraak M. J. (2005), *Exploring Geovisualization*, International Cartographic Association, Elsevier.
9. Fu P., Sun J. (2011), *Web GIS principles and applications*, ESRI press.
10. Green D.G., Bossamier T. (2001), *Online GIS and Spatial Metadata*, New York, Taylor and Francis.
11. Hall C. L. (1994), *Technical Foundations of Client/Server Systems*, New York, John Wiley & Sons Inc
12. Huang B., Jiang B., Li H. (2001), *An integration of GIS, virtual reality and the Internet for visualisation, analysis and exploration of spatial data*, International Journal of Geographical Information Science, Tylor and Francis.
13. Kropla B. (2005), *Beginning MapServer: Open Source GIS Development*, USA, Apress
14. Kraak M. J. (2004), *The role of the map in a Web-GIS environment*, Enschede, Springer-Verlag.
15. Kraak M. J., Brown A. (2003), *Web Cartography*, London and New York, Taylor and Francis
16. Longley P.A. (2001), *Geographic information systems and science*, New York, John Wiley and Sons Inc.
17. OGC (2003), *OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification*, <http://www.opengis.org/techno/documents/02-023r4.doc>
18. Peng Z., Tsou M. (2003), *INTERNET GIS, Distributed Geographic Informative Services for the Internet and Wireless networks*, John Wiley and Sons Inc.
19. Plewe B. (1997), *Information retrieval mapping and the Internet*, Santa Fe, New Mexico, On World Press.
20. Peng Z-R. (1998), *An assessment framework for the development of Internet GIS*, Department of Urban Planning, University of Wisconsin.

21. Peng Z.-R, Zhan C. (2004), *The roles of geography markup language (GML), scalable vector graphics (SVG), and Web feature service (WFS) specifications in the development of Internet geographic information systems (GIS)*, University of Wisconsin-Milwaukee, Springer-Verlag.
22. Rinner C. (1998), *Online maps in Geomed*, Internet Mapping, online GIS and their application in Collaborative Spatial Decision-Making, University of Bonn.
23. Scharl A., Tochtermann K. (2007), *The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*, Graz, Springer.

Коришћене Интернет странице програма:

www.openmap-java.org
www.openlayers.com
www.mapserver.com
www.qgiscloud.com
www.geomoose.org
www.geomajas.org
www.geotools.org
www.mapbender.org
www.geoserver.org