UNIVERZITET SINGIDUNUM

-MASTER STUDIJSKI PROGRAM-
SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

Darko Mitrović

Web servisi definisani na osnovu javno dostupnog softwera na Internetu

- Master rad -

Univerzitet Singidunum

Beograd, 2010.

-MASTER STUDIJSKI PROGRAM-
SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

Darko Mitrović

Web servisi definisani na osnovu javno dostupnog softwera na Internetu

- Master rada -

Mentor:
Prof. dr Ranko Popović

Student:
Darko Mitrović
Br. indeksa: 410171/2009

Univerzitet Singidunum

Beograd, 2010.

Sažetak

U radu su predstavljene i objašnjene osnovne karakteristike GIS-a, tj. objašnjeno je šta je to GIS, koji su koncepti GIS software-a, kao i koje vrste GIS sistema postoje. Opisani su Google-ovi GIS programi, Google Earth i Google Maps. U sklopu Google Earth-a dato je objašnjenje za modele prikaza, način njihovog kreiranja i korišćenja, dok je Google Maps predstavljen kao Google-ova tehnologija besplatnih digitalnih mrežnih karata, koja dopušta jednostavnu implementaciju na različite Web stranice i kombinovanje sa drugim aplikacijama.

Posebna pažnja u radu data je samom projektu rute putovanja sa pregledom znamenitosti. U radu su predstavljeni funkcionalni zahtevi koje projekat sadrži, dat je prikaz baze podataka, i prikazan je korisnički interfejs Web sajta. U nastavku rada detaljno su opisane Google Map klase, koje dozvoljavaju korisniku da međusobno interaguje sa aplikacijom. Na kraju rada prikazana je realizacija projekta i njegova primena u turizmu i hotelijerstvu.

Abstract

Basic characteristics of GIS are represented and explained in this work, that is it is explained what GIS is, what are the concepts of GIS software as well as existing types of GIS system. Described Google's GIS software, Google Earth and Google Maps. Explanation for the models of view, the way of their creation and use were given in Google Earth, while Google Maps is presented as Google's technology of free digital network cards which allows simple implementation to various Web pages and combining with other applications.

Special attention in the work is given to the project of travel route itself with the review of sites. This work presents the functional requirements that are included in the project, the view of the database is also given, and user interface of Web site is presented. The Google Map classes were described in details later in the work, which allows user to interact with the application. Finally the paper presents the implementation of the project and its application in the tourism and hospitality.

SADRŽAJ

1. Uvod ..... **- 1 -**

2. Metodologija istraživačkog rada ..... **- 3 -**

2.1. Predmet istraživanja ..... *- 3 -*

2.2. Cilj istraživanja ..... *- 3 -*

2.3. Metode istraživanja ..... *- 4 -*

2.4. Struktura rada ..... *- 4 -*

3. Geografski Informacioni Sistem (GIS) ..... **- 5 -**

3.1. Šta je to GIS? ..... *- 5 -*

3.2. GIS Software koncepti ..... *- 6 -*

3.3. Kategorije GIS Software-a ..... *- 7 -*

4. WebGIS Client - Google Earth ..... **- 10 -**

4.1. Datum ..... *- 12 -*

4.2. Digitalni elevacioni model ..... *- 15 -*

4.2.1. Kreiranje DEM-a ..... - 16 -

4.2.2. Razlike između DEM-a i DSM-a ..... - 18 -

4.3. Google Earth Aplikacija ..... *- 18 -*

4.3.1. Desktop Google Earth ..... - 19 -

4.3.2. Web Google Earth ..... - 19 -

4.3.3. Desktop i Web Google Earth, prednosti i nedostaci ..... - 20 -

4.4. Map Serveri ..... *- 21 -*

4.5. Server - baza podataka ..... *- 26 -*

4.6. KML - Keyhole Markup Language ..... *- 27 -*

4.6.1. Eksportovanje KML tagova ..... - 27 -

4.6.2. Osnovni principi KML-a ..... - 28 -

4.6.3. Lokacijski markeri - Placemarks ..... - 28 -

4.6.4. Geometrija ..... - 29 -

4.6.5. Slojevi - Overlays ..... - 30 -

5. Google Maps ..... **- 32 -**

5.1. Osobine ..... *- 32 -*

5.2. Mogućnosti ..... *- 33 -*

5.3. Korisnički interfejs ..... *- 33 -*

5.4. Tehničke karakteristike ..... *- 34 -*

5.4.1. JavaScript ..... - 34 -

5.4.2. AJAX ..... - 35 -

5.4.3. JSON ..... - 35 -

6. Projekat rute putovanja sa pregledom znamenitosti ..... - 37 -

6.1. Funkcionalni zahtevi ..... - 37 -

6.2. Nivo podataka ..... - 38 -

6.3. Korisnički interfejs ..... - 41 -

6.4. Implementacija projekta ..... - 42 -

6.4.1. Google Maps ključ ..... - 42 -

6.4.2. Class GMap2 ..... - 43 -

6.4.3. Class GMarker ..... - 48 -

6.4.4. Class GPolyline ..... - 49 -

6.4.5. Class GIcon ..... - 51 -

6.4.6. Class GPoint ..... - 54 -

6.4.7. Class GLatLng ..... - 55 -

6.4.8. Class GClientGeocoder ..... - 56 -

7. Geografski Informacioni Sistem (GIS) u turizmu i hotelijerstvu ..... - 59 -

7.1. Primena GIS-a u turizmu i hotelijerstvu ..... - 61 -

7.2. Realizacija projekta i njegova primena u turizmu i hotelijerstvu ..... - 63 -

7.2.1. Nivo podataka ..... - 64 -

7.2.2. Korisnički interfejs ..... - 66 -

7.2.1. Struktura Web stranice za pretragu ..... - 67 -

8. Zaključak ..... - 69 -

9. Literatura ..... - 70 -

1. UVOD

Danas najpoznatiji i najkorišćeniji deo Interneta, World Wide Web, je početkom devedesetih godina prošlog veka započeo svoj razvoj. Svojim ubrzanim razvojem uveliko je doprineo ogromnoj popularnosti Interneta u svetu, a samim tim je kod većine ljudi postao sinonim. Tako danas većina ljudi govoreći o Internetu, zapravo govori o Web-u i Web stranicama.

Paralelno s razvojem Web-a, tekao je i razvoj tehnologija koje su omogućavale njegovu implementaciju u sva područja kompjuterskog sveta, ali i šire.

Opšte je poznata činjenica da su nauka i tehnologija u poslednjih 60 godina napredovale više nego celokupna ljudska civilizacija od svog nastanka. Tehnologija se svakim danom sve više razvija i njene performanse i mogućnosti se poboljšavaju. Ono što se javlja kao novina u svetu tehnologije su Web servisi.

Vizija Web servisa je postojanje miliona nezavisnih komponenata dostupnih preko Interneta, koje su upotrebljive na bilo kojoj platformi i svim razvojnim jezicima.

Web servisi su modularne, samoopisujuće aplikacije koje se mogu objaviti, locirati i pozvati sa bilo koje tačke Web-a ili lokalne mreže. To je sasvim nova platforma za izgradnju interoperabilnih distribuiranih aplikacija. Ona predstavlja skup standarda koje aplikacije moraju da poštuju kako bi se postigla interoperabilnost preko Web-a.

Teško je razumeti stvari koje nemaju svoje očigledne reprezente u stvarnosti, pa je tako Google otišao korak dalje. On je običnim korisnicima približio apstraktnost pojedinih podataka i informacija, kreirajući svojevrsni medijum između korisnika i sirovih bitova. U ovom slučaju podaci su vizuelnog sadržaja, a medijum su Google-ovi GIS programi, Google Earth i Google Maps.

Google Earth je virtuelni globus, mapa, program koji sadrži geografske informacije. Google Earth mapira zemljinu sferu koristeći metode superimpozicije, stavljanjem novih slojeva digitalnih fotografija preko već postojećih, tj. to je program koji omogućava virtuelni 3D prikaz Zemljine površine.

Google Maps je Google-ova tehnologija besplatnih digitalnih mrežnih karata, koje čine osnovu mnogih servisa i usluga. Dopušta jednostavnu implementaciju na različite Web stranice, kombinovanje sa drugim aplikacijama, razvoj dodataka i prilagođavanje specifičnim

potrebama. Zasnovana na istoj tehnologiji postoji i kao zasebna aplikacija namenjena instaliranju i korišćenju na pojedinim personalnim računarima sa vezom na Internet, ili vezom sa drugim produktom ove kompanije, Google Earth.

Najkorisnija mogućnost Google Maps-a je skup podataka o putevima i raskrsnicama sa pripadajućim svojstvima i oznakama, turističkim lokacijama (poput restorana, hotela, parkova), prirodnim i umetničkim znamenitostima, društvenim lokacijama, itd. Pomoću tih podataka, koji čine digitalno stvoreni sistem karata, može se planirati bilo šta vezano za putovanje ili transport, od određivanja plana vožnje uz upustva o pravcima vožnje, traženja smeštaja, određivanja mesta koja će se posetiti, najisplativijih pravaca za transport ili čak onih koji pružaju najviše zadovoljstva pri putovanju.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVAČKOG RADA

2.1. Predmet istraživanja

Predmet master rada su besplatni Web servisi, upoznavanje sa platformama koje se najčešće koriste, njihov razvoj i karakteristike. U radu je detaljno opisan Google Maps API i njegova implementacija, koji je poslužio za realizaciju samog projekta.

Svrha istraživanja je da se pokaže da besplatni Web servisi, iako su besplatni, itekako mogu da budu korisni, kako za društvo tako i za pojedinca.

2.2. Cilj istraživanja

Cilj rada je ispitivanje prednosti i mana Google Earth-a i Google Maps-a, kao i mnogobrojnih funkcija koje nude. Cilj je i pokazati kako besplatni Web servisi mogu da posluže kao osnova za koristan Web sajt.

Društveni cilj rada je da se pomogne svim korisnicima Interneta da korišćenjem besplatnih Web servisa olakšaju sebi život, a još u ovom slučaju, i da smanje svoje svakodnevne troškove.

Naučne činjenice i saznanja definisani u brojnim radovima i publikacijama eminentnih stručnjaka su doprineli u ostvarivanju cilja istraživanja.

U radu je prikazana korisnost primene besplatnih Web servisa. Ova tehnološka oblast je relativno mlada i samim tim ovaj rad ima za cilj da ukaže na prednosti koje su nam dostupne, i sa kojima ćemo se iz dana u dan sve više susretati.

2.3. Metode istraživanja

Istraživanje je podržano saznanjima iz međunarodne naučne i stručne literature, odnosno saznanjima drugih autora koji su u svojim člancima i knjigama istraživali problematiku kojom se bavi i ovaj rad.

Principi naučnog saznanja koji su korišćeni u toku istraživanja rada su objektivnost, pouzdanost, opštost, sistematičnost, preciznost i istoričnost ili razvojnost.

2.4. Struktura rada

U uvodnom delu rada su predstavljene i objašnjene osnovne karakteristike GIS-a, tj. objašnjeno je šta je to GIS, koji su koncepti GIS software-a za prikaz njenih objekata, kao i koje postoje vrste GIS sistema sa svojim različitim funkcionalnostima. U radu su još opisane osnovne implementativne funkcionalnosti od kojih se ovaj sistem sadrži.

U nastavku rada detaljno su predstavljeni Google Earth i Googla Maps.

U sklopu Google Earth-a dato je objašnjenje za modele prikaza, način njihovog kreiranja i korišćenja. Opisane su arhitekturne celine koje čine ove sisteme, kao što su aplikativni server, Web server, map server i server podataka.

Google Maps je predstavljen kao Google-ova tehnologija besplatnih digitalnih mrežnih karata, koja dopušta jednostavnu implementaciju na različite Web stranice i kombinovanje sa drugim aplikacijama. Pored toga što su date osobine, opisane su mogućnosti kao i njene tehničke karakteristike.

Prikazana je implementacija Google Maps-a u sam projekat i njegova primena u turizmu i hotelijerstvu.

3. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEM (GIS)

Geografija i dalje podrazumeva opis određenog prostora, objekata i pojava, iako je vremenom iz jedne deskriptivne faze prerasla u ekspikatornu fazu. Ali ona se sada uzdiže i na nivo otkrivanja veza i odnosa u geografskom sistemu i pružanja odgovora na pitanja: gde, zašto, kako? To zapravo i jeste pravi cilj geografije kao nauke. U tom smislu, geografi su već od polovine XX veka nastojali da mnoštvo informacija, koje sakupljaju, urede u određene sisteme kako bi se odnosi među elelmentima tih sistema lakše posmatrali, a potom i modelovali. Veliki podstrek tim naporima dao je i prodor matematike i statistike u geografiju, ali i upotreba kompjutera. Kompjuteri su se sve više upotrebljavali za čuvanje, klasifikovanje i obradu geografskih podataka, a potom i za njihovo vizuelno prezentovanje (pojava digitalnih karata umesto do tada upotrebljivanih analognih). Međutim, svoju aplikativnost geografska nauka pokazuje posebno uz pojavu geografskog informacionog sistema - GIS-a.

Geografski informacioni sistem (GIS) je savremeni alat aplikativne geografije. On nalazi primenu u mnogim sferama života, privrede i nauke, pa je tako u ekonomiji postao aktuelan onog trenutka kada su ljudi iz sveta biznisa shvatili značaj informacija referentno vezanih za prostor i lokaciju aktivnosti, odnosno kada su shvatili potrebu da te informacije budu na određen način prikupljene, obrađene, sačuvane, prikazane i modelovane. Od multinacionalnih korporacija do malih i srednjih preduzeća, od hardverskih prodavnica do bolnica i hotela, geografska analiza počinje da biva jedan od presudnih elemenata u procesu odlučivanja i rešavanja prostornih problema.

3.1. Šta je to GIS?

GIS predstavlja informacioni sistem za prikupljanje, pakovanje, proveru, analizu, modelovanje i prikazivanje informacija referentno vezanih za Zemlju.

GIS je integrisani sistem koji ima višestruku ulogu u geografskoj nauci, ali i izvan nje:

- predstavlja skup digitalnih i interaktivnih karata;
- kompjuterski alat za rešavanje gegrafskih problema;

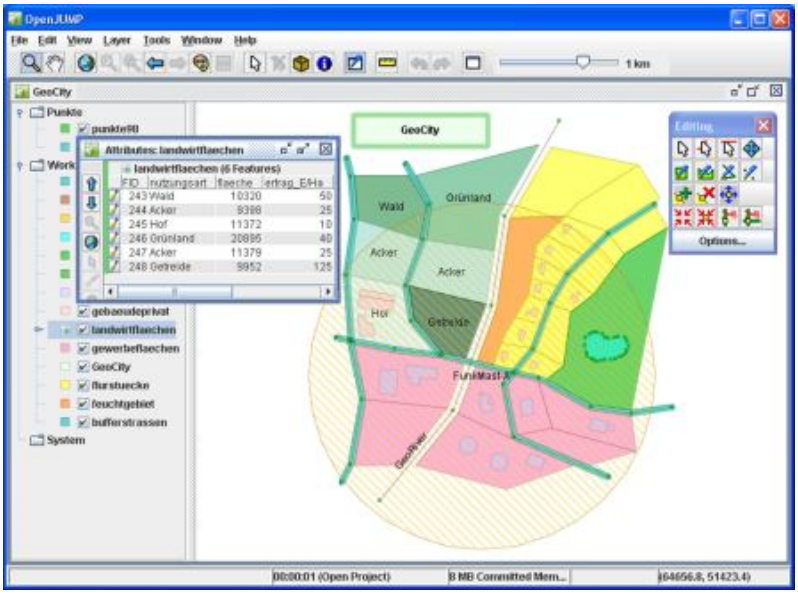
- prostorni sistem koji podržava proces odlučivanja;
- sistem za distribuciju geografskih informacija;
- alat za analiziranje veza i odnosa među geografskim informacijama, koji se inače ne bi mogli lako uočiti.

GIS je doprineo promeni same geografske orijentacije, koja se kretala od deskriptivne i informativne ka problemskoj. Zato se stalno i naglašava važnost ovog alata u procesu donošenja odluka i rešavanju geografski postavljenih problema u realnom okruženju.

Najvažniji segment GIS-a jeste geografska informacija. Ona podrazumeva i postojanje prostorne, vremenske i atributske komponente. Svaka od ovih komponenti se može menjati, od čega zavisi način i izbor analize, zavisi čuvanje i prezentovanje samih informacija. Vremenom je postalo daleko važnije gde se potrebne geografske informacije mogu pronaći, kako se može proceniti njihov kvalitet (tačnost) i kako se mogu upotrebiti za različite vrste analiza i zaključivanja. U zavisnosti od toga u koju svrhu se kreira i upotrebljava GIS, zavisi i nivo informacija koje su potrebne. Ali GIS, takođe, omogućava da se istovremeno koriste informacije iz različitih nivoa, odnosno omogućava veoma efikasno kombinovanje opštih i specifičnih znanja vezanih za konkretne predmete i pojave.

3.2. GIS Software koncepti

Da bi se reprezentovao neki objekat pomoću GIS-a (zgrada, drvo, šuma), prvo mora da se naprave reprezenti tih podataka. GIS najčešće omogućava najmanje dva prikaza geografskih fenomena: rastersku i vektorsku. Kod rasterske reprezentacije se koristi regularni skup tačaka koje reprezentuju vrednost atributa koji opisuje taj fenomen, kao na primer Crvena-Zelena-Plava boja neke tačke na digitalnoj fotografiji. Ovaj tip prikaza se najviše koristi u slučajevima kada se žele prikazati varijable koje su neprekidne u prostoru, kao što su uzvišenja, odnosno neravnine terena, ili razne vrste „prekrivača“ odnosno slojeva koji se mogu nalaziti na površini. Kod vektorskog modela, koji se mnogo češće koristi za snimanje podataka koji su prostorno diskretniji, gde se svaki objekat predstavlja geometrijski (na primer tačka, linija, poligon itd.). Takođe se koristi i za polja podataka koja opisuju osobine ne-prostornih objekata, takozvane atribute u tabeli. Na primer, zgrada može da bude predstavljena kvadratnom geometrijom i da ima dodata dva polja koja će opisivati godinu gradnje i vlasnika. Kod GIS softvera objekti koji imaju istu geometrijsku i atributivnu prezentaciju su najčešće grupisani u slojeve, takozvane *layer*-e da bi uprostili rad sa njima. Tako može da postoji sloj „zgrade“ koji će obuhvatati sve zgrade koje se prikazuju na ekranu.



Slika 1. – Tipičan desktop GUI (korisnički interfejs) sa pregledom mapa, slojeva, atributa, alatima za navigaciju i exportovanje podataka, kao i alatima za modifikovanje i kreiranje geometrija

Na slici 1. prikazan je program OpenJUMP[1]. To je tipičan GUI koji se koristi kod GIS softvera koji uključuju koncepte geometrije (map pogled) povezanih sa vrednostima u tabelama (pregled atributa), kao i slojeve koji sadrže jednu klasu objekata (na primer reke).

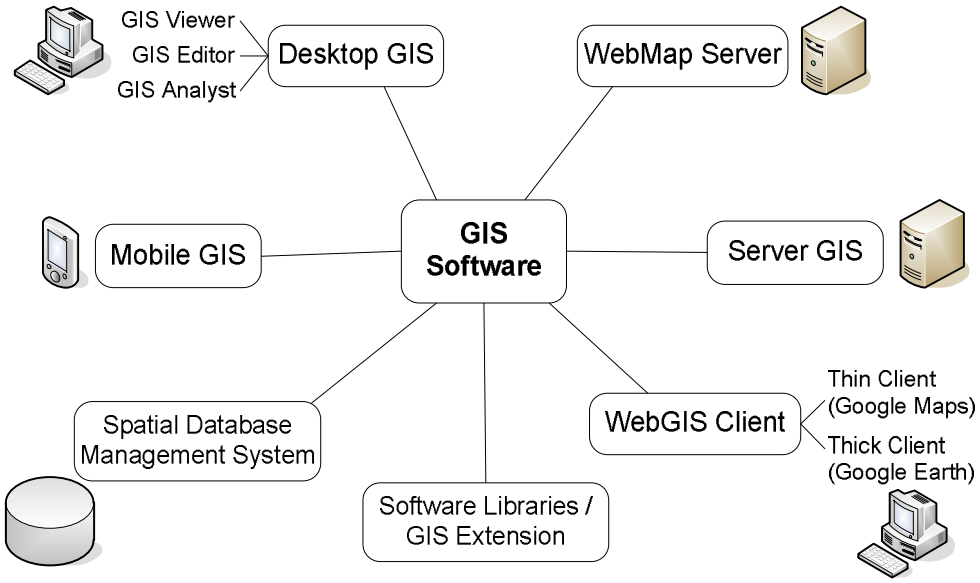
Pre nego što se izvrši bilo kakva geografska analiza podaci moraju biti derivirani sa terena, mapa, satelitskih snimaka ili od provajdera.

3.3. Kategorije GIS Software-a

Postoje različite vrste GIS sistema sa različitim funkcionalnostima, i ne koriste se sve GIS aplikacije za izvršavanje svih gore opisanih poslova i zadataka. Na primer, asistent u katastru neke opštine može da poseduje samo informacije o parcelama, njihovim oznakama i pozicijama, dok nije potrebno da ima podatke o vlasniku, ili ih menja ukoliko neka parcela promeni vlasnika. Slika 2. i slika 3. sumiraju najčešće korišćene kategorije GIS softvera.

Google Earth i Google Map spadaju u kategoriju WebGIS softvera, tačnije WebGIS klijenata - programa koji nisu nezavisni u radu, najčešće u pogledu zavisnosti podataka od servera.

[1] http://www.openjump.org/



Slika 2. – Različiti tipovi GIS software-a

WebGIS Client-i se koriste za prikaz i dobijanje podataka i analiza od GIS servera preko Interneta (WAN) ili Intraneta (LAN). Biblioteke sa dodacima mogu da se nalaze i na klijentima i tako pružaju neke dodatne analize i funkcionalnosti koje nisu deo osnovnog GIS-a.

● Standardne funkcionalnosti

◊ Opcione funkcionalnosti

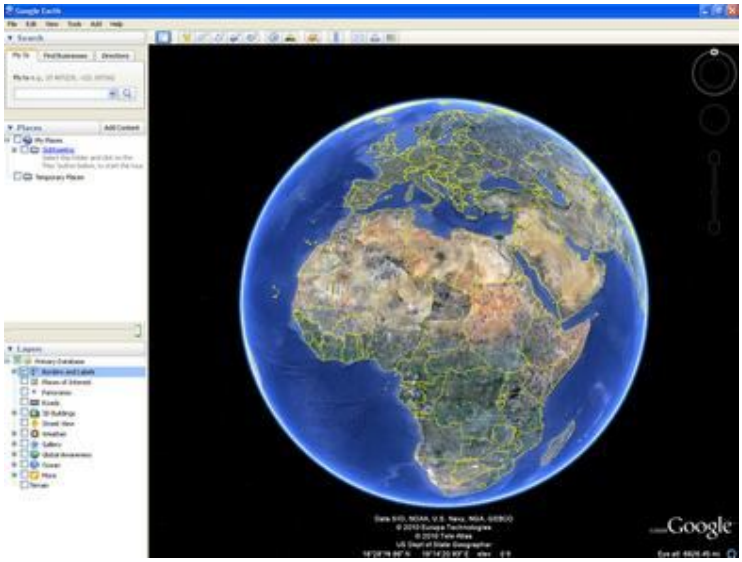
GIS tasks vs. GIS software category	viewing	creation	editing	storage	conflation	transformation	query	analysis	create maps
Desktop GIS									
Viewer	●			●			●		◊
Editor	●	●	●	●		◊	●		●
Analyst	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Spatial DBMS				●		●	●	◊	
WebMap Server	●	◊	◊				●		●
Server GIS				●	●	●	●	●	●
WebGIS Client									
Thin Client	●						●		
Thick Client	●	●	●	●			●	●	●
Mobile GIS	●	●	●	●			●		
Libraries / Extensions				●	●	●		●	●

Slika 3. – Standardni zadaci koji se mogu izvršavati kod različitog GIS software-a

Slika 3. predstavlja tabelu funkcionalnosti GIS software-a, u zavisnosti od toga kojoj on kategoriji pripada. Tako da *thick* WebGIS klijenti imaju mogućnosti kreiranja, pregleda, izmene i zadavanja upita nad geoprostornim podacima, iako nemaju mogućnost korisničkog kreiranja same mape, dok *thin* klijenti imaju samo mogućnost pregleda već definisanog sadržaja. Sa tačkom su označene podrazumevane funkcije pojedine kategorija programa, dok kvadratić predstavlja opcione mogućnosti koje se ostavljaju kompanijama koje proizvode pomenute proizvode da odluče da li će ih ugraditi u svoja rešenja.

4. WEBGIS CLIENT - GOOGLE EARTH

Google Earth je virtuelni globus, mapa, program koji sadrži geografske informacije. U početku je bio nazvan Earth Viewer 3D, koji je kreirala kompanija Keyhole Inc. osnovana od strane Google-a 2004. godine. Google Earth mapira zemljinu sferu koristeći metode superimpozicije, stavljanjem novih slojeva digitalnih fotografija preko već postojećih, da bi se prikrili efekti same konture Zemljinog modela.



Slika 4. – Google Earth

Fotografije koje se koriste u ovom procesu najčešće su dobijene pomoću veštačkih satelita koji kruže Zemljinom orbitom i slikaju njenu površinu, ili snimcima iz aviona. Ove slike se koriste za razne analize (od predviđanja vremenskih prilika, klime, migracija...), dok ih Google-ovi tehničari pohranjuju u svoje map servere, referencirajući ih stvarnim tačkama na Zemljinoj sferi korišćenjem datuma.

Ova tehnika se takođe koristi u kartografiji za dobijanje topografskih mapa, superimpozicijom mreže linija, kontura ili nekih drugih linearnih, ili teksturnih obeležja sa aero fotografija. Google Earth je trenutno dostupan u tri različite verzije[2]:

[2] http://earth.google.com/

- Google Earth - besplatna verzija sa ograničenim funkcionalnostima,
- Google Earth Pro - namenjen za komercijalnu upotrebu sa cenom od $400 dolara za godinu dana korišćenja,
- Google Earth *Enterprise Solutions* – namenjen za direktnu primenu prilagođenih baza podataka.

Proizvod plasiran 2005. godine pod nazivom Google Earth je trenutno moguće koristiti na PC računarima (personalnim računarima) pod većinom operativnih sistema, kao što su Windows (2000, XP, Vista, 7), Mac OS X, i Linux baziranim operativnim sistemima. Google je takođe napravio verziju ovog programa za rad u Web čitaču (Web browser), ako se download-uje i raspakuje odgovarajući plugin[3]. Moguće ga je koristiti i na nekim mobilnim telefonima koji poseduju iPhone operativni sistem.

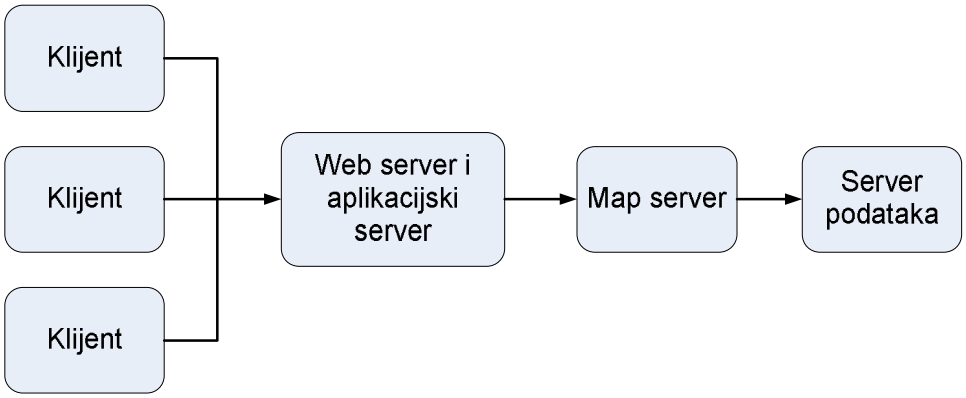
Kao dodatak, puštajući u promet Keyhole bazirani klijent, Google je dodao i govornog asistenta ovom Web mapirajućem softveru. Puštanje u javnost Google Earth programa u junu 2005. godine izazvalo je više nego desetostruko povećanje dotoka podataka za mapiranje (fotografija) u periodu od 2005-2006. godine, skrećući pažnju i interesovanje javnosti na geoprostorne tehnologije i aplikacije.

Google Earth spada u grupu WebGIS klijenata, tačnije u grupu robusnijih (thick) klijenta, za razliku od Google Maps-a koji imaju ograničeniji radijus obrade i prikaza podataka, pa spada u grupu slabijih (thin) Web GIS klijenta.

Google Earth spada u kategoriju klijent programa, znači da koristi usluge nekih drugih aplikacija i sistema, pa kao takav ne može samostalno da egzistira. Za pravilan rad i operativnost mu je potreban i aplikacijski server (server na kome će se nalaziti sama aplikacija), odnosno Web server. Jedan aplikativni server može istovremeno da komunicira sa više klijenata.

Zbog ogromne količine geoprostornih podataka, nepotrebnosti njihove redundanse, kao i retke promene informacija ovog tipa, bilo bi nepraktično da se ovi podaci čuvaju na klijentskoj strani (klijentskom računaru). Instalacija ovakve baze sa podacima bi dugo trajala, oduzimala bi previše prostornih resursa klijentske mašine, i u znatnoj meri joj usporavala performanse pa samim tim i performanse same aplikacije. Uz sve to, ogromnu većinu ovih podataka klijent nikada ne bi iskoristio. Zbog toga se ovi podaci čuvaju na mreži, na nekom od servera, moguće i na samom aplikativnom serveru koji ih delom obrađuje u zavisnosti od vrste klijenta sa kojim komunicira, i šalje ih klijentskoj aplikaciji na prikaz ili dodatnu obradu.

[3] http://earth.google.com/plugin/



Slika 5. - Blok šema WebGIS sistema

Map serveri koristeći podatke koji se nalaze na serveru sa bazom geoprostornih podataka, konfigurišu mape raznih vrsta prikaza, rezolucije, ugla, slojevitosti i šalju ih aplikacijskom serveru koji vrši direktnu interakciju sa klijentima. U zavisnosti od zahteva klijenta, koji je prosledio aplikacijski server, prosleđuje se mapa koja odgovara koordinatama zahtevane tačke, poligona, ravni, linije i dr.

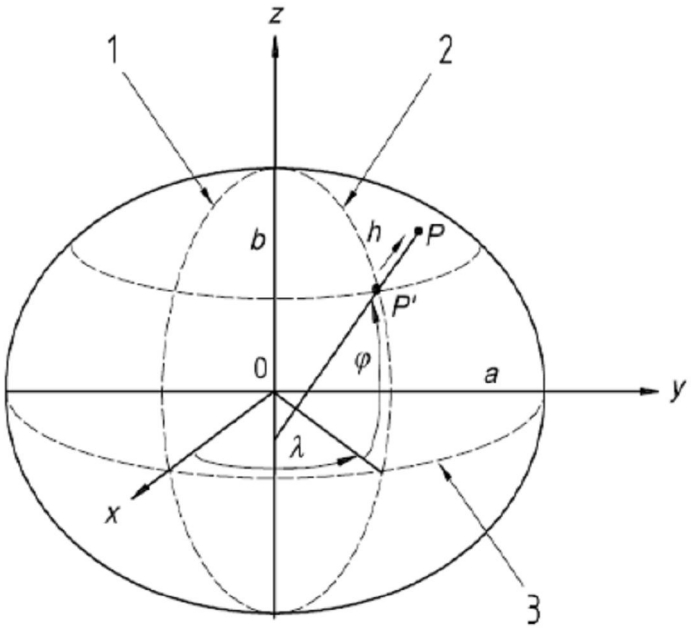
Mapiranje fotografija iz baze podataka na njihove stvarne koordinate vrši se vezivanjem njihovih tačaka za datume, apsolutne koordinate na zemljinoj površini.

4.1. Datum

Geodetski datum je referenca od koje se vrše merenja. U geodetskom smislu datum je skup referentnih tačaka na zemljinoj površini, u odnosu na koje se vrše merenja, i najčešće se vezuje sa samim modelom Zemljine sfere (referentni elipsoid) da bi se ustanovio geografski koordinatni sistem.

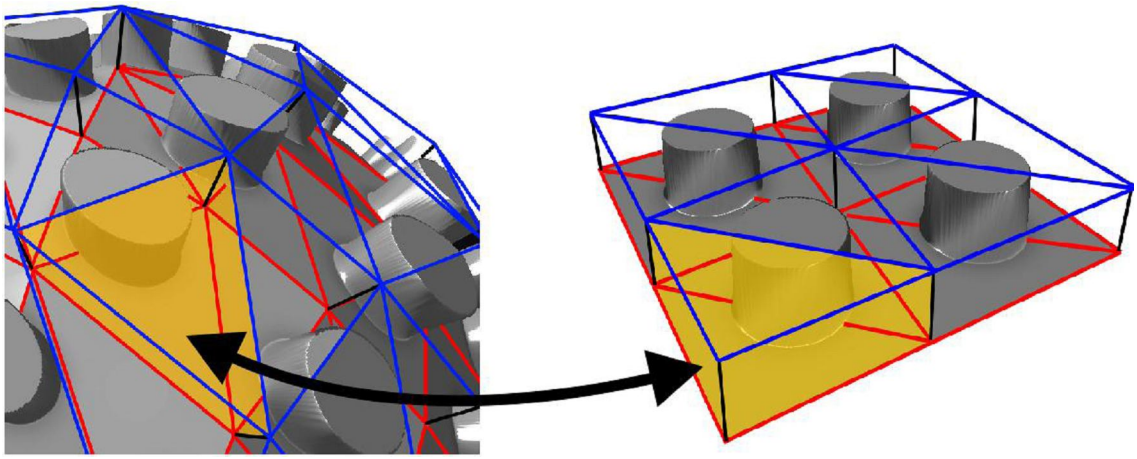
Horizontalni datumi se koriste za opis tačke na zemljinoj površini korišćenjem georafske širine, odnosno geografske dužine (latitude i longitude). Neki od datuma koji se mogu koristiti u referenciranju tačaka na zemljinoj sferi su prikazani na slici 6.

Vertikalni datumi se koriste za merenje udubljenja ili ispupčenja (elevacija). Primer referentnog vertikalnog datuma može da bude nivo mora, mada se kod preciznijih merenja on ne uzima, zbog njegove relativnosti. U inžinjerskom smislu datum je referentna tačka, površina, ili osa nekog objekta u odnosu na koju se vrše merenja.



Slika 6. - 1. Nulti meridian, 2. Lokalni meridian, 3. Ekvator

Referentntni datum, kod matematičkog modela, je poznata i konstantna površina koja se koristi za opis lokacije nepoznatih tačaka na Zemlji. Pošto referentni datumi mogu imati različite radijalne i centralne tačke, specifične tačke na Zemljinoj površini mogu da imaju različite koordinate u zavisnosti od toga koji su datumi uzeti za referenciranje. Širom sveta postoji na stotine lokalnih datuma, vezanih najčešće za neku pogodnu lokalnu tačku. Trenutni datumi, bazirani na preciznim merenjima oblika Zemlje, se koriste za pokrivanje velikih površina.



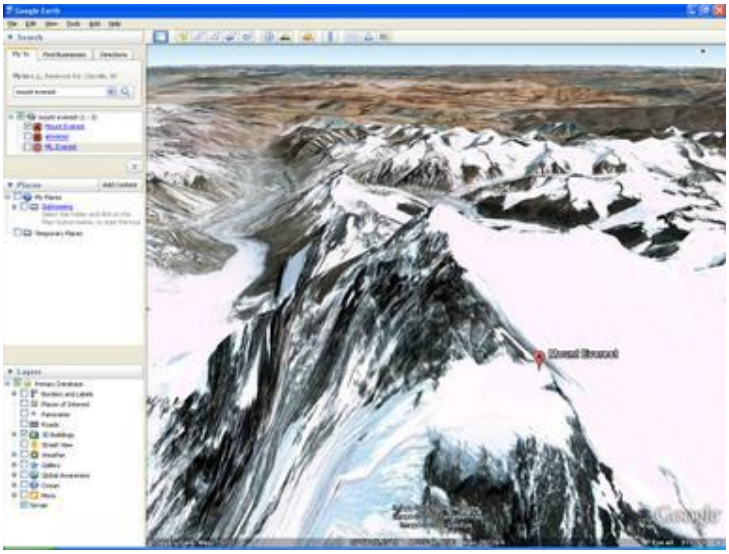
Slika 7. - Primer mapiranja nekog reljefnog modela

Kako je oblik Zemlje najviše nalik elipsoidu, kao model za mapiranje prikaza, iako je to možda najlogičnije, nije praktično koristiti kvadratno preslikavanje već trougaono, da bi se u što većoj meri izbeglo odstupanje od stvarnog modela Zemlje. Slika 7. pokazuje kako bi takav model izgledao kad bi se njegova površina „razvila" u 2D prikaz.

Google Earth vrši prikaz satelitskih snimaka Zemljine površine različite rezolucije, omogućavajući korisnicima da vizuelno dožive izgled gradova i kuća iz ptičije perspektive. Veličina rezolucije, odnosno oštrina fotografije zavisi od popularnosti, i interesovanja korisnika za taj region, ali za većinu kopnenih površina iznosi najviše 15 metara. Ova veličina znači da se najviše 15 metara Zemljine površine mapira jednim pikselom na mapi. Neki gradovi kao što su Melburn - Australia, Las Vegas - Nevada, sadrže slike sa rezolucijom i do 15 centimetara. Google Earth dozvoljava korisnicima da vrše pretragu po adresama, za pojedine države, unose koordinate ili jednostavno vrše navigaciju pomoću miša i dovezu se na željenu lokaciju.

Za prikaz većih regiona ne Zemljinoj površini trenutno se koriste samo dvo-dimenzionalne slike (2D), sa gotovo vertikalnom projekcijom. Gledanjem iz ovakve perspektive, pod ovim uglom, postoji osećaj da su objekti koji su horizontalno udaljeniji, manji, što je naravno efekat gledanja velike fotografije, a ne 3D pogled.

Za neke druge delove Zemljine površine dostupne su i 3D slike terena i zgrada. Za prikaz ove vrste fotografija, Google Earth koristi Digitalni Elevacioni Model (DEM) podataka koji je NASA skupljala u okviru svog programa SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Ovi podaci predstavljaju najbolje elevacione modele, sa najvećom rezolucijom Zemljine površine koje su do danas snimljene. Elevacione fotografije daju utisak 3D pogleda jer slikama, u zavisnosti od oblika i visine objekta koji se na njima nalazi, daju konturni izgled i iluziju 3D prikaza. Neke kompanije uključujući i Google su unapredile ove rezultate koristeći 30-minutne (", 1/60 °, 4.8481368 arad) podatke u procesu interpolacije, ali su zbog loše rezolucije ovih podataka, i veoma lošeg kvaliteta nekih od tih modela, bili primorani da razviju svoj preglednik Zemljine površine dodavajući podatke iz nekih drugih izvora.



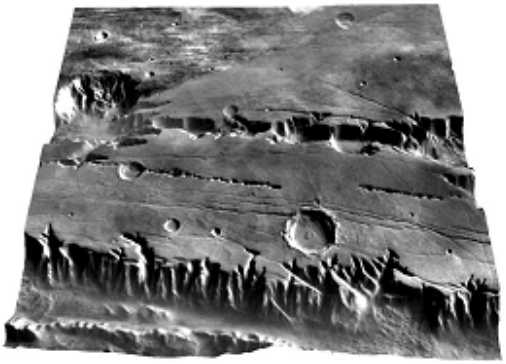
Slika 8. - Mont Everest uz pomoć SRTM DEM-a

Korisnici koji poseduju Google Earth mogu da promatraju neke od najatraktivnijih lokacija na Zemlji, kao što su Grand Kanjon i Mont Everest, tako što će menjati ugao gledanja stvarajući osećaj kretanja i pregledanja pomenutih lokacija u 3D prostoru. Najveći izvor podataka za implementaciju ovog prikaza korišten je iz SRTM-a uz digitalni elevacioni model podataka (DEM).

4.2. Digitalni elevacioni model

Digitalni elevacioni model (DEM) je digitalni prikaz topografije Zemljine površine ili terena. U nekim literaturama je poznat i kao digitalni model prikaza terena (DTM - Digital Terrain Model). DEM može biti prikazan kao raster, mreža kvadrata ili kao triangularna mreža. Najčešće se DEM fotografije dobijaju pomoću tehnike daljinskog „očitavanja" neke površine, poznatije kao *remote sensing*. Još jedan način za dobijanje fotografije ovog oblika, iz ptičije perspektive se koriste i slike slikane sa kopna, proučavanjem pojedinih predela.

Ove tehnike se koriste za prikupljanje gotovo svih fotografija koje se koriste u GIS sistemima, ili bar većine onih geografskih informacionih sistema koji za osnovu imaju reljefni prikaz zemljišta.



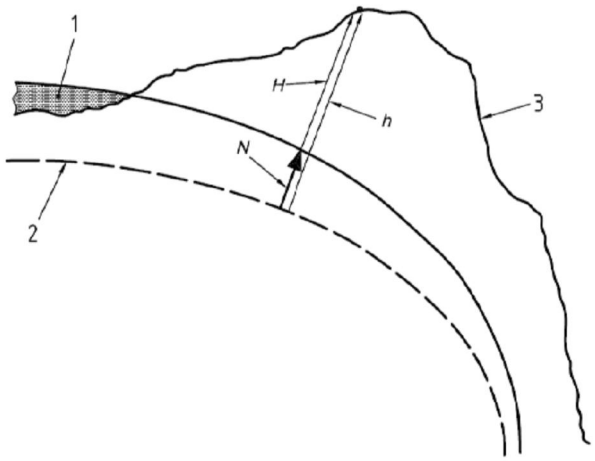
Slika 9. - 3D rendering DEM-a (Slika površine Marsa)

Potrebno je napomenuti da slika 9. ne predstavlja DEM model, kao izvorni, već je to „prikazno obrađena slika“, takozvani renderovani prikaz. Ovo znači da su se konture DEM modela „obložene“ nekim rasterskim formatom da bi bile pogodnije krajnjim korinicima za vuzeilazaciju i obradu. U ovom slučaju je korišćen *Grayscale rendering*. Konture se oblažu bojama koje u svom sastavu imaju samo crnu i belu boju u različitim omjerima, kreirajući na taj način razne nijanse sive boje.

4.2.1. Kreiranje DEM-a

Iako DEM fotografije mogu da nastanu i snimanjem sa kopna (terestristička fotogrametrija), nadgledanjem pojedinih oblasti, ili na neki drugi način, one najčešće nastaju daljinskim očitavanjem (remote sensing). Ovo podrazumeva fotografisanje Zemljine površine sa velikih visina, najčešće iz Zemljine orbite posredstvom geostacionarnih satelita ili svemirskih letelica, korišćenjem najsavremenijih tehnologija i tehnika.

Jedna od najboljih tehnika za generisanje fotografija digitalnog visinskog modela je korišćenjem radarske tehnologije. Naime, usmereni radarski zraci se šalju iz senzora, sa neke udaljenosti, i usmeravaju u pravcu reljefnog modela čija se kontura pokušava digitalizovati. Ovi talasi se odbijaju o površinu merenog predmeta i putuju do prijemnika. U zavisnosti od vremena pristizanja dva susedna radio talasa moguće je ustanoviti visinsku razliku između te dve merene tačke, od koje su se radio talasi odbili. Ukoliko se ovaj proces „skeniranja“ neke površine ponovi više puta, za različite tačke na površini, moguće je dobiti izrazito precizan model reljefne strukture merenog tela.



Slika 10. - Prikaz merenja visine nekog objekta

1. Nivo mora
2. Referentni elipsoid
3. Reljef - stvarna Zeljina površina

H - nadmorska visina neke merene tačke

h - apsolutna visina merene tačke

Opremu za ovu vrstu merenja trenutno poseduju neki od geostacinoranih satelita predviđenih za ovu namenu. Ovakvi sateliti se nazivaju radarski sateliti ili RADARSAT. Oni su u mogućnosti da u dva, ili jednom prolazu, u zavisnosti od vrste i broja radarskih antena sa kojima su opremljeni, naprave DEM prikaze površina širokih po nekoliko desetina kolimetara, sa visinskom preciznošću od svega deset metara.

Kvalitet DEM-a se meri na osnovu preciznosti visinske razlike, merene u pikselima, ukoliko se radi o rasterskoj digitalnoj fotografiji. Ovo se naziva apsolutna preciznost, ili u koliko se radi o preciznosti morfološke prezentacije, onda relativna preciznost. Nekoliko ključnih faktora utiče na kvalitet DEM prikaza. Neki od njih su:

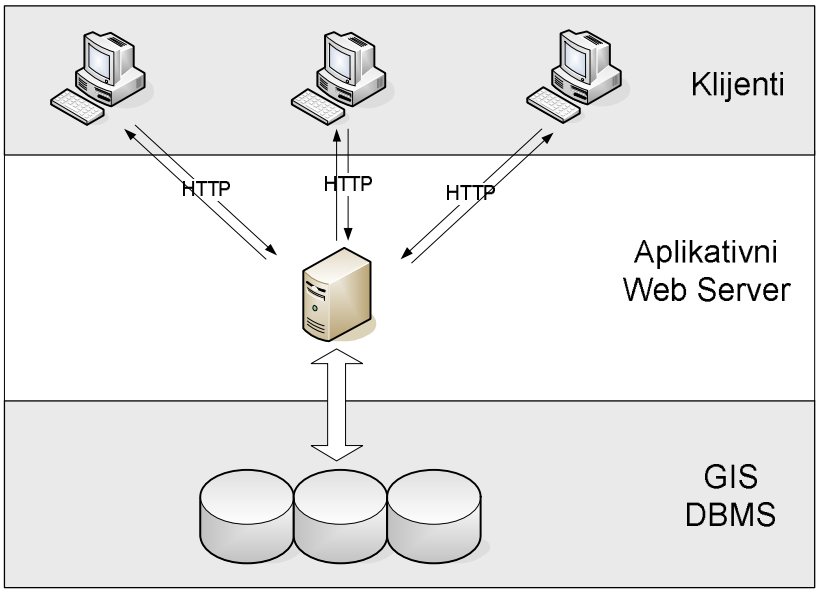
- grubost merenog terena,
- gustina merenih tačaka,
- interpolacijski algoritam,
- vertikalna rezolucija,
- algoritam terenske analize.

4.2.2. Razlike između DEM-a i DSM-a

Digitalni Elevacioni Model (DEM) se u suštini najviše odnosi na prikaz Zemljine površine, tačnije njene konture, a ne na njenu vegetaciju, zgrade, puteve i slično. Stoga DEM predstavlja sirove podatke koji nisu preterano korisni niti zanimljivi običnim korisnicima. Da bi prevazišao ovaj problem Google Earth koristi i DSM (Digitaln Surface Model) digitalni model kojim „presvlači“ prethodno napravljen konturni model. Ova vrsta modela omogućava prikaz fotografija, odnosno pejzaža onakvim kakvim ih naše oko vizuelizuje. Kod prikaza ove vrste najčešće se koriste fotografije visoke rezolucije dobijene snimanjem terena iz aviona (aerofotogrametrija).

4.3. Google Earth Aplikacija

Kao što je prethodno opisano, Google Earth postoji u dve verzije, kao desktop aplikacija i kao Web orijentisana aplikacija, integrisana u neki od Web čitača, odnosno *browser*-a. Da bi se koristio Google Earth kao Web aplikacija u okviru nekog *browser*-a potrebno je skinuti odgovarajući dodatak (plugin) za taj *browser* da bi se omogućilo njegovo korišćenje kao Web aplikacije uz neka ograničenja koja ovakav sistem nameće.

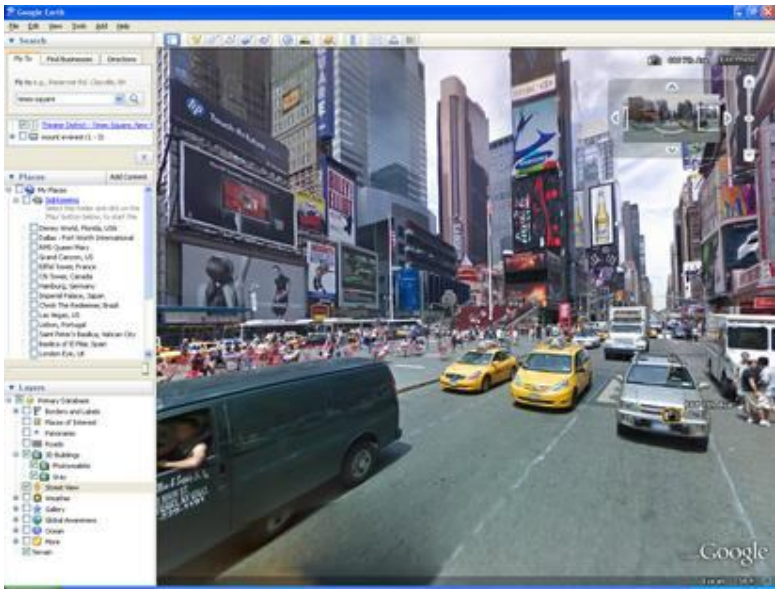


Slika 11. - Šematski prikaz interakcije aplikativnog server sa klijentima i bazom podataka

Klijenti vrše interakciju sa bazom podataka isključivo preko aplikativnog servera, kao što je to prikazano na slici 11.

4.3.1. Desktop Google Earth

Vrlo često se može čuti kako desktop aplikacije umiru, odnosno kako Web aplikacije zajedno sa ekspanzijom Interneta, kao globalnog resursa, polako preuzimaju primat. To u jednoj meri i jeste tačno ali samo zbog toga što Web u prošlosti nije bio ovako sveprisutan, i nije bilo potrebe za razvojem te vrste aplikacija.



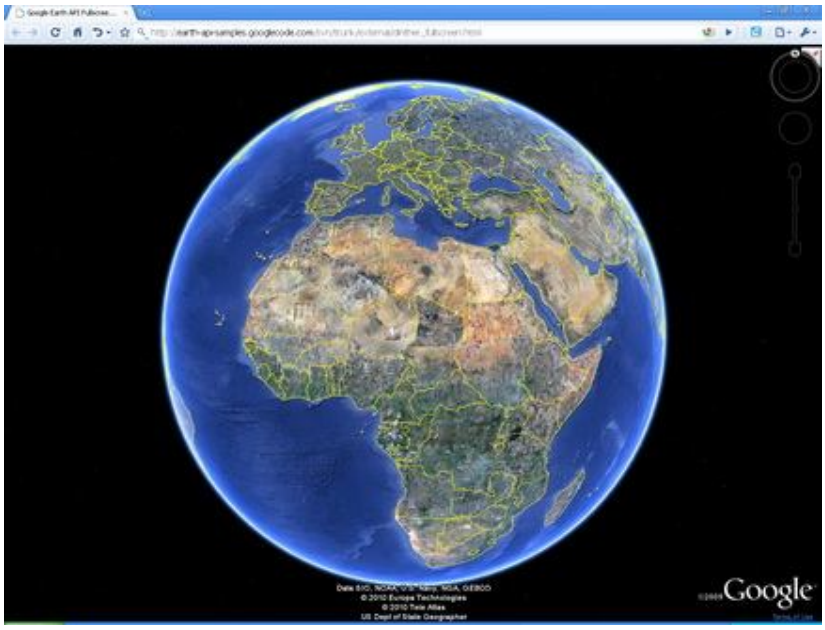
Slika 12. - Street view u Google Earth kao desktop aplikacijii

Desktop aplikacije još, bar u bližoj budućnosti, neće iščeznuti zbog mnogih prednosti koje donose, a koje njihovim Web konkurentima predstavljaju nepremostiva ograničenja. Tako je i Google svoju punu verziju Google Earth napravio kao desktop aplikaciju.

4.3.2. Web Google Earth

Postojanje Google Browser Plugin-a prenosi se mod Google Earth aplikacije i na Web, omogućavajući mnogim osobama i Webmasterima da ugrađuju njegove mogućnosti u već postojeće sadržaje svojih stranica. Kao i većina Google Web aplikacija ovaj plugin, odnosno Google Earth kao Web aplikacija se sastoji od neiscrpno korišćenih JavaScript API-a

(Application Program Interface), pomoću kojih se kontroliše kamera, kreiraju linije, markeri, poligoni i slično. Takođe je moguće importovati 3D modele sa Interneta i postavljati ih bilo gde na zemljinoj površini. Jednostavnim klikom miša se može promeniti planeta.



Slika 13. - Google Earth u Google Chrome-u

JavaScript koji preferiraju Google-ovi inžinjeri, zbog svoje veze sa Web aplikacijama, omogućava Web verziji ovog programa ogromnu interakciju sa geoprostornim podacima. Tako na primer, vrlo jednostavno, dodavajući ne više od jedne linije koda može da se omogući 3D prikaz građevina, da se definišu *call-back* funkcije (funkcije koje se pozivaju kao odgovor na neko dešavanje - *event*) na dešavanja prouzrokovana mišem, da se pokupi KML podaci sa Interneta, i još dosta toga.

Očigledno je misija Googla bila da omogući što veću slobodu svojim korisnicima, da uz poznavanja pomenutih termina daju svoj doprinos širenju vizije o davanju svog udela gradnji što boljih, nekomercijalnih aplikacija koje menjaju pogled na svet.

4.3.3. Desktop i Web Google Earth, prednosti i nedostaci

Web aplikacije, odnosno aplikacije koje se vrte na takozvanim aplikacionim serverima su budućnost. Vreme *fat* klijenta odnosno personalnog računara (PC) polako prolazi, a vreme *thin* klijenata odnosno mrežnih, *platform-agnostic* aplikacija konačno dolazi. Još kojih pet godina i personalni računar bi spao na svestranu igračku konzolu, a sve ozbiljne aplikacije bi se vrtele na nekom serveru, kući ili preko Interneta.

Naravno da ne prolazi, ali pojavom AJAX-a njihova uloga i dominacija je postala smanjena. Uz pomoć nekih Javascript biblioteka koje se danas obilato koriste na Internetu, Web aplikacija može izgledati podjednako lepo kao i većina desktop aplikacija. Iako je predviđanje tokova vrlo nezahvalno i u ovom slučaju neizvesno, ali jednostavno neke zadatke nije moguće rešavati bez desktop aplikacija.

Generalno, pravila vezana za dilemu između izbora desktop ili Web aplikacije važe i u ovom slučaju. Desktop aplikacije isto tako mogu da koriste Web servise. Google Earth kao Web aplikacija ima svoje prednosti u vidu portabilnosti, tj. nije potrebno imati fiksnu tačku sa koje se može pristupati ovom servisu, već se mogu koristiti različiti terminali. Takođe kao bitan faktor potrebno je napomenuti da je ovakav pristup platformski nezavistan, tačnije, nije potrebno voditi računa o arhitekturi terminalne jedinice, niti operativnom sistemu koji ona koristi. Isto tako stabilnost ovakve aplikacije je na većem nivou, jer se ona izvršava na serveru, koji je specijalno projektovan za ovu vrstu zahteva, i na njega ne utiču eventualne nepravilnosti u radu terminalnih računara, izazvane nepravilnim rukovanjem ili postojanjem malicioznih programa.

Sa druge strane Google Earth kao desktop aplikacija ima svoje prednosti. Procesiranje podataka na strani servera, kod velikog broja zahteva, zna da bude usporeno, pa je stoga neke podatke bolje izvršavati na klijentskoj strani, odnosno od strane klijentskog PC računara. Na ovaj način se postiže i veća interakcija korisnika sa programom, i podacima koje on obrađuje, jer kontrole koje čine GUI (Graphic User Interface) kod desktop aplikacija reaguju na više događaja nego što to mogu kontrole Web aplikacija. Google Earth implementiran na ovaj način smanjuje broj *roundtrip*-ova (pozivanja servera), ne zagušujući time servere, i ne opterećujući mrežu. Sličnu funkcionalnost omogućava i Ajax koncept kod Web aplikacija.

4.4. Map Serveri

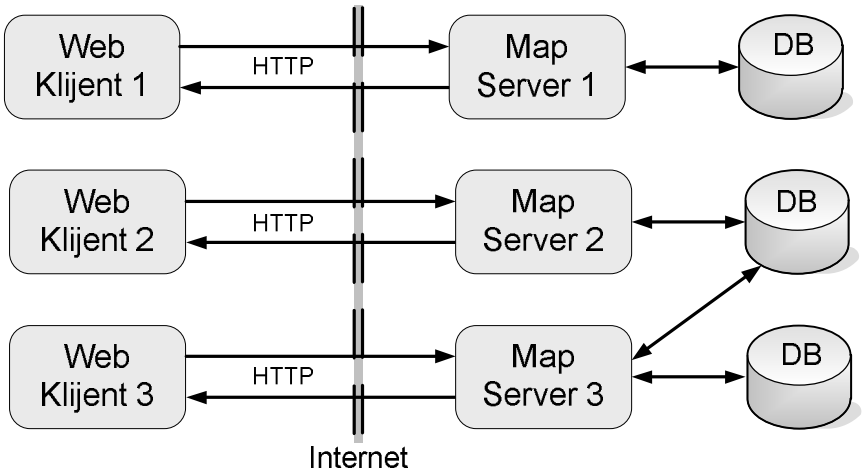
Map server upravlja zahtevima klijenata. Map server je softverska komponenta koja dostavlja simboličku grafiku putem zajedničkog interfejsa sa klijentom. On prihvata zahteve klijenata, kao standardne HTTP URL zahteve, ili neke druge, i rezultat kodira kao slikovni prikaz (GIF, JPEG, PNG, ili neki od markap jezika XML, KML...). Ovaj rezultat je najčešće podeljen u tematske slojeve, takozvane *layer*-e. U slučaju da je map server kompatibilan sa WMS standardima, ovaj prikaz se kodira u WMS meta podatak (mogućnosti XML dokumenta).

Web Map Servis (WMS) je standardni protokol za opsluživanje georeferentnih mapa, putem Interneta, od strane map servera, koji ih generišu iz GIS orijentisanih baza podataka. Specifikacija i prvo definisanje ovih standarda objavio je Otvoreni Geoprostorni Konzorcijum (OGC) 1999. godine.

Kako je potreba za geoprostornim podacima rasla, tako je i rad sa njima bivao sve unosniji. Na ovaj način su se mnoge komercijalne firme organizovale, i prikupljale geoprostorne podatke da bi napravile svoje GIS sisteme. Sa razvijanjem sopstvenih GIS klijenata, razvijani su i map serveri. S obzirom da su pomenuti klijenti predstavljali proizvode različitih kompanija, tako je korišćenje drugih map servera, sa istim klijentom, bilo nemoguće.

Interoperabilnost se definiše kao sposobnost komuniciranja, izvršenja programa ili prenosa podataka između različitih funkcionalnih jedinica, na način koji od korisnika ne zahteva nikakvo, odnosno minimalno znanje o specifičnim karakteristikama tih jedinica. Podrazumeva potpunu integraciju geoprostornih podataka i resursa za geoprocesiranje, kao i široko rasprostranjeno korišćenje interoperabilnog software-a za geoprocesiranje, kao i geoprostornih produkata kroz informatičku infrastrukturu.

Nedostatak interoperabilnosti, kako podataka tako i servisa, ograničavao je korisnike na jednog proizvođača. Ovaj nedostatak polako ali sigurno nestaje, čemu je u najvećoj meri doprineo Google sa svojim map rešenjima u vidu Google Earth-a i Google Maps-a. Sada su geoprostorni podaci koji se nalaze pohranjeni na Google Map serverima svima dostupni, i svojim korisnicima (putem pomenutih aplikacija) pružaju pregršt servisa i mogućnosti.



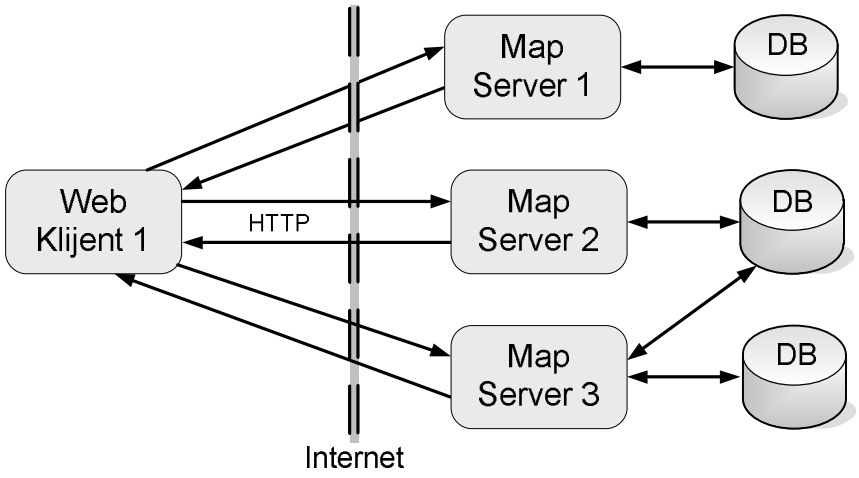
Slika 14. - Interakcija klijenata sa različitim map serverima

Slika 14. predstavlja scenario gde korisnik treba da koristi 3 različita tipa Web aplikacija da bi koristio podatke i funkcionalnosti koje mu pružaju 3 različito implementirana map servera.

Pošto su podaci najčešće dostupni putem određenog servera, njegove mogućnosti su time vrlo ograničene. Na dijagramu na slici 14. jedino klijent 3 ima mogućnost pristupa više od jedne baze podataka. Na žalost klijent 3 ne mora da pruža sve funkcionalnosti koje imaju klijenti 1 i 2. I pored mogućnosti klijenta 3 da pristupa dvema bazama podataka, korisnik i dalje može imati potrebu da pokreće i prethodna dva klijenta zbog njihovih jedinstvenih funkcionalnosti.

Svi ovi problemi su naterali Google-ove tehničare da unificiraju servere i klijente koji će im pristupati. Tako da i Google Earth i Google Maps koriste iste sisteme za pristup serverima, što je ovoj kompaniji u mnogome smanjilo troškove.

Kod standardizovanog interoperabilnog Web mapiranja, svaki od map servera implementira zajednički interfejs, protokol poruka kao što je WMS da bi bio u mogućnosti da šalje i prima zahteve. Sada svaki klijent ima Web pristup potencijalno svim map serverima, i mnogobrojnim izvorima podataka, gde se svakom map serveru pristupa korišćenjem zajedničkog interfejsa. Ovo omogućava da podaci ne budu koncentrisani na jednom mestu, na jednom serveru ili bazi podataka. Ovako se povećava protok informacija, kao i vreme čekanja na izvršenje nekog zahteva (zahteva za prikaz određene mape), izbegava se redundantnost podataka, što kod podataka ove veličine može da utiče na cenu i performanse.



Slika 15. - Implementacija koncepta interoperabilnosti

Ovakav pristup omogućava da svaki klijent koristi sve mogućnosti svih servera. Ovo dozvoljava slobodniji pristup u projektovanju same aplikacije, gde se mogu iskoristiti sve pogodnosti i osobine fleksibilnosti Web rešenja, kombinovane sa dosad nezamislivim načinom rešavanja kompleksnih problema.

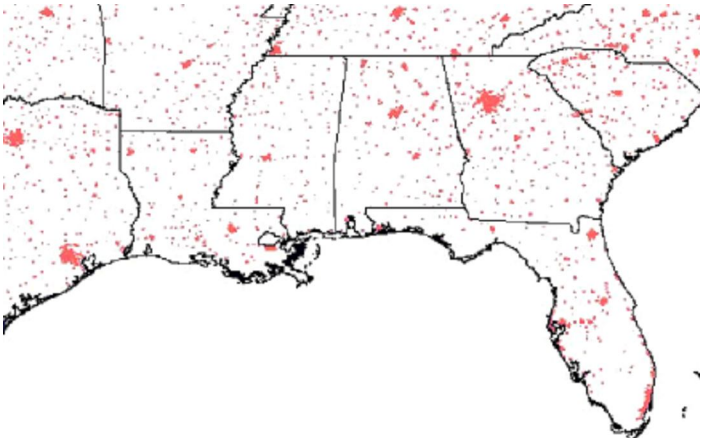
Rad sa OGC-ovom interoperabilnosti programa doveo je do mnogih dostignuća, u pogledu ne samo interoperabilnosti povezane sa prikazom mapa, već i dosta sofisticiranijih geoprocesirajućih funkcija, kao i lokacijski baziranih servisa, i mnogih drugih.

Ako se ovaj trend pristupa GIS podacima putem OpenGIS standard nastavi, „prostorni Web“ će biti dostupan kao i čitava sadašnja globalna mreža. Web korisnici će lako pronalaziti, preklapati i kombinovati različite vrste mapa za dati region. Sve ovo će biti dostupno i sa telefonima, PDA uređajima, auto kompjuterima i slično. Svoje mesto u grupi WebGIS pionira zagarantovao je i Google.

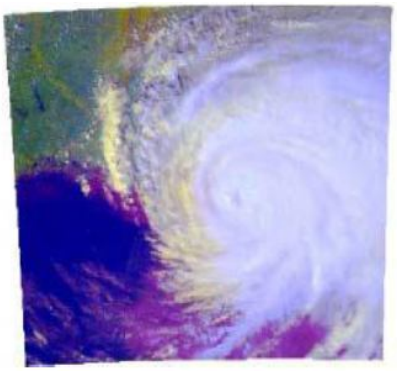
Web Map Servis (WMS) dinamički kreira mape prostorno referenciranih podataka na osnovu geografskih informacija. Ovaj internacionalni standard definiše da mape budu opisnog tipa, u vidu digitalnih slika, koje su prilagođene za prikaz na kompjuterskim ekranima. Mapa sama ne predstavlja podatak. Mape proizvedene WMS standardom su generalno ilustrovanog tipa podataka kao što su PNG, GIF ili JPEG, ili povremeno kao vektorske grafike tipa SVG (Scalable Vector Graphic), odnosno WebCGM (Web Computer Graphic Metafile). Najčešće su to slike PNG formata zbog svojih *opacity* mogućnosti (nivoa transparentnosti) koji je izrazito pogodan kod *overlapinga*, odnosno preklapanja više slojeva slika na jednoj mapi.

Ovaj internacionalni standard definiše tri operacije. Prva vraća metapodatke servisnog nivoa, druga vraća mapu definisanih georafskih i dimenzionih parametara, a opciona treća operacija vraća informacije o mogućnostima dela mape koji je prikazan. Ove operacije mogu biti pokrenute URL zahtevima (Uniform Resource Locator) od strane klijenata. Vrsta i sadržaj URL zahteva određuje koji će dio Zemljine površine biti mapiran, željeni koordinatni sistem, kao i veličinu slike koja će se generisati kao rezultat ovoga zahteva. Ukoliko se kao rezultat za iste geografske parametre i veličinu generišu dve i više slika, rezultirajući prikaz može biti kompozitna slika iz više slojeva, koji su precizno preklopljeni jedan preko drugog. Vizuelno pojašnjenje je ilustrovano na slikama 16. 17. i 18.

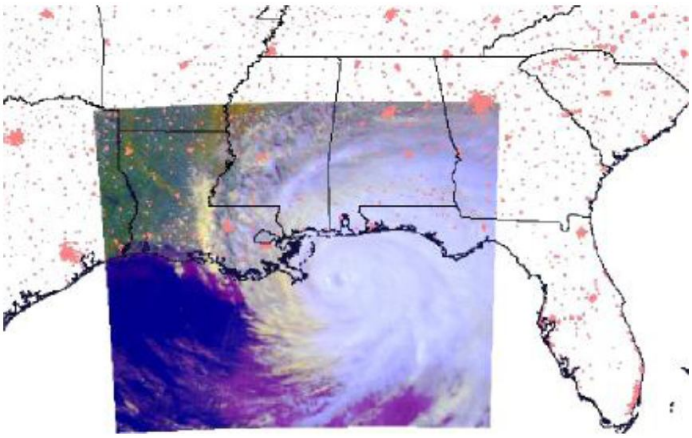
U ovom slučaju se kao format slika za prikaz koriste GIF, i PNG jer podržavaju transparentne pozadine, omogućavajući na taj način pozadinskim slikama da budu vidljive.



Slika 16. - Politička, priobalna i populaciona slika jugoistočnih SAD



Slika 17. - Uragan NOHAA iznad meksičkog zaliva



Slika 18. - Kombinovana slika uragana i populacione mape

Individualne mape mogu da se zahtevaju sa različitih servera. WMS omogućava korisnicima da kreiraju mape i distribuiraju ih putem map servera, tako da ih mogu koristiti i drugi korisnici praveći sopstvene mape.

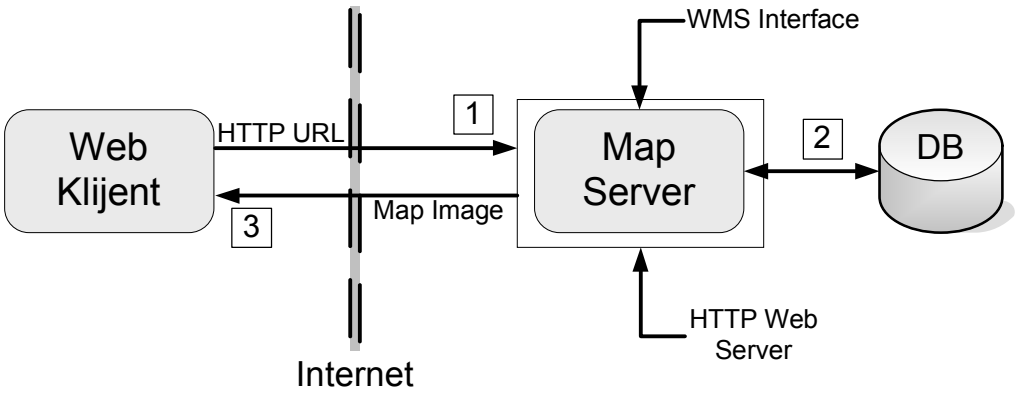
Ovaj internacionalni standard se odnosi na WMS-ovu mogućnost da kreira nove mape, a ne na čuvanje postojećih. Bazični WMS klasifikuje svoje geografske podatke i čuva ih u nivoima, slojevima (layer) i nudi veliki program predefinisanih „stilova“ prikaza tih slojeva, ali ne podržava njihovo kreiranje od strane korisnika.

4.5. Server - baza podataka

Server podataka najčešće se naziva hardverska komponenta ili sistem komponenti, na kojima se nalaze podaci, ili u ovom slučaju baza geoprostornih podataka.

Baza podataka je sistem za smeštanje i procesiranje zahteva od strane map servera. DBMS (Database Management System), ili sistem za upravljanje bazom podataka, je nezavisan u odnosu na aplikaciju, ali baza podataka (model podataka i samo podaci) moraju biti dizajnirani da odgovaraju potrebama aplikacije. Prostorne baze podataka sadrže geografske podatke kojima se može pristupati pomoću WMS interfejsa i koji WMS koristi za generisanje mapa.

Zahtev klijenta najčešće pokrene jedan ili više upita koji se trebaju izvršiti nad bazom podataka ili nekom komparativnom sistemu. Rezultat ovog upita je prvo procesiran od strane map servera, a zatim prosleđen klijentskoj aplikaciji.



Slika 19. - Tipična WMS klijent/server interakcija

Klijent šalje zahtev map serveru specificirajući tačku na mapi za koju traži dodatne informacije što je prikazano kao broj 1 na slici 20. U sledećem koraku map server obrađuje taj zahtev, u čiju svrhu može i da se obraća bazi podataka da dobije podatke (broj 2) koje će obraditi i kodirati u neki od MIME slika (GIF ili JPEG).

4.6. KML - Keyhole Markup Language

Keyhole Markup Language (KML) je XML (Extensible Markup Language) bazirani jezik za opis trodimenzionalnih geoprostornih podataka i njihov prikaz u aplikativnim programima. KML je pre svega razvijan za Google Earth koji je na početku nazivan Keyhole.

Google Earth je očigledno došao sa svojom ogromnom bibliotekom podataka, informacijskih tačaka i slojeva koji mogu biti prikazani na mapi. Svi ovi podaci se dostavljaju klijentu u obliku fajlova koji koriste KML standarde. Ovaj specijalizovani tip XML-a omogućava da se organizuju i kreiraju tačke, rute i mnoge druge informacije.

Format podataka nije preterano zahtevan za shvatiti niti generisati. Za razliku od Google Maps-a, gde su se podaci za prikaz na mapi prvo morali kodirati, i prilagoditi prikazu, Google Earth ima ugrađene metode koje čitaju kodirane podatke direktno iz strukture KML fajla.

4.6.1. Eksportovanje KML tagova

Najjednostavniji način da se dele i generišu tačke, rute i ostale informacije unutar Google Earth je da se pronađu i zatim snime u neki od foldera u postojećoj organizacionoj strukturi hard diska, ili da se kreira novi folder u toj strukturi u koji će da se snime ovi podaci. Kao primer može da posluži folder Univerzitet Singidunum. Nakon toga snimi se sadržaj tog foldera u KML fajl ili KMZ fajl, koji predstavlja kompresovanu verziju KML fajla (Zipped KML). Ovi fajlovi mogu vrlo jednostavno da se distribuiraju i dele preko mreže.

Primer KML fajla:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
<Document>
      <name>Univerzitet Singidunum.kml</name>
      <Folder>
            <name>Univerzitet Singidunum</name>
            <open>1</open>
            <Placemark>
                  <name>Danijelova, Belgrade, Serbia</name>
                  <address>Danijelova, Belgrade, Serbia</address>
                  <Point>
                        <coordinates>20.478756,44.78268,0</coordinates>
                  </Point>
            </Placemark>
            <Placemark>
                  <name>Bulevar Zorana Đinđića, Belgrade, Serbia</name>
                  <address>Bulevar Zorana Đinđića, Belgrade,
                  Serbia</address>
                  <Point>
```

```
                        <coordinates>20.417231,44.818183,0</coordinates>
                    </Point>
                </Placemark>
        </Folder>
</Document>
</kml>
```

Kao što može da se primeti, struktura i sadržaj ovog fajla se ne razlikuje u velikoj meri od XML dokumenata, pa osobama koje su familijarne sa XML tipovima dokumenata neće predstavljati problem navikavanje na KML.

4.6.2. Osnovni principi KML-a

Standardi KML-a su ogromni. Samo Google-ova dokumentacija o KML je na 120 stranica. Osnovna KML struktura je slična kao i kod XML-a, počinje zaglavljem, i to na sledeći način:

- Glavni KML XML koreni tag;
- *Document* tag, koji definiše sadržaj dokumenta, takođe sadrži i globalne informacije o dokumentu, kao i foldere;
- *Folder* tag, definiše sadržaj svakog foldera, kao i svih ugnežđenih foldera koji se nalaze u njemu, zajedno sa svojim informacijama o tačkama, lokacijskim markerima, rutama ili nekim drugim strukturama.

Unutar foldera dodaju se lokacijski markeri sa definicijama i elementima njegovih komponenti, kao i lokacijskih markera koji se nalaze u njemu.

4.6.3. Lokacijski markeri - Placemarks

Lokacijski marker je osnovni metod označavanja informacije unutar Google Earth KML dokumenta. On predstavlja jedinstveni entitet unutar Google Earth aplikacije i može da se odnosi na neku tačku, liniju, rutu, poligon ili neku od kombinacija ovih elemenata. Tako lokacijski marker može da predstavlja kuću ili kamenje u britanskom *Stonehenge*-u. U oba slučaja oni predstavljaju jedinstven entitet, ali se sastoje od jedne lokacijske tačke i više koordinata koje određuju rubne ivice tog objekta. Lokacija se sastoji od numeričkih vrednosti koje predstavljaju geografsku širinu, geografsku dužinu, kao i visinu, a može da sadrži i relativnu visinu u odnosu na površinu zemlje. Slično kao i kod Google Maps-a (GMarker) moguće je dodati sopstvenu ikonicu koja će predstavljati taj marker.

Na kraju može da se kontroliše prikazivanje lokacijskog markera, od pojavljivanja informacija o njemu do prikazivanja njegovog naziva, stila, kao i boje slova. Takođe postoji

mogućnost da se podesi i pogled da bude u saglasnosti sa koordinatama lokacije, visinom, pravcem i nagibom u odnosu na mapu, u slučaju da korisnik označi taj marker.

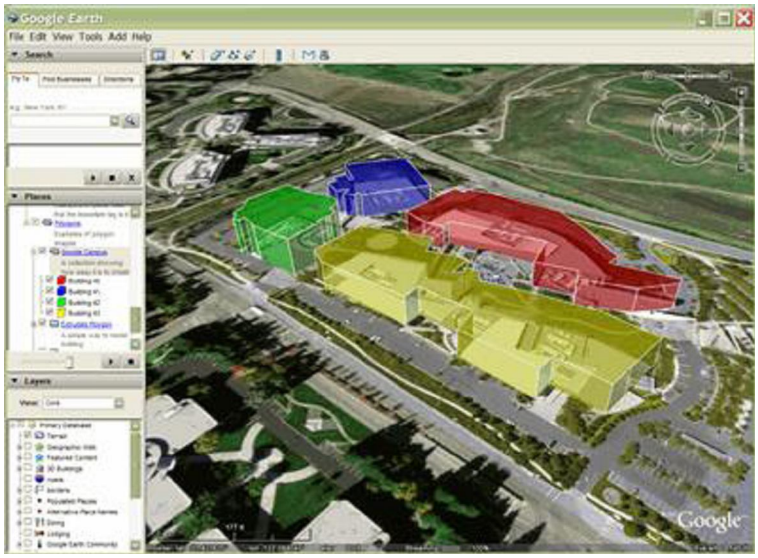
4.6.4. Geometrija

Google Earth dolazi uz mogućnost da se crtaju tačke, linije, i poligoni na mapi. Svi geometrijski tipovi se sastoje od koordinata (geografske širine, geografske dužine), visine, koje omogućavaju nekom objektu da se prikazuje kako na zemljinoj površini, tako i u vazduhu. Koordinate se definišu korišćenjem `<coordinates>` tag-a, speceifikacijom geografske širine, geografske dužine, i visine, respektivnim poredkom.

Korišćenjem KML-a Univerzitet Singidunum se može pronaći na sledećim koordinatama:

```
<coordinates>20.478875,44.78214000000001,0</coordinates>
```

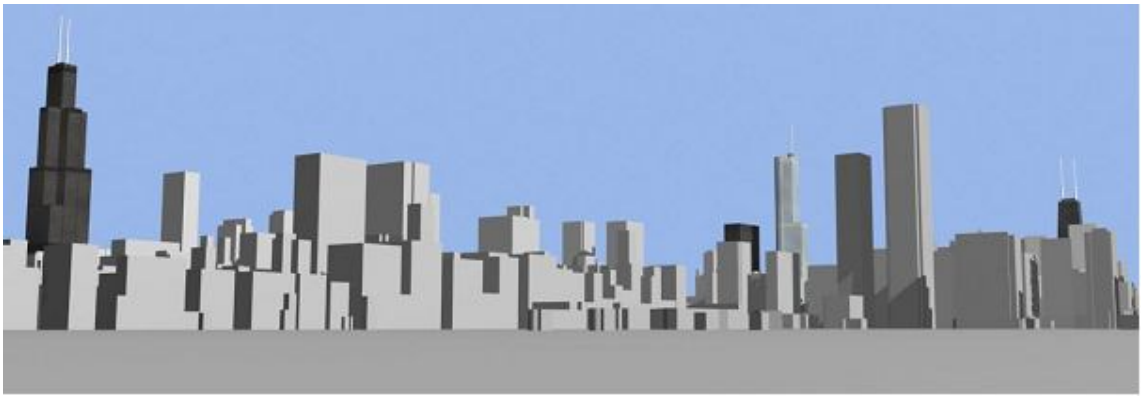
Sve koordinate mogu da poseduju određenu boju, mogu da budu providne u slučaju poligona (jedino su im konturne linije vidljive), ili da budu u potpunosti prekrivene određenom bojom, omogućavajući na taj način da se kreiraju zgrade ili neki drugi kompleksni elementi.



Slika 20. - Sedište Google kompanije[4]

[4] http://code.google.com/apis/kml/documentation/kml_tut.html

Sve tačke, linije i poligoni mogu biti premeštani, njihove lokacije mogu biti povezane na neku drugu lokaciju. Na primer, moguće je povezati neku koordinatu za zemlju, iako se ona prikazuje u vazduhu. Zarad apsolutne fleksibilnosti, moguće je grupisati tačke, linije, i poligone u određene kolekcije, koje kao takve onda mogu biti korištene kao posebni, jedinstveni elementi. Poređenja radi, prilikom konstrukcije neke zgrade, mogu se grupisati poligoni koji sačinjavaju zgradu u novu kolekciju poligona, koja se može nazvati *zgrada*. Na taj način moguće je koristiti objekat *zgrada*, a da se ne moraju ponovo iscrtavati svi poligoni koji ga sačinjavaju.

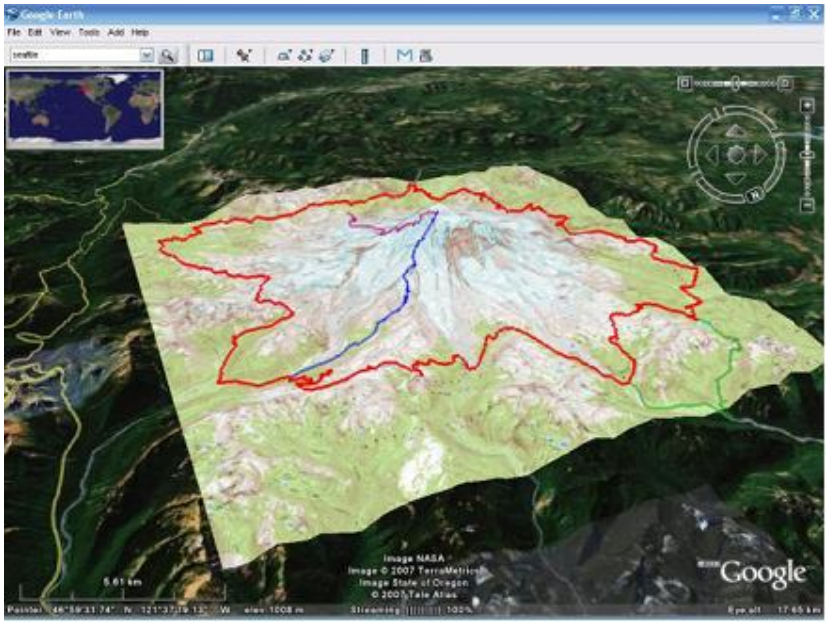


Slika 21. - Virtuelni grad sačinjen od grupisanih poligona

4.6.5. Slojevi - Overlays

Pošto u prikazu može da bude više slika različite tematike, potrebno je obezbediti određeni mehanizam pomoću kojeg bi se te slike preklapale. Razlikuju se zemljišni i ekranski slojevi (*ground* i *screen*). Zemljišni slojevi vezuju slike za tačno određene oblasti na Zemljinoj površini, dok ekranski slojevi omogućavaju da informacije „plutaju“ u odeljku za prikaz.

Slika koja će se u ovom slučaju preklapati sa ostalim slojevima može da bude JPG, PNG, GIF ili TIFF. Čak je moguće ove kreirane slike staviti na korišćenje preko Interneta, ili neke druge mreže, ugraditi u neki od KMZ fajlova, odnosno KML fajlova koji se nalaze u KMZ arhivi.



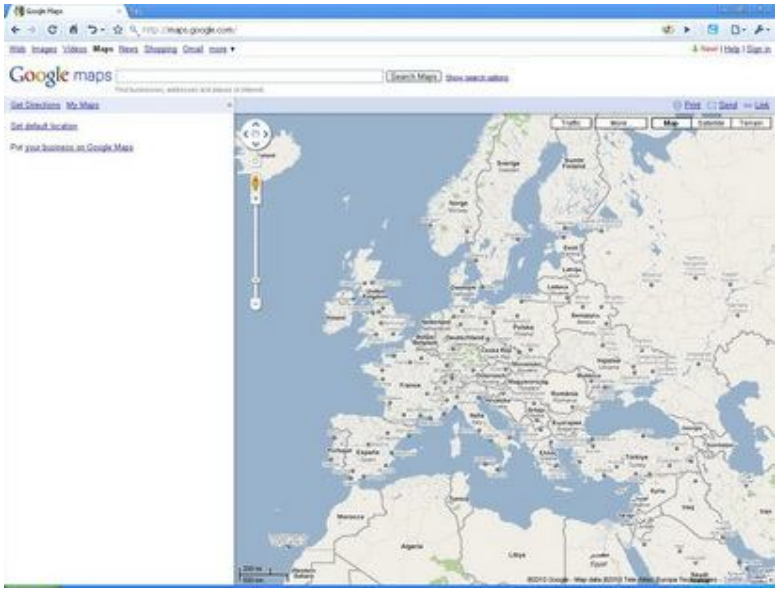
Slika 22. - Zemljišni sloj (Ground overlay) dodat od strane korisnika

Informacije koje se distribuiraju putem Google Earth-a su iste kao i one koje koriste Google Maps-a korisnici, ali se metode koje ova dva servisa koriste u mnogome razlikuju. Google Earth za razliku od Google Maps-a, koristi mnogo veći nivo interakcije korisnika i aplikacije, jer kontrole koje Google Maps-u nameće browser su ograničene.

Trenutno se u Internet zajednici Google Earth doživljava kao GIS ideal. Kao nekomercijalni, ne nametljiv, ne analitički alat, daje korisnicima punu slobodu, i brz pristup informacijama, ostavljajući im prostora za intuitivnost. Predstavlja ujedno i dokaz sveprisutnog napretka i mogućnosti u vizuelizaciji podataka.

5. GOOGLE MAPS

Google Maps je Google-ova tehnologija besplatnih digitalnih mrežnih karata, koje čine osnovu mnogih servisa i usluga, od pregledavanja satelitskih snimaka, planiranja trase putovanja (plana kretanja), lokacije traženih mesta, itd. Dopušta jednostavnu implementaciju na različite Web stranice, kombinovanje sa drugim aplikacijama, razvoj dodataka i prilagođavanje specifičnim potrebama. Zasnovana na istoj tehnologiji postoji i kao zasebna aplikacija namenjena instaliranju i korištenju na pojedinim personalnim računarima sa vezom na Internet, ili vezom sa drugim produktom ove kompanije, Google Earth.



Slika 23. – Google Maps[5]

5.1. Osobine

Osnova sistema, uz digitalne karte koje su vektorske slike, su i satelitski snimci koji su rasterskog tipa, a podržane su uglavnom u visokoj rezoluciji za sva područja velike naseljenosti i važne zemljopisne lokacije. Fotografije se polako prikupljaju kako nastaju,

[5] http://maps.google.com/

nakon odabira se implementiraju u sistem, pa je tako većina fotografija starija od godinu dana, a neke potiču čak iz 2001. godine.

Neke fotografije najvećih rezolucija su snimci iz aviona, a ne satelitske fotografije. Zbog takve koncepcije sistem je podložan greškama kao i svaki drugi, tako da ponekad slika koju pruža Google Maps nije realna i ne odgovara trenutnoj situaciji zbog promena koje su nastale nakon što je fotografija nastala. Zbog lake dostupnosti poprilično preciznih fotografija naseljenih područja Zemlje postoje primedbe jer bi se sistem mogao koristiti za planiranje i organizovanje terorističkih napada, pa su zbog toga neki delovi fotografija cenzurisani. Pretežno su to državne lokacije i objekti u SAD-u.

Osnovna rezolucija satelitskih fotografija je 15 m (tačnost, maksimalno odstupanje), fotografije visoke rezolucije se penju do 0.15 m, a neka područja, poput južnoameričkih država su ekstremno niskih rezolucija. Kako se te fotografije dosta često koriste za izradu i poboljšanje digitalnih karata, one su minimalno iste, uglavnom i znatno bolje rezolucije. Stalnim prilivom novih i boljih fotografija, postupno se poboljšava sveukupna rezolucija i preciznost. Zanimljivo je da su neka područja, za koja bi se reklo da su potpuno nevažna, snimljena ekstremno visokim rezolucijama.

5.2. Mogućnosti

Najkorisnija mogućnost Google Maps-a je skup podataka o putevima i raskrsnicama sa pripadajućim svojstvima i oznakama, turističkim lokacijama (poput restorana, hotela, parkova), prirodnim i umetničkim znamenitostima, društvenim lokacijama, itd. Pomoću tih podataka, koji čine digitalno stvoreni sistem karata, može se planirati bilo šta vezano za putovanje ili transport, od određivanja plana vožnje uz upustva o pravcima vožnje, traženja smeštaja, određivanja mesta koja će se posetiti, najisplativijih pravaca za transport ili čak onih koji pružaju najviše zadovoljstva pri putovanju. Te digitalne karte čine poseban sloj za prikazivanje koji se može kombinovati sa satelitskim kartama za još informativniji prikaz određenog dela Zemljine površine.

5.3. Korisnički interfejs

Korisnički interfejs je jednostavan za navigaciju. Povlačenje mišem premešta se pogled na druge lokacije, mogući su skokovi na određene koordinate i pretraga po lokacijama, podržano je zumiranje do različitih nivoa virtualnog pogleda na Zemlju putem stvarnih

satelitskih snimaka i stvorenih digitalnih karata različitog kvaliteta, zavisno o važnosti promatranog područja, razne načine prikaza karata, od veštački dodatih geopolitičkih oznaka, raskrsnica, puteva, noćnih snimaka, prikaza važnih lokacija, turističkih odredišta, kulturnih znamenitosti, itd.

5.4. Tehničke karakteristike

Tehničku i izvedbenu bazu sistema čine JavaScript (skriptni jezik), AJAX (Asynchronous JavaScript and XML), dok se za transfer podataka koriste JSON (JavaScript Object Notation) i XML (jezik za označavanje podataka). Kod novijih generacija Google Maps-a, za transfer podataka se intenzivnije koristi JSON zbog svoje veličine, pa se to odražava na performanse. Zbog toga je Google Maps, kao i mnogi drugi softverski proizvodi, bio podvrgnut obrnutom inžinjeringu (reverse engineering) zbog razvoja dodatnih skripti i raznih neslužbenih dodataka koji proširuju postojeće ili dodaju nove mogućnosti interfejsu, uz službene nadogradnje i evoluciju softvera. Neki poznatiji dodaci su prikaz nekretnina za iznajmljivanje, karte raširenosti zločina, a postoje i razne klijentske skripte za prilagođavanje podataka koje Google Maps prikazuje. Sve je popularnije kombinovanje sa Flickr[6] zajednicom za razmenu fotografija. Deo razvoja Google Maps-a uključuje i Google Maps API (Application Programming Interface), interfejs za programiranje primarno namenjen integraciji u Web stranice i prilagođavanju vlastitim potrebama.

5.4.1. JavaScript

JavaScript je skriptni programski jezik, koji se izvršava u Web čitaču, najčešće je korišćen za definisanje funkcionalnosti Web stranica na klijentskoj strani. Napravljen je da bude sličan Javi, da bi bio lakši za korištenje, ali nije objektno orijentisan kao Java, već se bazira na prototipu i tu prestaje svaka veza sa programskim jezikom Java, osim pojedinih elemenata i sintakse koju su nasledili od programskog jezika C. Originalno je razvijan od kompanije Netscape, i predstavlja implementaciju ECMAScript standarda.

JavaScript sa AJAX tehnikom omogućuje Web stranicama da komuniciraju sa serverskim programom osvežavajući samo tražene podatke, što čini Web aplikaciju više interaktivnom i lakšom za korišćenje.

[6] http://www.flickr.com/

5.4.2. AJAX

AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) predstavlja grupu međusobno povezanih, razvojnih tehnika koji se koriste za izvršavanje na klijenskoj strani, zarad kreiranja što interaktivnijih Web aplikacija. Uz pomoć AJAX-a Web stranice mogu da zahtevaju i primaju podatke od Web servera asinhrono, u pozadini, bez smetnji u prikazu i ponašanju aktivne Web stranice. Korisćenje AJAX tehnologija je dovelo do povećanja interaktivnosti i dinamike interfejsa Web stranica. Podaci se obično dostavljaju Web čitačima objekata tipa XMLHttpRuquest. Iako u svom nazivu sadrži i JavaScript, upotreba ovog skript jezika u okviru AJAX koncepta nije obavezna, isto tako ni asinhronost zahteva ne mora da bude podrazumevana.

Tehnike asinhronog čitanja podataka datiraju još iz devedesetih godina kada je predstavljen Java Applet, koji je omogućavao dobijanje podataka na klijentskoj strani i posle učitavanja stranice. Kasnije je Internet Explorer uveo novi element u HTML, IFRAME koji je omogućavao ove tehnike. Posle toga je Microsoft u IE5 ugradio ActiveX kontrole, koje danas imaju i ostali browseri (Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera, Safari), koje podržavaju XMLHttpRequest objekte. Međutim ova novina je postala poznata i popularna nakon što ju je Google iskoristio u implementaciji svog Mail servisa Gmail, kao i Google Maps-a.

5.4.3. JSON

JSON (JavaScript Object Notation) je lagani format za razmenu podataka. To je tekstualni, lako razumljivi tip za prezentovanje jednostavnih struktura podataka i asocijativnih nizova (objekata). Najčešća primena mu se odnosi na serijalizaciju i prenos podataka preko mrežne infrastrukture. Najviše ga koristi AJAX, kao alternativu za XML tip podataka, jer je JSON prilično manji (u pogledu veličine podataka).

U sledećem primeru dat je primer JSON prezentacije objekta osoba. Ovaj objekat sadrži polja ime, prezime, adresu, kao i broj telefona.

```
{
      "ime": "Darko",
      "prezime": "Mitrović",
      "adresa": {
            "ulica": "Kosovska 6",
            "grad": "Višegrad",
            "drzava": "Republika Srpska",
      },
      "brojTelefona": [
            { "type": "home", "broj": "+387 66 630-655" },
            { "type": "fax", "broj": "+387 58 621-356" }
      ]
}
```

Mogući ekvivalent u XML formatu bi bio:

```
<Osoba ime="Darko" prezime="Mitrović">
      <adresa>
            <ulica>Kosovska 6</ulica>
            <grad>Višegrad</grad>
            <drzava>Republika Srpska</drzava>
      </adresa>
      <brojTelefona type="home">+387 66 630-655</brojTelefona >
      <brojTelefona type="fax">+387 58 621-356</brojTelefona >
</Osoba>
```

6. PROJEKAT RUTE PUTOVANJA SA PREGLEDOM ZNAMENITOSTI

6.1. Funkcionalni zahtevi

Funkcionalni zahtevi projekta odnose se na to da registrovani korisnici, putem ove aplikacije, kreiraju rutu puta sa potrebnim parametrima kojom će se kretati na svom putovanju. Korisnici aplikacije zatim, pregledaju ove rute, po raznim kriterijima, i apliciraju za prevoz, uz simbolično učešće u troškovima prevoza, koje specificira osoba koja je kreirala rutu.

Takođe je moguće dodavati nove markere na mapu, koji se odnose na lokaciju nekih znamenitosti koje vredi posetiti i nalaze se na lokaciji postavljenog markera. Sistem omogućava i komunikaciju između registrovanih korisnika aplikacije putem poruka.

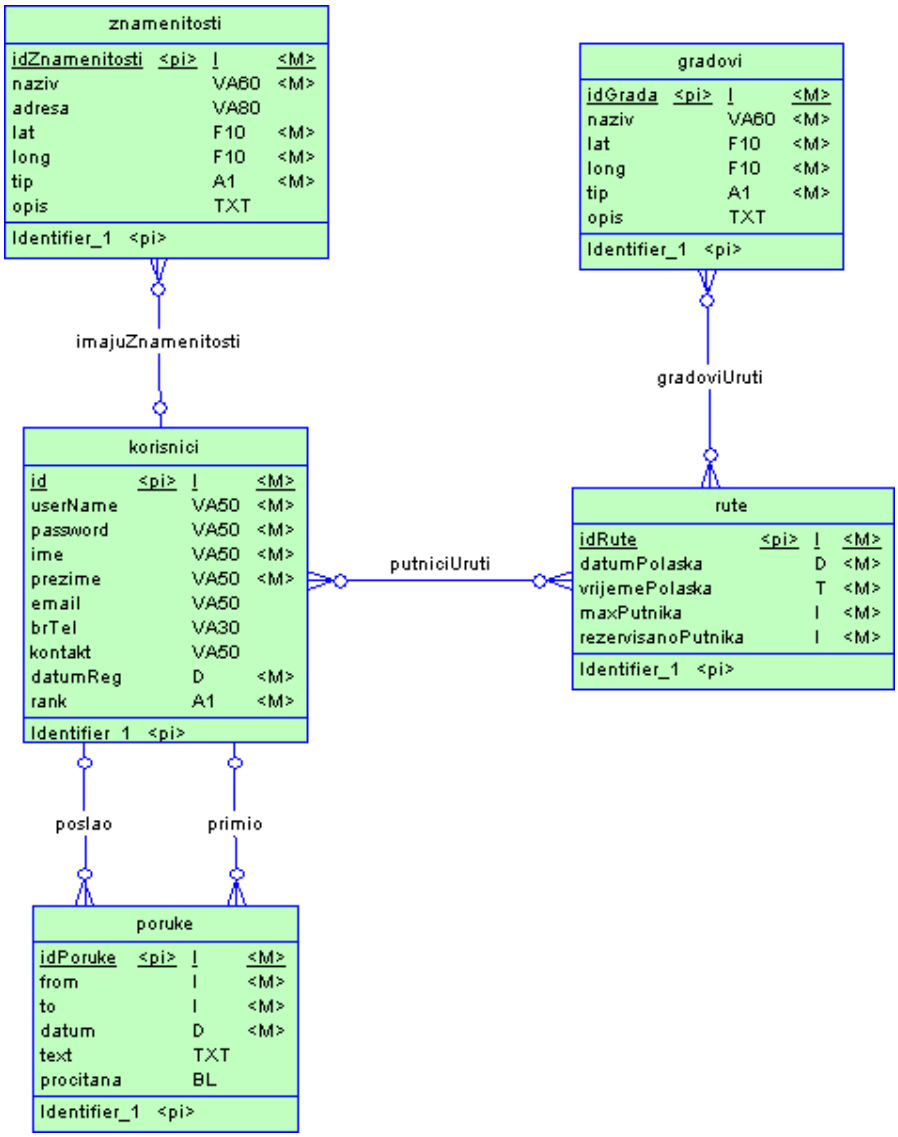
Lista funkcionalnih zahteva:

- Aplikacija projekta rute putovanja sa pregledom znamenitosti treba da bude web orjentisana, sa primenama Google klasa, u implementaciji Google GMaps servisa;
- Ova aplikacija treba da omogući korisnicima da se prijave na sistem, kreiraju rute, znamenitosti, šalju poruke, i mogućnost odjave sa sistema;
- Samo registrovani korisnici mogu da kreiraju rute (uređenu listu gradova kroz koje putuju) sa podacima o datumu i vremenu polaska, opisu rute (povod, tačna lokacija polaska, itd.), broju slobodnih mesta, kao i ceni prevoza po prijavljenoj osobi;
- Mogućnost izmene ili brisanja rute za administratore ili korisnike koji su kreirali to putovanje;
- Pregled putovanja sa spiskom lokacija i njihov redosled posećivanja za dato putovanje, kao i detalja tog putovanja;
- Mogućnost prijave registrovanih korisnika za putovanja kojima nije popunjen kapacitet slobodnih mesta;

- Pretraga putovanja po datumu, maksimalnoj ceni prevoza po putniku, polaznoj i ciljnoj lokaciji, za sve tipove korisnika;
- Kreiranje znamenitosti sa podacima o mestu (naziv grada) gde se ona nalazi, tačnoj adresi, i vrstom znamenitosti koja se dodaje, za sve tipove korisnika;
- Ikona koja na mapi predstavlja znamenitost treba da predstavlja pojam koji će korisnika asocirati na vrstu znamenitosti koji ona označava;
- Izmenu i brisanje znamenitosti za administratore, ili korisnike koji su kreirali znamenitost;
- Prikaz znamenitosti, sa detaljima, za sve tipove korisnika;
- Pretragu znamenitosti po lokaciji na kojoj se nalazi i vrsti;
- Komuniciranje registrovanih korisnika putem sistema poruka. Ovaj sistem treba da omogući slanje, primanje, odgovaranje na primljene poruke, kao i brisanje primljenih poruka;
- Obaveštavanje korisnika koji je kreirao rutu o novoj prijavi, kao i obaveštavanje korisnika prijavljenog za određeno putovanje o njegovom otkazivanju (brisanju);

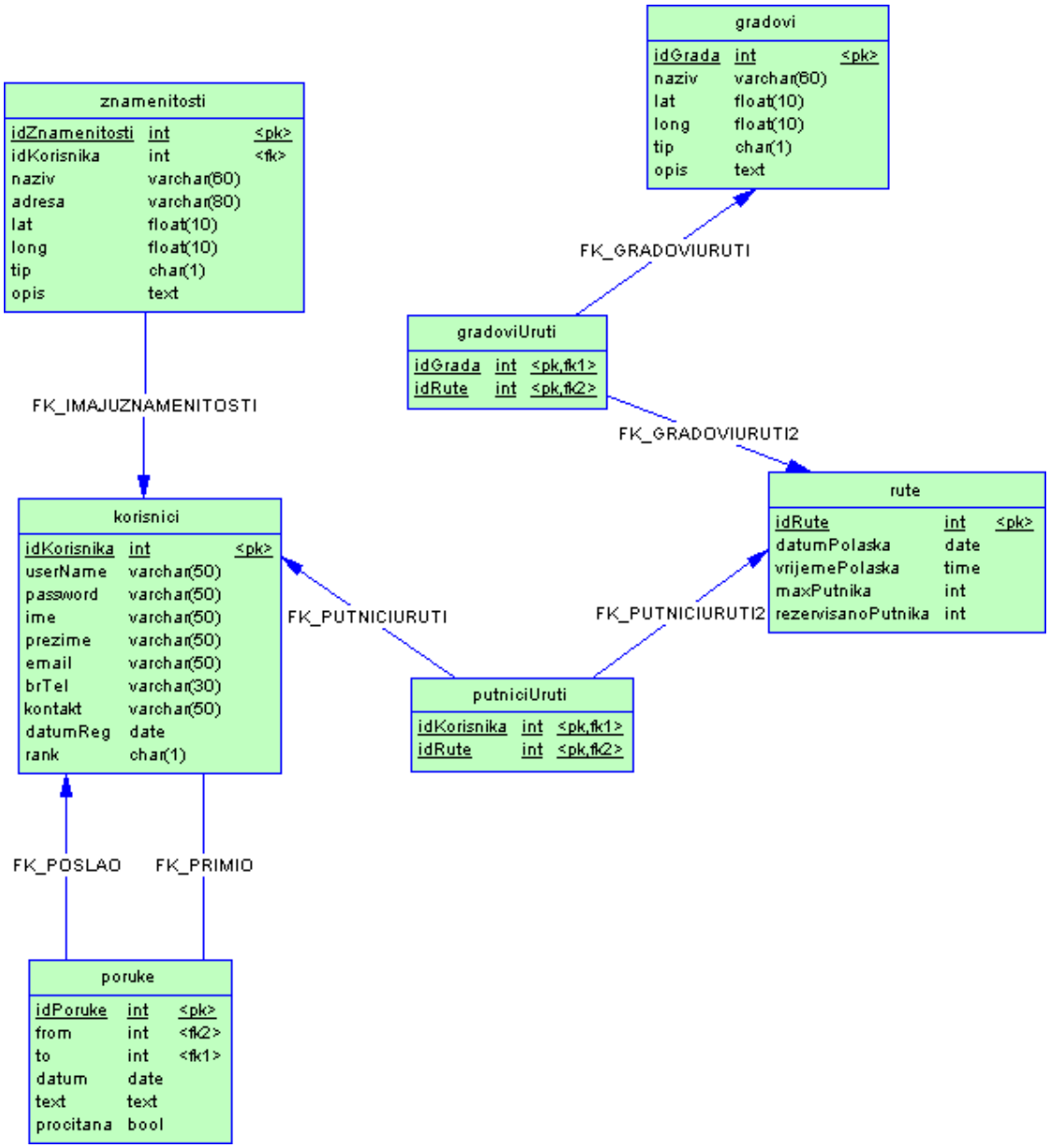
6.2. Nivo podataka

Svi podaci koje aplikacija koristi, a nalaze se na korisničkoj strani, tačnije na localhost serveru, snimaju se u MySQL bazu podataka. Čitanje, izmena, brisanje i upis novih podataka se vrši iz aplikacije, korišćenjem PHP skriptova.



Slika 24. - Konceptualni model baze podataka

Na slici 24. je predstavljen konceptualni model baze podataka. Kao što mu samo ime kaže, on ne predstavlja stvarni model tabela u bazi, već predstavlja *concept* koji je lakše koristiti kada se entiteti pokušavaju apstraktovati svojim stvarnim reprezentima u prirodi.

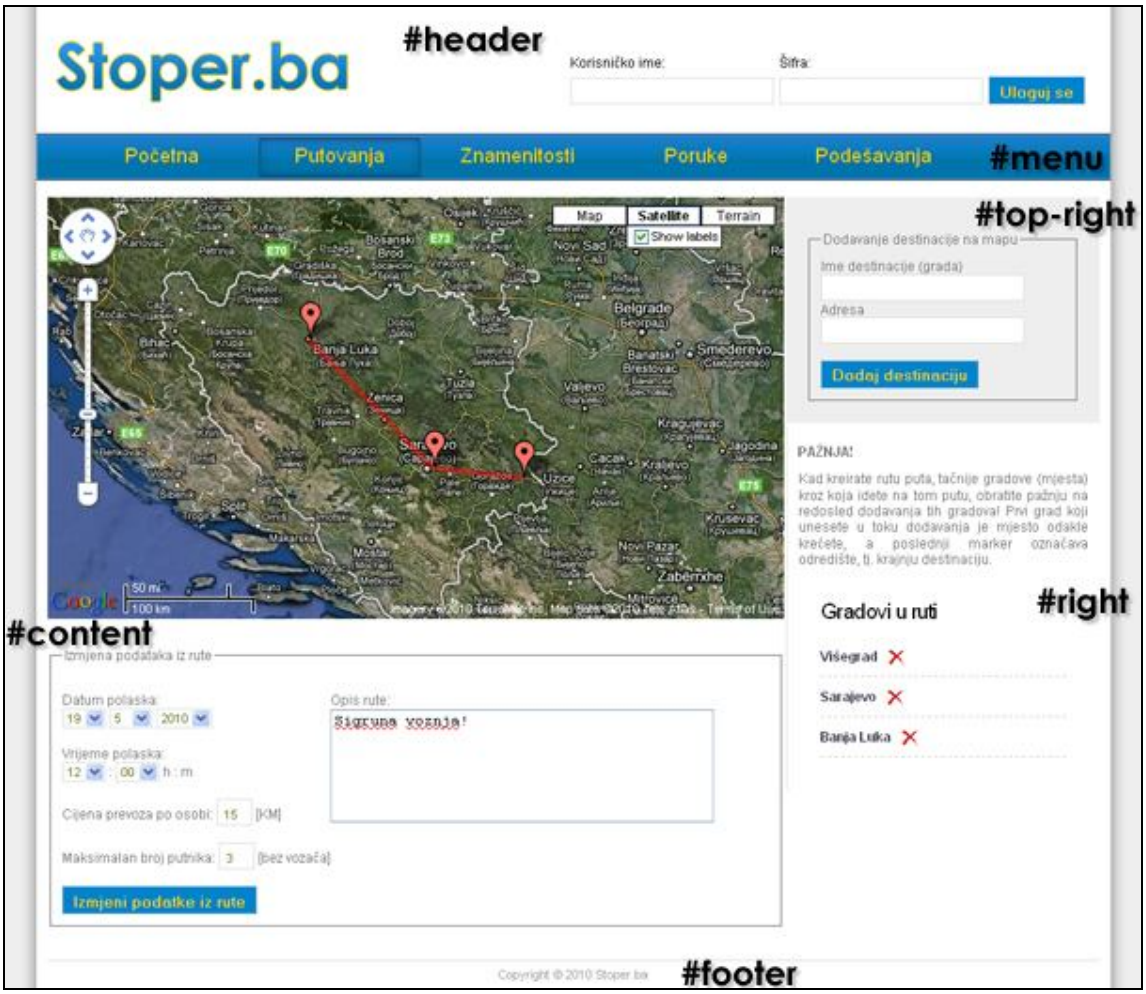


Slika 25. - Fizički model baze podataka

Kao što se vidi sa slike 25. od veza koje su postojale između entiteta korisnici i rute, nastao je novi entitet *putniciUruti* koji sadrži korisnike koji su se prijavili za putovanje. Isti slučaj je i sa vezom gradovi i rute. Ove izmene su sadržane u fizičkom modelu baze podataka, koji reprezentuje tabele i veze između njih onako kako su realizovane u bazi podataka.

6.3. Korisnički interfejs

Korisnički interfejs koji se koristi za ilustrovanje prikaza podataka i servisa je kreiran pomoću HTML jezika, korišćenjem CSS stilova. Stranica je podeljena u 6 glavnih sektora (division - DIV) *header*, *menu*, *content*, *top-right*, *right* i *footer* koji se koriste za prikaz određenog sadržaja. Ova kategorizacija sadržaja koji će se prikazivati na stranici je ilustrovana na slici 3.



Slika 26. - Organizacija stranice po DIV-ovima

6.4. Implementacija projekta

Sva funkcionalnost Google Maps API-ja je pružena kroz paket klasa dizajniranih da izgrade i definišu elemente Google Mape. Početo je sa GMap klasom i, kroz dodatne klase, definisani su markeri mapa i informacioni prozori, i kreirane su kontrole i događaji koji dozvoljavaju korisniku da međusobno deluje sa aplikacijom.

6.4.1. Google Maps ključ

Pre nego što se pokrene Google Map web aplikacija potrebno se prijaviti za Google Maps API ključ. Da bi se ključ dobio moraju se prihvatiti Google Maps API uslovi korišćenja, koji između ostalog definišu uslove, da se ne smeju krasti Google-ove slike, zakloniti Google logo ili smatrati Google odgovornim za svoj softwer. Pored toga, zabranjeno je kreirati mape koje ugrožavaju privatnost ili omogućavaju nelegalne aktivnosti. Google pruža koliko god ključeva je potrebno, ali različiti domeni se moraju primeniti za različite ključeve, pošto je svaki validan samo za određeni domen i pod direktorijum unutar tog domena. Za ključ je potrebno Google-u dati koreni direktorijum domena ili prostora u kojem se radi. Ovo dozvoljava da se projekat kreira u bilo kom pod direktorijumu unutar domena.

Primer korišćenja Google koda:

```
<script
src="http://maps.google.com/maps?file=api&amp;v=2&amp;sensor=true&a
mp;key=<?echo $GMapKey;?>" type="text/javascript">
</script>
```

Promenljiva `$GmapKey` sadrži vrednost ključa koji je dobijen od Google-a za domen `localhost` koji je korišten za projekat. On se nalazi smešten u txt fajlu `GMapKey.txt` odakle se čita i ispisuje kao meta podatak u head-u web stranice.

Njegova vrednost je niz karaktera i ovom slučaju je:

```
ABQIAAAA5aNAwYmqRum6Wp2DPSs6GBT2yXp_ZAY8_ufC3CFXhHIE1NvwkxTXhtCYLR8
siPJ1OB_GkIl1-Ue6QQ
```

Nakon prijave za dobijanje ključa Google takođe obezbeđuje osnovnu „početnu mapu“ koja daje dobru osnovu za upoznavanje sa osnovnim konceptima potrebnim za integraciju mape u web sajt.

6.4.2. Class GMap2

Glavna GMap2 klasa kreira novu Google Mapu unutar HTML kontejnera (po pravilu DIV element unutar HTML-a). Prilikom svakog inicijalizovanja web stranice ovog projekta (koja u svom sadržaju prikazuje mapu), kreira se novi objekat *map* koji predstavlja instancu GMap2 klase. Konstruktor ove klase koji kreira mapu ima sledeću sintaksu:

GMap2 konstruktor

Konstruktor	Opis
`GMap2(containerDomElement, [opts])`	Instanciranje ovog objekta kreira novu mapu unutrar datog DOM elementa, obično DIV. Opcioni `opts` argument bi trebao biti instanca GmapOptions. Ako ni jedan tip mape nije definisan u `opts`, koristi se podrazumevani `G_DEFAULT_MAP_TYPES`. Na isti način ako ni jedna veličina nije definisana u `opts`, koristi se veličina `containerDomElement`-a. Ako je veličina definisana u `opts`, veličina `containerDomElement`-a će se promeniti shodno tome.

Opcioni argumenti u funkciju su naznačeni uglastim zagradama [ ]. Opcioni `mapTypes` argument omogućava da se naznače koji tipovi mapa su raspoloživi u aplikaciji. Podrazmevana su tri trenutna rešenja: `G_MAP_TYPE`, `G_HYBRID_TYPE`, i `D_SATELLITE_TYPE`.

Podrazmevana veličina mape je ista kao i kontejner u kome je mapa kreirana. Alternativno se može naznačiti širina i/ili visina (u pikselima) kada se kreira mapa. Kada je jednom mapa kreirana može se odrediti broj opcija.

GMap2 metode

Konfiguracija

Metoda	Returns	Opis
`enableDragging()`		Omogućava prevlačenje mape (prevlačenje je omogućeno po default-u).
`disableDragging()`		Onemogućava prevlačenje mape.
`draggingEnabled()`	Boolean	Vraća *`true`* ako je mapu moguće prevlačiti.
`enableInfoWindow()`		Omogućava operacije info prozora za mape (info prozor je omogućen po default-u).
`disableInfoWindow()`		Onemogućava otvaranje novog prozora, i ako je jedan već otvoren zatvara postojeći.
`infoWindowEnabled()`	Boolean	Vraća *`true`* ako je info prozora omogućena.
`enableDoubleClickZoom()`		Omogućava dupli klik za zumiranje. Ako je omogućen dupli klik sa levim dugmetom miša će zumirati mapu, a dupli klik sa desnim dugmetom miša će odzumirati. Redefiniše inicijalnu funkcionalnost duplog klika u svrhu ponovnog centriranja mape. Ovo je onemogućeno po default-u.
`disableDoubleClickZoom()`		Onemogućava dupli klik za zumiranje.
`doubleClickZoomEnabled()`	Boolean	Vraća *`true`* ako je dupli klik za zumiranje omogućen, u drugom slučaju vraća *`false`*.
`enableContinuousZoom()`		Omogućava fini prelaz pri zumiranju, sličan Google Earth desktop softveru. Po default-u ovo je onemogućeno.
`disableContinuousZoom()`		Onemogućava fini prelaz pri zumiranju. .
`continuousZoomEnabled()`	Boolean	Vraća *`true`* ako je fini prelaz pri zumiranju omogućen, u suprotnom vraća *`false`*.

Kontrole

Metoda	Returns	Opis
`addControl(control, [position])`		Dodaje mapi dati `GControl` objekt. Opciona pozicija argumenta bi trebala biti instanca `GControlPosition` klase i koristi se da odredi poziciju kontrole na mapi. Ako `position` nije dat, pozicija kontrole će biti određena pomoću `GControl.getDefaultPosition()` metode. Može se dodati samo jedna instanca za svaku kontrolu na mapi.
`removeControl(control)`		Uklanja kontrolu sa mape.
`getContainer()`	Node	Vraća HTML DOM objekt koji sadrži mapu (obično DIV). Poziva se `GControl.initialize()`.

Tipovi mape

Metoda	Returns	Opis
`getMapTypes()`	Array of GMapType	Vraća, kao niz, sve `GMapType` objekte registrovane sa mapom.
`getCurrentMapType()`	GMapType	Vraća `GMapType` objekt za trenutno selektovanu mapu.
`setMapType(type)`		Postavlja tip mape. `GmapType` objekt za tip mape mora biti predhodno dodat koristeći `addMapType()` metodu.
`addMapType(type)`		Dodaje mapi novi `GMapType` objekt.
`removeMapType(type)`		Uklanja `GMapType` objekt iz mape.

Stanje mape

Metoda	Returns	Opis
`isLoaded()`	Boolean	Vraća *true* ako je mapa pokrenuta sa `setCenter()`.
`getCenter()`	GLatLng	Vraća geografske koordinate za centralnu tačku trenutnog pogleda.
`getBounds()`	GLatLngBounds	Vraća geografske granicu mape predstavljene vidljivim poljem.
`getBoundsZoomLevel bounds)`	Number	Vraća nivo zumiranja pri kojem de se dati `GLatLngBounds` objekt potpuno uklopiti u vidljivo polje. Nivo zuma može varirati zavisno od aktivnog tipa.
`GLatLngBounds`	GSize	Vraća veličinu polja mape u pikselima.
`getSize()`	Number	Vraća trenutni nivo zuma.

Sloj

Metoda	Returns	Opis
`clearOverlays()`	Boolean	Dodaje mapi `GOverlay` objekt.
`removeOverlay(overlay)`	GLatLng	Uklanja `GOverlay` objekt sa mape. `removeOverlay()` događaj je pokrenut samo ako je `GOverlay` objekt postojao na mapi.
`addOverlay(overlay)`	GLatLngBounds	Uklanja sve `GOverlay` objekte sa mape.
`getPane(pane)`	Number	Vraća DIV DOM element koji drži objekt u datom element `GMapPane` lejeru.

Info prozor

Metoda	Returns	Opis
`openInfoWindow(latlng, dom, [opts])`		Otvara info prozor na datoj `GlatLng` lokaciji. Ako info prozor nije potpuno vidljiv na mapi, mapa će se raširiti preko čitavog prozora. Sadržaj info prozora mora biti definisan DOM čvor.
`openInfoWindowHtml(latlng, html, [opts])`		Otvara info prozor na datoj `GlatLng` lokaciji. Ako info prozor nije potpuno vidljiv na mapi, mapa će se raširiti preko čitavog prozora. Sadržaj info prozora mora biti definisan koristeći HTML string.
`openInfoWindowTabs(latlng, tabs, [opts])`		Otvara info prozor sa karticama na datoj `GlatLng` lokaciji. Ako info prozor nije potpuno vidljiv na mapi, mapa će se raširiti preko čitavog prozora. Sadržaj info prozora mora biti definisan DOM čvor.
`openInfoWindowTabsHtml(latlng, tabs, [opts])`		Otvara info prozor sa karticama na datoj `GlatLng` lokaciji. Ako info prozor nije potpuno vidljiv na mapi, mapa će se raširiti preko čitavog prozora. Sadržaj info prozora mora biti definisan koristeći HTML string.

Primer primene objekata i metoda ove klase u projektu:

```
//JavaScript kod (scripts/JSRute.js)
//INICIJALIZACIJA MAPE ZA PRIKAZ I DODAVANJE GRADOVA U RUTU
function initialize(){
      /*
      ...
      */
      map.setCenter(zenica, 7);
      map.enableScrollWheelZoom();
      map.setUIToDefault();
      map.setMapType(G_HYBRID_MAP);
      map.disableDoubleClickZoom();
      var polyline = new GPolyline([], "#FF0000", 5);
      map.addOverlay(polyline);
      /*
      ...
      */
}
```

```
//zumiranje mape da se vide svi markeri
function zoomToBounds() {
      map.setCenter(bounds.getCenter());
      map.setZoom(map.getBoundsZoomLevel(bounds)-1);
}
//dodavanje naziva grada u box ispod sidra markera koji predstavlja
taj grad
$("#message").appendTo( map.getPane(G_MAP_FLOAT_SHADOW_PANE) );
function showMessage(marker, text){
      var markerOffset=map.fromLatLngToDivPixel(marker.getPoint());
      $("#message").hide().fadeIn()
            .css({ top:markerOffset.y, left:markerOffset.x })
            .html(text);
}
```

6.4.3. Class GMarker

Instanca `GMarker` klase se koristi da označi geografsku lokaciju na mapi. Ona implementira `GOverlay` interfejs i dodata je mapi koristeći `GMap2.addOverlay()` metodu.

U projektu je ova klasa korišćena za kreiranje i manipulaciju markerima koji predstavljaju lokacije - gradove koji su u ruti, ili znamenitosti na nekoj lokaciji.

GMarker Konstruktor

Konstruktor	Opis
`GMarker(latlng, [opts])`	Kreira novi marker na datom `GLatLng` sa opcionim elementima naznačenim sa `GMarkerOptions`.

GMarker Metode

Metoda	Returns	Opis
`openInfoWindow (content, [opts])`		Otvara info prozor preko ikone markera. Sadržaj info prozora mora biti definisan koristeći DOM čvor. Opcioni argumenti su prosleđeni koristeći `GInfoWindowOptions` klasu.

`openInfoWindowHtml (content, [opts])`		Otvara info prozor preko ikone markera. Sadržaj info prozora mora biti definisan koristeći HTML string. Opcioni argumenti su prosleđeni koristeći `GInfoWindowOptions` klasu.
`openInfoWindowTabs(tabs, [opts])`		Otvara info prozor sa karticama preko ikone markera. Sadržaj info prozora mora biti definisan kao niz `GInfoWindowTab` instanci koje sadrže sadržaj kartice kao DOM čvorovi. Opcionalni argumenti su prosleđeni koristeći `GInfoWindowOptions` klasu.
`openInfoWindowTabsHtml tabs, [opts])`		Otvara info prozor sa karticama preko ikone markera. Sadržaj info prozora mora biti definisan kao niz `GInfoWindowTab` instanci koje sadrže sadržaj kartice kao HTML string. Opcioni argumenti su prosleđeni koristeći `GInfoWindowOptions` klasu.
`getIcon()`	GIcon	Vraća `GIcon` pridruženu ovom markeru, kao što je definisano u konstruktoru.
`getPoint()`	GLatLng	Vraća `GlatLng` geografske koordinate sidra markera. Sidro je postavljeno od strane konstruktora ili izmenjeno sa `setPoint()`
`setPoint(latlng)`		Postavlja geografske koordinate sidra markera datoj `GLatLng` instanci.

6.4.4. Class GPolyline

Ako je dostupna, `GPolyline` klasa crta poliliniju na mapi koristeći preglednikove ugrađene mogućnosti za vektorsko crtanje. U drugom slučaju, polilinija se crta koristeći sliku sa Google servera.

U slučaju ovog projekta `GPolyLine` se koristi da poboljša vizuelizaciju rute puta kojom se korisnik kreće, tako što povezuje crvenom linijom gradove na istom putovanju.

GPolyline Konstruktor

Konstruktor	Opis
`GPolyline(points, [color], [weight], [opacity])`	Kreira poliliniju od niza `GLatLng` instanci. Opciono, boja linije može biti definisana kao string u heksadecimalnom formatu RRGGBB. Težina može biti definisana u pikselima, i neprozirnost se može definisati brojem od 0 do 1, gde je 0 prozirno a 1 neprozirno.

GPolyline Metoda

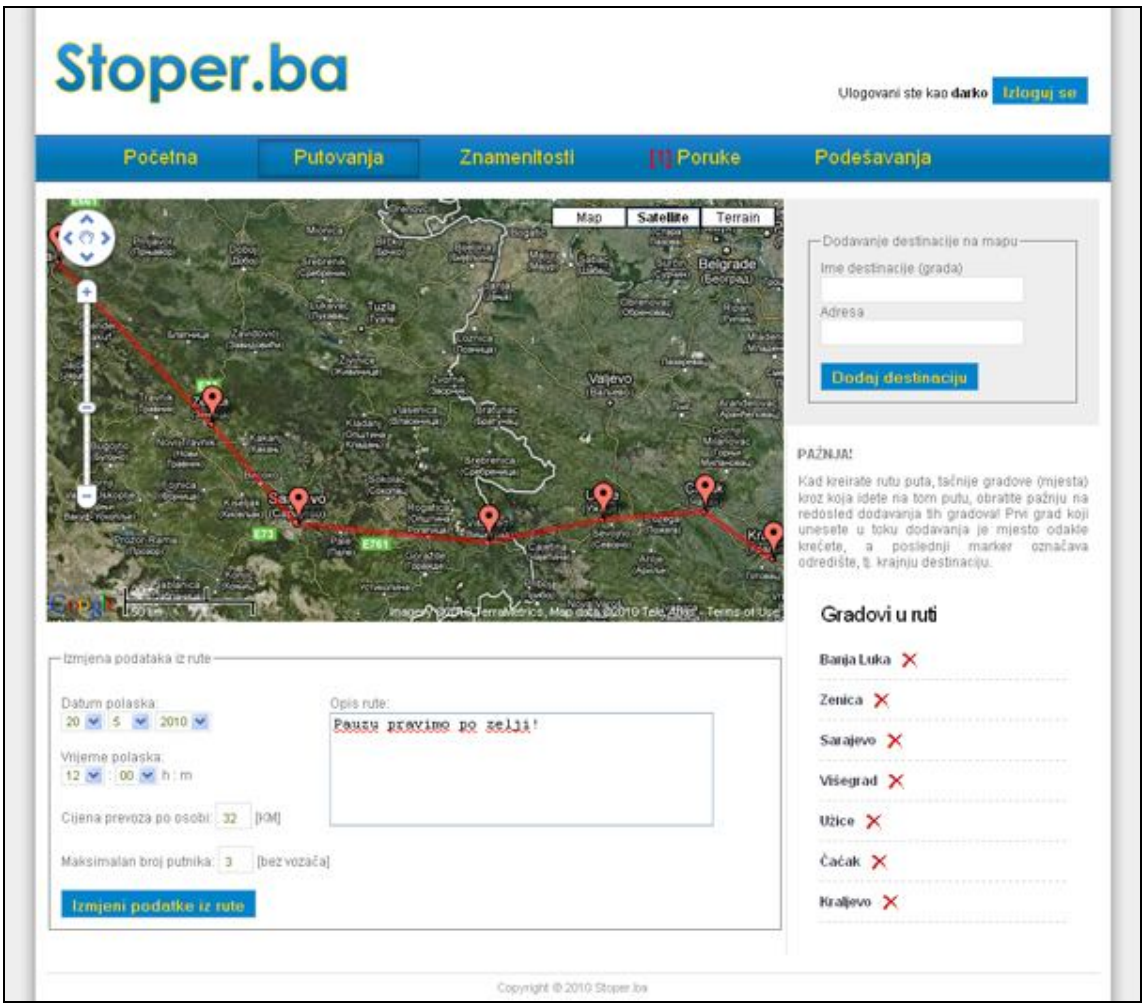
Metoda	Returns	Opis
`getVertexCount()`	Number	Vraća broj vrhova u poliliniji.
`getVertex(index)`	GLatLng	Vraća najvišu tačku sa datim index-om u poliliniji počevši od 0 za prvi vrh.

GPolyline Događaj

Metoda	Returns	Opis
`remove`		Pokrenuto kada je polilinija uklonjena sa mape.

Primer primene objekata i metoda ove klase u projektu:

```
//kreiranje nove izlomljene linije, i definisanja inicijalnog broja
lomova na 0
var polyline = new GPolyline([], "#FF0000", 5);
var c = 0;
//dodavanje lokacija na mapu, kao i na listu
function addLocation(location) {
      var point = new GLatLng(location.lat, location.lng);
      var marker = new GMarker(point);
      polyline.insertVertex(c++, new GLatLng(location.lat,
      location.lng)); map.addOverlay(marker);
      bounds.extend(marker.getPoint());
      /*
      ...
      */
      GEvent.addListener(marker, "click", function(){
            showMessage(this, location.name);
      });
}
```



Slika 27. - Primer iscrtavanja rute sa polilinijom

6.4.5. Class GIcon

`GIcon` klasa označava sliku koja će se prikazati kao ikona za `GMarker` na mapi. Ako nijedna ikona nije naznačena, koristi se `G_DEFAULT_ICON`.

Kako korisnici mogu kreirati razne vrste znamenitosti, `GIcon` pomaže da se lakše ilustruje na šta se taj marker odnosi.

GIcon Konstruktor

Konstruktor	Opis
`GIcon([copy], [image])`	Kreira novi `GIcon` objekt. Postojeće `GIcon` postavke se mogu kopirati prosleđivanjem postojeće ikone u `copy` argumentu. Opcioni `image` argument se može koristiti kao prečica ka `image` postavkama.

GIcon Konstanta

Konstanta	Opis
`G_DEFAULT_ICON`	Default-na ikona korišćena od strane markera.

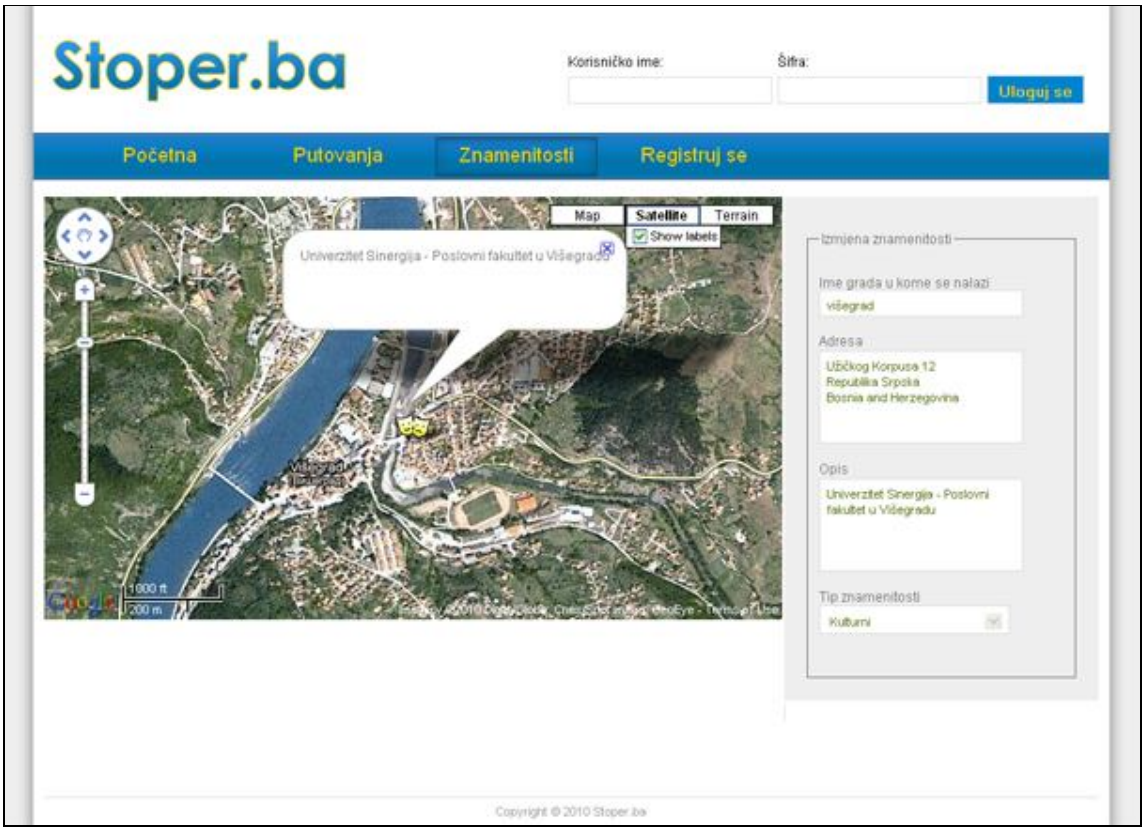
GIcon Postavke

Property	Returns	Opis
`image`	String	URL za sliku u prvom planu.
`shadow`	String	URL za sliku senke markera.
`iconSize`	GSize	Veličina piksela za sliku u prvom planu.
`shadowSize`	GSize	Veličina piksela slike senke markera.
`iconAnchor`	GPoint	Kordinate piksela sidra slike relativne na sliku.
`infoWindowAnchor`	GPoint	Kordinate piksela tačke, gde će info prozor biti usidren, relativne na sliku.

Primer primene objekata i metoda ove klase u projektu:

```
//fukcija koja kreira korisnički definisan marker, i u zavisnosti
od tipa markera, vraća odgovarajući marker na lokaciji prosleđenoj
kao argument ove funkcije
function getMarker(point){
      var custIcon = new GIcon(G_DEFAULT_ICON);
      custIcon.iconSize = new GSize(32, 32);
      custIcon.shadowSize = new GSize(59, 32);
      custIcon.iconAnchor = new GPoint(16, 32);
      var myIcons = [];
      myIcons['ent'] = new GIcon(custIcon, 'images/ent.png');
      myIcons['ent'].shadow = 'images/spos.png';
      myIcons['gov'] = new GIcon(custIcon, 'images/gov.png');
      myIcons['gov'].shadow = 'images/spos.png';
      myIcons['spo'] = new GIcon(custIcon, 'images/spo.png');
      myIcons['spo'].shadow = 'images/spos.png';
      myIcons['his'] = new GIcon(custIcon, 'images/his.png');
      myIcons['his'].shadow = 'images/spos.png';
      myIcons['cul'] = new GIcon(custIcon, 'images/cul.png');
      myIcons['cul'].shadow = 'images/culs.png';
      myIcons['fla'] = new GIcon(custIcon, 'images/fla.png');
      myIcons['fla'].shadow = 'images/flas.png';
      var type = $("#add-znamenitost select[name=vrsta]").val();
      var marker = new GMarker(point, { icon: myIcons['gov'],
draggable: true});

      switch(type){
      case '1':
            marker = new GMarker(point, { icon: myIcons['gov'],
draggable: true});
        break;
      case '2':
            marker = new GMarker(point, { icon: myIcons['spo'],
draggable: true});
        break;
      case '3':
            marker = new GMarker(point, { icon: myIcons['cul'],
draggable: true});
        break;
      case '4':
            marker = new GMarker(point, { icon: myIcons['his'],
draggable: true});
        break;
      case '5':
            marker = new GMarker(point, { icon: myIcons['ent'],
draggable: true});
        break;
      default:
            marker = new GMarker(point, { icon: myIcons['fla'],
draggable: true});
      }
      return marker;
}
```



Slika 28. - Primer dodavanja znamenitosti

6.4.6. Class GPoint

U verziji 1 GMap API-ja, `GPoint` je predstavljao geografsku širinu i dužinu. U verziji 2 API-ja predstavlja tačku na mapi na osnovu koordinata piksela. Sada se, za geografsku širinu i dužinu, koristi `GLatLng` klasa.

Iako su `X` i `Y` postavke pristupačne i moguće ih je menjati, Google savetuje da se uvek kreira nova `GPoint` instanca i izbegne se modifikovanje postojeće. U ovom projektu se ova klasa koristi samo na jednom mestu, kada se definiše horizontalni i vertikalni ofset senke slike u odnosu na sidro markera.

GPoint Konstruktor

Konstruktor	Opis
`GPoint(x, y) Creates`	Kreira `GPoint` objekt.

GPoint Postavke

Property	Type	Opis
`X`	Number	`X` koordinata se pomera na levo.
`Y`	Number	`Y` koordinata se pomera na dole.

GPoint Metode

Metoda	Returns	Opis
`equals(other)`	Boolean	Vraća *`true`* ako drugi dati `GPoint` ima iste koordinate.
`toString()`	String	Vraća string koji sadrži `X` i `Y` koordinate, odvojene zarezom i okružene zagradama, u formi (x,y).

```
custIcon.iconAnchor = new GPoint(16, 32);
```

6.4.7. Class GLatLng

`GLatLng` instanca predstavlja geografsku širinu i dužinu na projekcije mape. Iako dužina predstavlja `X` koordinatu na mapi a širina `Y` koordinatu, Google je odlučio da prati uobičajnu kartografsku terminologiju gde se prvo piše koordinata širine, praćena koordinatom dužine.

`GLatLng` instanca se koristi svaki put kada se kreira neka tačka koja ima realne koordinate na mapi.

GLatLng Konstruktor

Konstruktor	Opis
`GLatLng(lat, lng, [unbounded])`	Kreira novu `GLatLng` instancu. Ako je `unbounded` znak *`true`*, širina i dužina de se koristiti kao što je prosleđeno. U drugom slučaju, širina će biti ograničena imeđu -90 stepeni i +90 stepeni, a dužina će biti imeđu -180 i +180 stepeni.

```
//u slučaju da su setovane promenljive lat i lng mapa se centrira
na tu tačku, a ako su njihove vrednosti null, onda se mapa
inicijalno centrira na statičke koordinate
if(lat && lng){
      var tacka = new GLatLng(lat, lng);
      map.setCenter(tacka, 12);
}
else{
      var tacka = new GLatLng(44.031708, 17.429004);
      map.setCenter(tacka, 7);
}
```

6.4.8. Class GClientGeocoder

U projektu se koristi `GClientGeocoder` klasa da geokodira adrese koristeći Google-ov servis za geokodiranje.

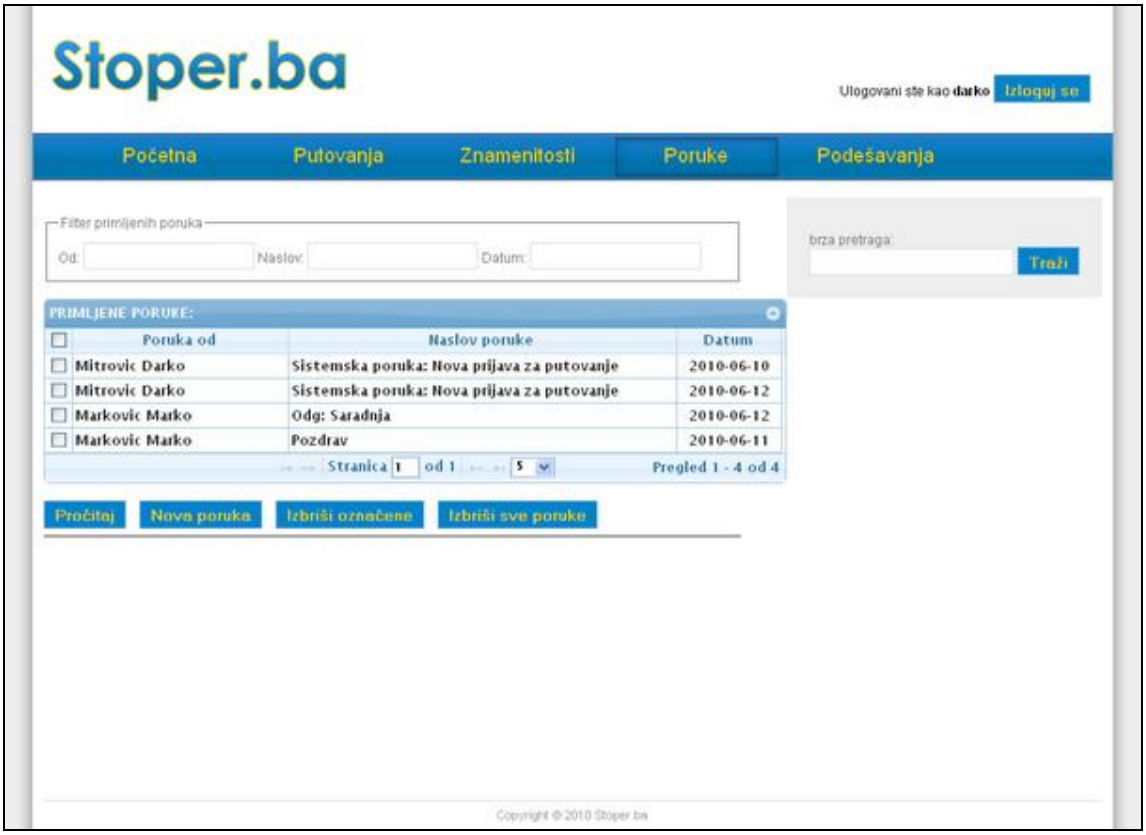
Intenzivno korišćena `GMap` klasa u ovom projektu, koristi se svaki put kada je potrebno za lokaciju neke tačke na mapi pronaći njene stvarne koordinate, i pročitati ih. Takođe se koristi da se na osnovu koordinata neke tačke dobije njena adresa u međunarodnom formatu (ulica, broj, grad, država). Bitno je napomenuti da Google ovaj servis nije implementirao ni za jedno mesto u Bosni i Hercegovini, dok su u Srbiji pokriveni samo veći gradovi.

GclientGeocoder Konstruktor

Konstruktor	Opis
`GClientGeocoder([cache])`	Kreira novu instancu geokodera. Opciono može opskrbiti svoju sopstvenu klijent stranu `GFactualGeocodeCache` objekta.

GclientGeocoder Metoda

Metoda	Returns	Opis
`getLatLng(address, callback)`		Vraća širinu i dužinu pružene adrese. Ako uspe, `callback` funkcija prima naseljeni `GLatLng` objekt. Ako adresa ne može biti pronađena `callback` prima nultu vrednost.
`getLocations(address, callback)`		Vraća jednu i više lokacija geokoda baziranu na pruženoj adresi i prosleđuje ih kao objekt odgovora `callback` funkciji. Odgovor sadrži status postavku koja može biti ispitana da se odredi da li je odgovor bio uspešan.
`getCache()`	GGeocodeCache	Vraća `cache` u upotrebi od strane instance geokodera.
`setCache(cache)`		Saopštava geokoder instanci da odbaci trenutni cache i koristi pruženi `GGeocodeCache` objekt. Ako je *`null`* prosleđen, `caching` će biti onemogućen.
`reset()`		Resetuje geokoder i `cache`.



Slika 29. - Primer prikaza poruka

7. GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEM (GIS) U TURIZMU I HOTELIJERSTVU

Geografski informacioni sistem (GIS) je pronašao namenu u mnogim sferama života, pa je tako je vrlo brzo zauzeo svoje mesto i u oblasti turizma i hotelijerstva. U samom početku geografski informacioni sistem je bio sveden na pomaganje turistima u lociranju određenih hotela ili turističkih atrakcija, dok je danas upotreba GIS-a u turizmu proširena i na marketing turističke destinacije i na analizu prometa turista.

Turizam je segment privrede u kome geografski informacioni sistemi pronalaze svoju namenu i ulaze na velika vrata. Turizam danas sve češće izražava zahteve za novim tehnologijama u upravljanju i kontroli turističkim aktivnostima, kao i u procesu odlučivanja. U početku je bilo razvijeno samo nekoliko njegovih osnovnih funkcija za potrebe turista: izbor hotela i informisanje o tržnim centrima u blizini hotela ili interesantnim turističkim atrakcijama. Međutim, sa razvojem turističke industrije, GIS ubrzo pronalazi svoju upotrebu, ne samo u izboru lokacije, već i u distribuciji, marketingu, analizi i prometu turista. Danas se ovaj alat, kada je reč o turizmu, najviše koristi u turističkom planiranju, odnosno u oblasti menadžmenta turističkih resursa.

Primena GIS-a u turizmu podrazumeva više različitih procesa[7]:

- prikupljanje, manipulaciju i čuvanje informacija vezanih za prostor na kome se vrši inventarizacija turističkih i rekreativnih resursa,
- istraživanje uslova, putem digitalnih interaktivnih karata, a u procesu identifikacije najpogodnijih lokacija za razvoj turističke delatnosti,
- integraciju baza podataka prilikom analize trendova u intenzitetu posledica turističke aktivnosti u prostoru,
- utvrđivanje itinerera i pravaca turističkih kretanja,
- prostornu analizu veza i odnosa koji postoje između različitih turističkih i rekreativnih resursa i

[7] *Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhid, D. W., Geographic Information Systems and Science, Wiley, 2003.*

- prostorno modelovanje potencijalnih uticaja turizma na datu oblast proučavanja.

GIS se danas koristi, takođe, i za utvrđivanje pogodnih oblasti za razvoj ekoturizma (mapiranje turističkih i rekreativnih resursa), odnosno za utvrđivanje oblasti u kojima je prisutan čovekov naglašen uticaj i oblasti koje se još uvek mogu nazvati „prirodnim".

Upotreba ovog savremenog alata, aplikativne geografije u turizmu, pruža odgovore na mnoga pitanja i razrešava probleme savremenog razvoja turističke delatnosti, u kojoj:

- nepoznavanje dimenzija, karaktera, veličine i značaja turističkih i rekreativnih resursa na određenoj teritoriji - od strane onih koji donose strateške odluke u lokalnoj samoupravi - GIS omogućava da se pomenuti stejkholderi informišu i upoznaju na sistematičan način sa svim raspoloživim resursima i mogućim pravcima razvoja;

- pri nemogućnosti određivanja nivoa održivosti turističkog razvoja na određenoj teritoriji GIS se koristi za praćenje i kontrolu turističke aktivnosti (kada se jednom utvrde razvojni nivoi prihvatljivi za sve stejkholdere). Ukrštajući podatke, koji se odnose na turizam, ekologiju, ekonomiju i sociokulturne aspekte, GIS pruža mogućnost da se posmatraju svi indikatori održivog razvoja turizma, kao i njihove promene;

- pri nemogućnosti upravljanja i kontrole turističkim aktivnostima GIS omogućava da se utvrde oblasti pogodne za razvoj turizma, kao i one kod kojih postoji konflikt u nameni i korišćenju prostora;

- nerazumevenje posledica, koje turizam ostavlja na okolinu, a koje su trajne, i teško popravljive, GIS rešava tako što omogućava modelovanje uticaja turističkih aktivnosti na određeni prostor i na određenom stepenu razvoja (preko mrežne analize i gravitacionih modela);

- nerazumevanje dinamičnosti turizma (turizam utiče na okolinu, ali i elementi sredine utiču na turizam), GIS spoznaje i omogućava integraciju socio-ekonomskih i ekoloških podataka, jer GIS stoji na vrhu integrisanog i strateškog prostornog planiranja u turizmu;

- nemogućnost povezivanja odgovarajućeg stepena razvoja, kontrole i upravljanja daje mogućnost GIS-u da učini podršku pri procesu odlučivanja.

Međutim, upotreba GIS-a u turuzmu i njegovom planiranju još uvek nije dovoljna. Saradnja između geografa, koji se bave prostornim planiranjem, predstavnika lokalne samouprave i javnog sektora, najblaže rečeno, je slaba. Samim tim, upotreba jednog

savremenog alata, kao što je GIS u procesu upravljanja, planiranja i donošenja strateških odluka, postaje ograničena i zanemarljiva.

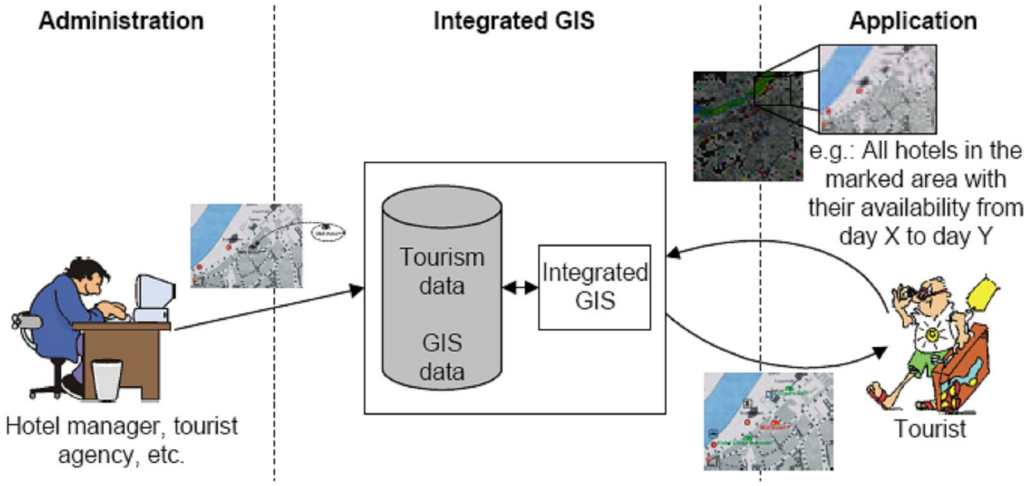
Stoga se pošlo od rešavanja krucijalnog pitanja, kada je reč o inkorporaciji GIS-a u turističku industriju, a to je o uvođenju GIS-a kao nastavnog predmeta na univerzitete koji se bave turizmom i hotelijerstvom. Ekonomski efekti turističke delatnosti su neosporni s jedne strane, ali sa druge, njegovi uticaji na ekosisteme i životnu sredinu mogu biti pogubni. Zbog toga je neophodno da svi koji rade u turizmu ili koriste njegove potencijale budu upoznati sa obema stranama medalje, te da mogu učestvovati u procesu planiranja, donošenja odluka i zaštiti ovog privrednog sektora. Kao najbolji alat, koji se može upotrebiti u procesu upoznavanja sa svima aspektima delovanja turizma u jednom prostoru, upravo se izdvaja geografski informacioni sistem.

7.1. Primena GIS-a u turizmu i hotelijerstvu

Potreba za upotrebom GIS i GPS tehnologije je posebno izražena u turizmu. Mogućnosti primene ovih tehnologija u turizmu su brojne. Njihovo korišćenje od strane turističkih agencija je značajno sredstvo marketing aktivnosti. Prilikom prezentacije turističke ponude, potencijalni kupac aranžmana može na jednostavan i sveobuhvatan način da dobije informacije u vezi nekog aranžmana (slika 30). Tako se jednostavnim upitom mogu dobiti informacije kao što je najkraći put do odabrane destinacije kroz putnu mrežu. Analizom putne mreže dobija se i vizuelna informacija o udaljenosti, pregled atraktivnosti koje se nalaze u blizini putanje koja je određena, podaci o visini putarine, lokacija mesta za odmor ili benziskih stanica i slično. Takođe pregledom interaktivnih karata može se dobiti uvid u izgled hotela ili sobe u kojoj će gost biti smešten.

Muzeji su takođe mesta gde je moguća primena ovih tehnologija. Uz pomoć GIS-a posetilac može dobiti informaciju o rasporedu eksponata u okviru muzeja te može odabrati pravac kretanja. Zatim, može biti dostupna i fotografija ili čak video zapis eksponata kao i tekstualna informacija i to na više svetskih jezika.

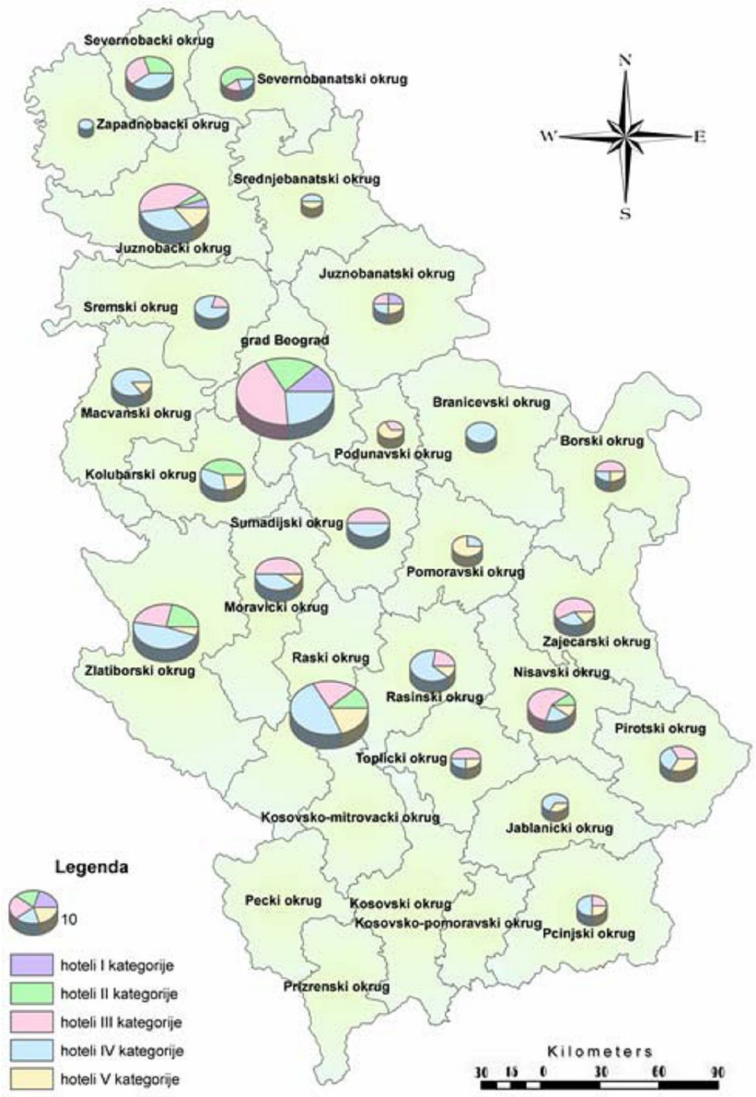
Takođe, moguće je integrisati podatake o određenom gradu u vidu turističkog vodiča. Ovakvi vodiči se već nalaze na ulicama većih evropskih gradova. Na planu grada unete su sve značajnije institucije, policijske, zdravstvene stanice, mreže javnog gradskog prevoza, taksi stanice, kao i mnoge druge informacije koje bi posetiocu grada mogle biti od koristi. Korisnicima je omogućena i pretraga baze podataka ulica tako da je na najbrži način moguće saznati i videti na mapi lokaciju za koju je korisnik zainteresovan.



Slika 30. - Integrisani GIS sistem[8]

Hotelijerstvo je takođe oblast turizma u kojoj su geografski informacioni sistemi našli primenu. Tako je moguće kreirati tematske karte koje daju uvid u strukturu hotela, strukturu ležaja, gustinu hotelskih objekata ili gustinu hotelskih ležaja, a sve u cilju optimalnijeg rasporeda i boljeg razvoja hotelijerstva (slika 31).

[8] *Verka Jovanović, Angelina Njeguš, The application of GIS and its components in turism, Yugoslav Journal of Operations Research, 2008.*



Slika 31. - Struktura hotela po okruzima u Srbiji u 2007. godini

7.2. Realizacija projekta i njegova primena u turizmu i hotelijerstvu

Kako se Web sajt se razvija oko interaktivne mape velike razolucije, svakom objektu na mapi može se pristupiti klikom na taj objekat na mapi, ili putem direktorijuma koji je podeljen na kategorije. Kategorije i potkategorije se struktuiraju, shodno potrebama traženog tržišta, i najčešće se koriste sledeće:

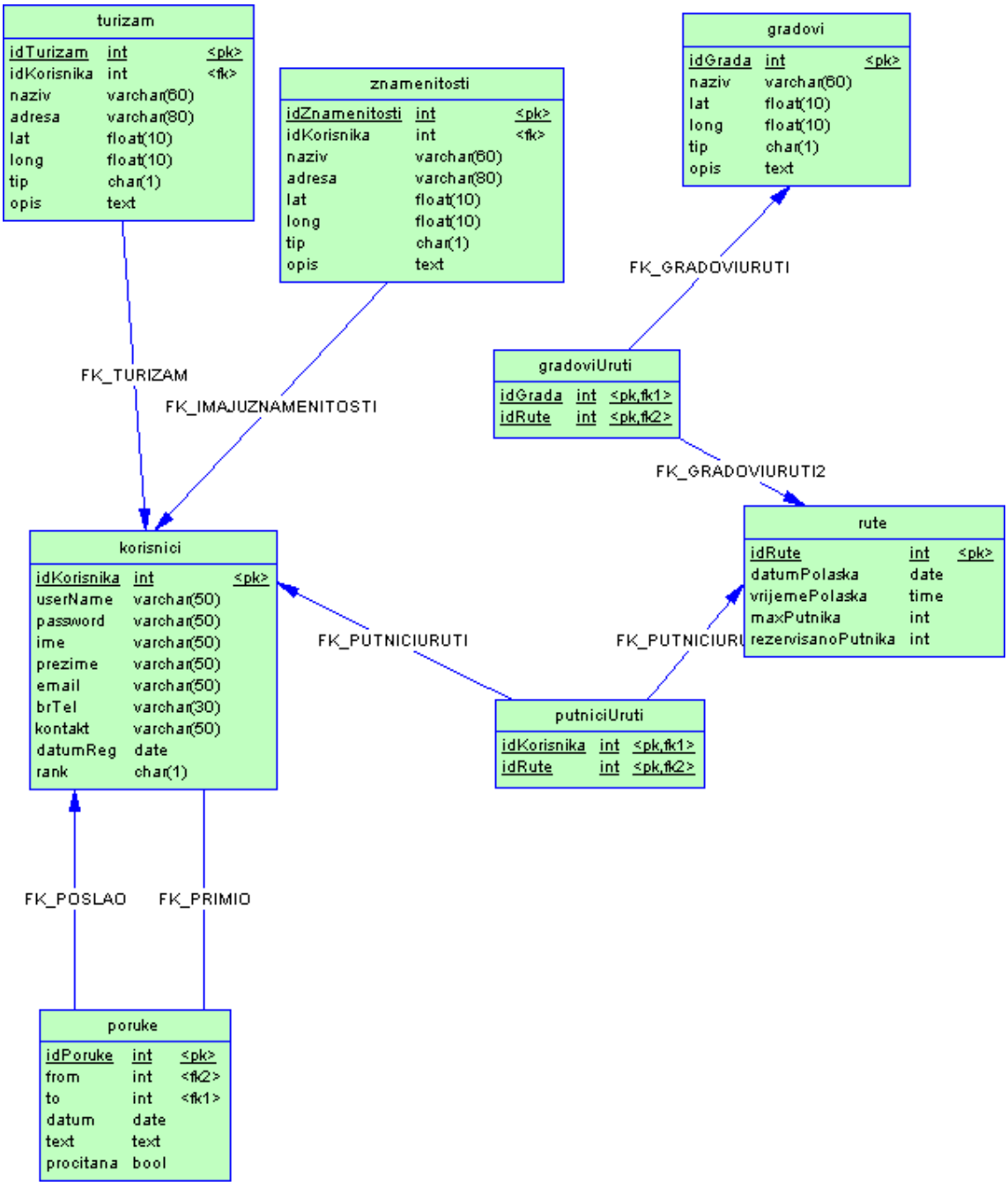
- Turizam
  - Hoteli
  - Restorani
  - Turističke kancelarije

  - Pešačke/autobuske rute
- Zabava
  - Kafei
  - Bioskopi
  - Šoping centri
  - Sporski centri
  - Muzeji
- Edukacija
  - Fakulteti
  - Škole
  - Biblioteke
- Transport
  - Autobusi
  - Metro
  - Železnica
  - Aerodrom
- Zdravstvo
  - Domovi zdravlja
  - Bolnice
  - Apoteke
- Priroda
  - Parkovi
  - Šume
- Ekonomija

Usled sve veće konkurencije na turističkom tržišu, kao i sve veće upotrebe promocije putem web tehnologija, Web sajt, koji promoviše određenu destinaciju, mora biti atraktivan posetiocu, tako da on, listajući web stranicu, dobije želju za dolaskom na tu destinaciju.

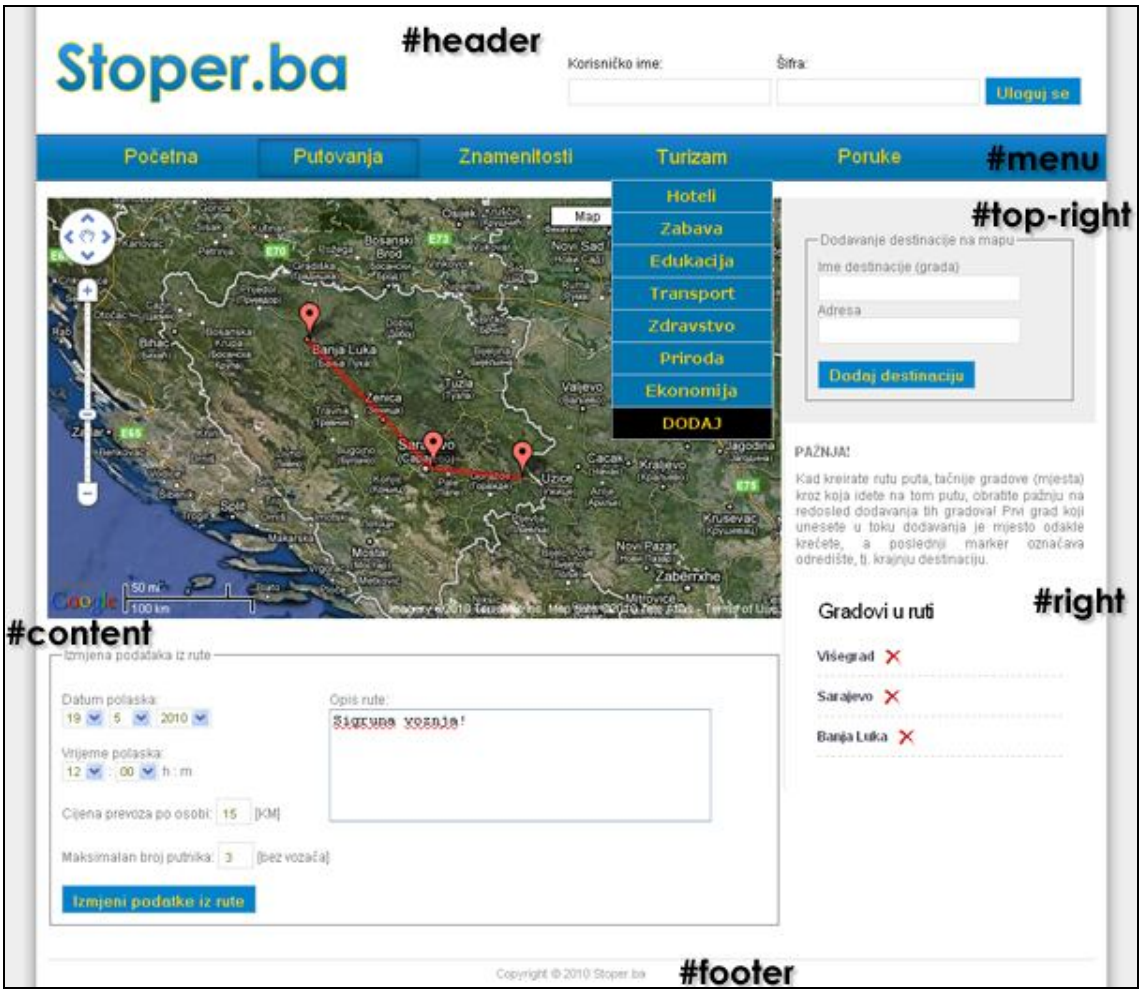
7.2.1. Nivo podataka

Kao što se vidi sa slike 32 model baze podataka je promenjen. Dodat je novi entitet *turizam*. Entitet *turizam* u fizičkom modelu baze podataka reprezentuje tabelu u kojoj se čuvaju podaci o turističkim atrakcijama, tj. hotelima, muzejima i sl.



Slika 32. – Izmenjeni fizički model baze podataka

7.2.2. Korisnički interfejs

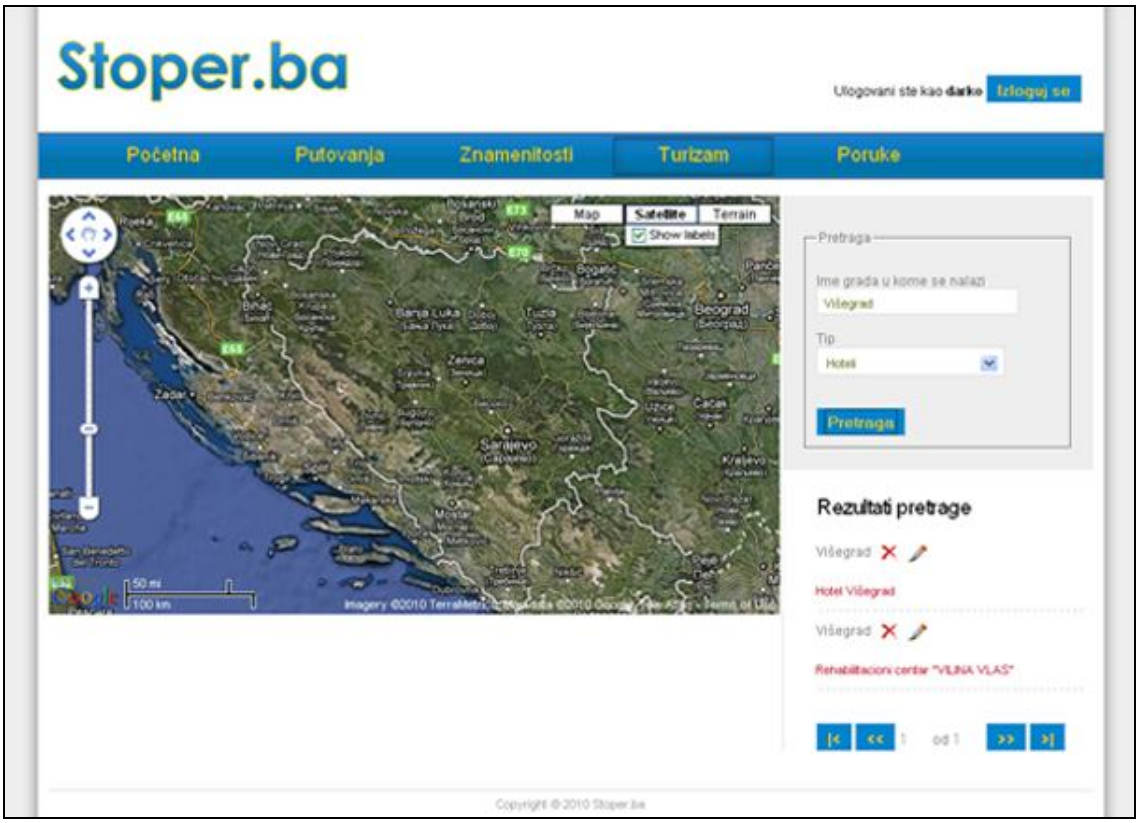


Slika 33. - Organizacija stranice po DIV-ovima sa izmenama i DIV-u menu

Pošto je izmenjen model baze podataka, moralo je doći i do promene korisničkog interfejsa. Stranica je i dalje podeljena u 6 glavnih sektora (DIV-ova) stim što je u DIV-u *menu* dodata nova stavka *Turizam*. Prelaskom miša preko stavke *Turizam,* u glavnom meniju, pojavljuje se padajući meni u kome je moguće odabrati neku od kategorije (*Hoteli, Zabava, Edukacija, Transport, Zdravstvo, Priroda, Ekonomija*).

Svaki ulogovani korisnik pored mogućnosti biranja kategorija u padajućem meniju, ima još mogućnost da odabere i stavku *DODAJ*. Odabirom te opcije otvara se nova stranice gdje je moguće dodati nove turističke destinacije.

7.2.1. Struktura Web stranice za pretragu

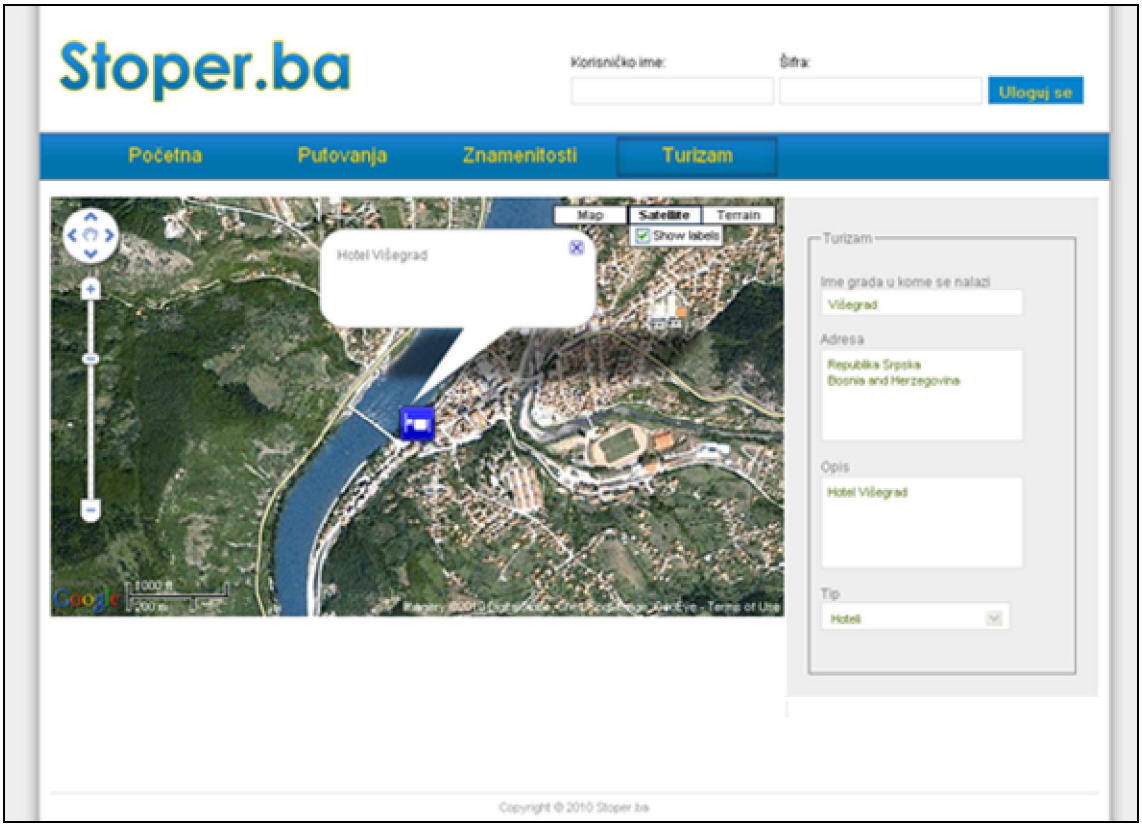


Slika 34. – Struktura Web stranice za pretragu

Da bi korisnik na jednostavan način dolazilo do određenih turističkih destinacija izrađena je stranica za pretragu.

Kod pretrage je potrebno uneti grad i odabrati željenu kategoriju, npr. grad Višegrad i kategorija Hoteli. Korisnik zatim dobija listu u kojoj su prikazani svi hoteli koji se nalaze u Višegradu (slika 34).

Nakon pretrage korisnik može da odabere neki od punuđenih rezultata i na taj način dolazi do stranice sa detaljnijim prikazom tražene destinacije (slika 35).



Slika 35. – Primer stranice sa detljnim prikazom tražene destinacije

8. ZAKLJUČAK

Iako Google Earth i Google Maps dolaze od jednog od najinovativnijih proizvođača software-a, malo je ko mogao naslutiti, bar u ovoj meri, razvoj i popularnost ovih Google GIS rešenja.

Zajedno ova dva rešenja povećavaju uloge u svetu mapiranja, koje je veoma brzo iz svoje eksperimentalne faze preraslo u jedan moćan servis pretrage na lokalnom nivou. Ovo znači da će mapiranje teritorija u budućnosti biti još više razvijano, omogućavajući korisnicima još veću interakciju sa ovom vrstom podataka.

Iako većina ljudi prvenstveno insistira na slikama veće rezolucije i većem nivou zumiranja, sadašnji nivo zumiranja predstavlja zdrav kompromis između narušavanja privatnosti i korisnosti. Napravljen je ogroman korak u ovom pogledu, i rizik da se sklizne iz okvira legalnog je pažljivo proračunat i minimiziran.

Google Maps i Google Earth predstavljaju moćan, jednostavan, efikasan i brz način obrade, prikazivanja i manipulacije sa geoprostornim podacima, i ove servise je vrlo lako adaptirati pojedinačnim korisničkim željama i mogućnostima. Ostaje jedino nada da će se Google držati na sigurnoj udaljenosti od ugrožavanja privatnosti, i u isto vreme održavati funkcionalnost ovih rešenja.

Eksplozivni razvoj informacionih tehnologija poslednjih godina dovodi ih u dodir sa naizgled veoma udaljenim oblastima, u koje spada i turizam.

Danas turisti imaju mogućnost da se, putem Interneta, upoznaju sa većom turističkom ponudom, različitim opcijama, cenama, kvalitetom usluga i iskustvima ranijih posetilaca destinacija za koje su zainteresovani.

Sve veća mobilnost pristupa informacionim i komunikacionim mrežama, a pre svega Internetu, podrazumeva i blagovremeni pristup informacijama, čak i u situaciji kada se korisnici ne nalaze ispred kućnog računara već na putu ili na samoj destinaciji.

Mogućnosti savremenih informacionih tehnologija su ogromne i u stalnom su porastu.

9. LITERATURA

[1] Beginning Google Maps Applications with PHP and Ajax - Michael Purvis, Jeffrey Sambells, and Cameron Turner, Apress 2006.

[2] Garrett J. J., "Ajax: A New Approach to Web Applications".

[2] Geoprostorne baze podataka - Zdravko Galid, ZPR-FER - Zagreb 2009.

[3] GIS Software - description in 1000 words - Stefan Steiniger and Robert Weibel, University of Calgary & University of Zurich 2009.

[4] GIS: A Computing Perspective - Worboys and Duckham, CRC Press 2004.

[6] Google Code - Google Maps JavaScript API V2.

[5] Google Technology, The Google Legacy.

[6] Google Earth User Guide - Google.

[7] Google Earth Implementation at Caltrans - Roger Ewers, GIS-T Nashville 2007.

[8] Google Hacks - Tara Calashain, O'Reilly 2002.

[9] Google, Inc, Keyhole Markup Language Documentation Introduction.

[10] Hacking Google Maps and Google Earth - Martin C. Brown, Wiley Publishing, Inc. 2006.

[11] IEEE (http://www.ieee.org).

[12] Jack Dangermond, "GIS and the GeoWeb," Retrieved on 30 May 2009.

[13] Materijali sa predavanja Univerziteta Singidunum.

[14] M. Haklay and P. Weber, "OpenStreetMap-User Generated Street Map," IEEE Pervasive Computing, Vol.7, No.4, pp.12-18, October-December 2008.

[15] OpenGIS Web Map Server Cookbook - Kris Kolodziej, Open GIS Consortium Inc. 2003.

[16] The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine - Sergey Brin and Lawrence Page, Stanford University, Stanford 2000.

[17] WebGIS - Zdravko Galid, Geodetski fakultet Zagreb, 2004.