



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
U NOVOM SADU



Vladimir Bulatović

# KOMUNALNI INFORMACIONI SISTEMI I NJIHOVA PRIMENA

SKRIPTA

*Novi Sad, 2013*

# Sadržaj

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Primeri distribuiranih GIS sistema</b>	<b>4</b>
2.1	Primeri u svetu . . . . .	4
2.1.1	San Francisko . . . . .	4
2.1.2	Katalonija . . . . .	8
2.1.3	Bavarska . . . . .	10
2.1.4	Italija . . . . .	14
2.2	Primeri u Srbiji . . . . .	19
2.2.1	Nacionalna Infeastuktura Geopodataka Srbije . . . . .	19
2.2.2	Kragujevac . . . . .	23
2.2.3	Niš . . . . .	28
2.2.4	Užice . . . . .	32
2.2.5	Subotica . . . . .	34
2.3	Poredjenje stanja kod nas i u inostranstvu . . . . .	38
<b>3</b>	<b>Koncept Geografskih Informacionih sistema</b>	<b>40</b>
3.1	Izvori podataka . . . . .	43
3.2	Koordinatni sistemi . . . . .	45
3.2.1	Opšti pregled . . . . .	45
3.2.2	Pravouglo i sferne koordinate . . . . .	46
3.2.3	Ocena parametara transformacije . . . . .	48
3.2.4	Kartografske projekcije . . . . .	49
3.2.5	Transformacije koordinata prostornih podataka . . . . .	53
3.3	Rasterski tipovi podataka . . . . .	54
3.3.1	Opšti pregled . . . . .	54
3.3.2	Karakteristike rasterskih podataka . . . . .	55
3.3.3	Kanali rasterskih podataka . . . . .	57
3.3.4	Metapodaci . . . . .	59
3.3.5	Operacije sa rasterima . . . . .	60

3.3.6	Rasterski formati podataka . . . . .	61
3.4	Vektorski tipovi podataka . . . . .	63
3.4.1	Opšti pregled . . . . .	63
3.4.2	Skladištenje vektorskih podataka . . . . .	64
3.4.3	Oznake i anotacije . . . . .	65
3.4.4	Složeni tipovi podataka . . . . .	66
3.4.5	Manipulacija vektorskim podacima . . . . .	67
3.4.6	Vektorski formati podataka . . . . .	68
3.5	Hibridni tipovi podataka . . . . .	69
3.6	Alfanumeričke baze podataka . . . . .	70
<b>4</b>	<b>Distribuiranje geopodataka korišćenjem servisa</b>	<b>72</b>
4.1	Distribuirani sistemi . . . . .	72
4.2	Klijent - Server arhitektura . . . . .	75
4.3	HTTP protokol . . . . .	76
4.3.1	Opšti pregled . . . . .	76
4.3.2	HTTP zahtev . . . . .	77
4.3.3	HTTP odgovor . . . . .	77
4.4	Common Gateway Inteface (CGI) . . . . .	78
4.5	Klijent - Server skript . . . . .	78
4.6	Servisno Orjentisana Arhitektura (SOA) . . . . .	79
4.7	Open Geospatial Consortium (OGC) web servisi . . . . .	84
4.7.1	Opšti pregled . . . . .	84
4.7.2	Web Map Service (WMS) . . . . .	85
4.7.3	Web Feature Service (WFS) . . . . .	86
4.7.4	Implementacija OGC web servisa na serverskoj strani . . . . .	88
4.7.5	Implementacija OGC web servisa na klijentskoj strani . . . . .	92
4.8	SOA komercijalnih rešenja . . . . .	96
4.9	INSPIRE direktiva . . . . .	104
<b>5</b>	<b>Model distribuiranja geopodataka u komunalnim sistemima</b>	<b>109</b>
5.1	Postojeća arhitektura . . . . .	109

5.2	Distribuirani sistem baziran na web-u . . . . .	111
<b>6</b>	<b>Implementacija rešenja</b>	<b>121</b>
6.1	Prikupljanje podataka . . . . .	121
6.1.1	Priprema izvora podataka . . . . .	126
6.1.2	Digitalizacija podataka . . . . .	129
6.1.3	Unos u bazu podataka . . . . .	132
6.1.4	Pomoćni sadržaj . . . . .	139
6.2	Kompjuterski serveri . . . . .	140
6.3	Operativni sistemi . . . . .	141
6.4	WEB Server . . . . .	142
6.5	MapServer . . . . .	143
6.6	Baze podataka . . . . .	151
6.7	Pristup servisima . . . . .	151
6.7.1	Laki klijenti . . . . .	152
6.7.2	GoogleEarth . . . . .	153
6.7.3	Klijenti sa potpunom funkcionalnošću . . . . .	153
6.8	Diskusija rezultata . . . . .	154
<b>7</b>	<b>Zaključak</b>	<b>156</b>
<b>8</b>	<b>Literatura</b>	<b>159</b>
<b>A</b>	<b>Konfiguraciona datoteka MapServer-a za WMS servis Elek- troenergetika</b>	<b>166</b>

# KOMUNALNI INFORMACIONI SISTEMI I NJIHOVA PRIMENA

## 1 Uvod

Krajem XX veka, u oblasti prostornih podataka stavljen je akcenat na razvoj Geografskih Informacionih Sistema (GIS). Nasuprot tome početak XXI veka karakterističan je za razmenu i distribuciju prostornih informacija [16]. Kao što su sistemi datoteka evoluirali u baze podataka, tako i Desktop GIS sistemi postepeno poprimaju odlike mrežnih sistema koji medjusobno razmenjuju mape, karte, planove, crteže i ostale informacije. Jedan od osnovnih zadataka svih GIS sistema je svakako povećanje interoperabilnosti.

Oblast primene GIS-a u komunalnim informacionim sistemima obuhvata široku lepezu potencijalnih klijenata medju kojima su lokalne samouprave, komunalna preduzeća, turističke informacije, šumarstvo, poljoprivreda, policija, transport, telekomunikacije, prostorno planiranje, ali i građani koji sve češće koriste internet u potrazi za uslugama i informacijama [44].

Razvoj telekomunikacija omogućio je u svim većim mestima dobre uslove za razvoj web servisa [4], stvarajući komunikacionu platformu za dalji razvoj GIS-a. Komunikaciona infrastruktura naročito je bitna za organizacije koje učestvuju u razmeni prostornih podataka kao što su javna i javno-komunalna preduzeća pod ingerencijom lokalne samouprave kao i republička javna preduzeća koja posluju na teritoriji lokalne samouprave. Poznato

je da sva danas dostupna GIS rešenja uključuju istovremeni pregled i/ili prenos velikih količina podataka od strane velikog broja korisnika. Prilikom realizacije lokalne komunikacione infrastrukture, ne može se očekivati da ona služi samo u ovu svrhu, već je sasvim očekivano da se, iz razloga povraćaja investicija, ovakva infrastruktura koristi i za mnoge druge poslove, kao što su npr. klasičan prenos podataka, VoIP, video nadzor i dr. Dodatno, zbog pružanja usluga građanima i drugim klijentima putem interneta, postoji potreba za širokopojasnim pristupom internetu kao i za stalnim prisustvom lokalne samouprave na internetu. Iako inicijalno predstavlja veće ulaganje od ostalih tehnologija, komunikaciona infrastruktura je na duže staze isplativa [37]. Ovakvi zahtevi iziskuju da komunikaciona infrastruktura mora biti: kvalitetna, robusna, pouzdana i zasnovana na najvećem mogućem tržišno dostupnom propusnom opsegu.

Na nacionalnom tržištu danas su dostupne mogućnosti realizacije komunikacionih infrastrukture koristeći sledeće tehnologije:

- privatne optičke mreže;
- privatne bežične mreže;
- privatne VPN mreže putem iznajmljivanja od provajdera;
- bežične mreže putem iznajmljivanja od provajdera;
- optičke mreže putem iznajmljivanja od provajdera;

Predmet rada jeste analiza distribucije i razmene prostornih podataka u komunalnim sistemima, uočavanje i otklanjanje problema kroz skup tehnologija i alata zasnovanih na svetskim standardima. Kroz studije slučaja dat je akcenat na arhitekturi rešenja komunalnog informacionog sistema kao složenog sistema.

Jedan od najvećih problema kod razmene prostornih podataka medju klijentima koji ove podatke koriste jeste što se informacije i pored savremene komunikacione infrastrukture i dalje razmenjuju na klasičan način koji

uključuje elektronsku i klasičnu poštu, medijume kao što su CD/DVD/USB ali i analogne karte i mape. Ovakva razmena i distribucija prostornih informacija vuče za sobom sledeće probleme:

- Format podataka je često neprilagodjen krajnjem korisniku;
- Ne postoji jasno definisana struktura podataka;
- Razmena je spora;
- Pojavljivanje više verzija istih podataka;
- Višestruko pojavljivanje istih informacija u različitim podacima;
- Problemi ažuriranja;
- Problemi distribucije širokom krugu korisnika;
- Različite institucije vode informacije o istim podacima;

Postojanje različitih softverskih sistema povlači za sobom i različite formate podataka. Kao što je poznato, kad različiti korisnici koriste iste softverske sisteme, često se javlja problem različitih verzija. Starije verzije softvera ne mogu da otvore crteže ili dokumente koje su kreirane u novijim verzijama. Ovakvi problemi često se rešavaju u međusobnim dogovorima medju učesnicima u razmeni.

CAD (computer aided design) crteži koji su danas u najširoj upotrebi kad je reč o prostornim podacima, nemaju strogo definisanu strukturu [3]. Najraniji GIS modeli koji su se bazirali na vrlo prostom modelu, vuku korene od CAD tehnologije. U CAD sistemu realnost je prikazana preko primitiva tačke, linije i poligona u vektorskom formatu. CAD model podataka nikad nije bio popularan za primenu u GIS-u, zbog svog lokalnog koordinatnog sistema koji nije najbolje rešenje za kartiranje objekata sa fizičke površi zemlje. CAD objekti nemaju primarni ključ i teško ih je povezati sa drugim objektima i atributima jer je CAD model više crtež, nego baza podataka u pravom smislu. Pored toga CAD crteži su previše fleksibilni i ostavlja se

korisnicima da sami definišu strukturu podataka kroz boje, slojeve ili neki drugi vizuelni način za prikaz podataka. Najnovije verzije CAD-a (od 2008) imaju mogućnost definisanja koordinatnog sistema i strukture, ali korisnici ranijih verzija još uvek nisu naviknuti da koriste ove performanse.

Kako se razmena podataka uglavnom vrši poštom ili lično koristeći CD/DVD/USB, uzaludno se troši vreme i ostali resursi.

Usled ispravki i raznih promena nad podacima pojavljuju se brojne verzije jednog istog seta podataka koji se ponovo razmenjuju zajedno sa podacima koji nisu menjani. Usled malih prepravaka, ponovo se šalju ili primaju celi crteži.

Veći deo podataka po pravilu sadrži neke informacije koje se ponavljaju i u ostalim setovima podataka. Na primer, većina topografskih planova sadrži informacije o ulicama i kućnim brojevima koje ne moraju biti predmet interesovanja onoga kome su podaci namenjeni.

Ažuriranje podataka je krajnje otežano, jer i nakon ažuriranja, potrebno je dostaviti svim korisnicima najnoviju verziju. Ukoliko različite institucije vrše ažuriranje, dolazi do preklapanja i uvek postoje razlike.

Ukoliko su podaci namenjeni širem krugu korisnika, potrebno ih je dostaviti na više mesta. Kada se radi o desetini, to ne predstavlja problem, ali kada se radi o stotinama ili čak hiljadama korisnika, teško da se može tvrditi da su svi dobili poslednju verziju seta podataka.

Ukoliko različite institucije vrše ažuriranje, dolazi do preklapanja i uvek postoje razlike. Na taj način teško je utvrditi čija je verzija ažurnija.

## **2 Primeri distribuiranih GIS sistema**

### **2.1 Primeri u svetu**

#### **2.1.1 San Francisko**

Grad i država San Francisko koristi GIS tehnologiju unutar svojih



odeljenja i službi kako bi unapredila operacionalne i analitičke funkcije još od 1994. godine. Odeljenje za javne radove je od katastarskog plana kreiralo baznu mapu na kojoj će se prikazivati sve ostale prostorne informacije. Oko pet godina trajali su naponi da se bazna mapa ažurira i dobije današnji izgled. Konsolidacija prostornih informacija je predstavljala prilišno veliki problem iz razloga što je svaka služba vodila sopstvenu evidenciju. Usled toga, odeljenje za telekomunikacije i informacione servise San Franciska preuzelo je odgovornost na razvoju centralizovanog gradskog GIS-a.

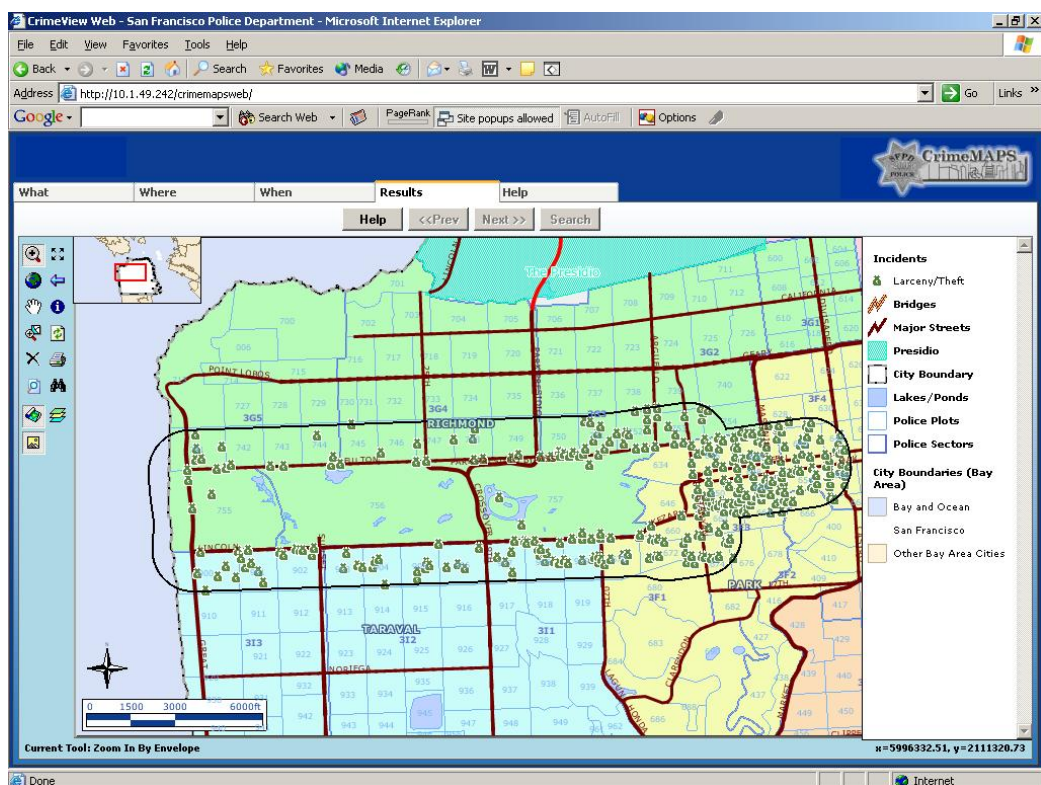
San Francisko GIS sistem obezbeđuje pouzdano mapiranje, podatke i aplikacije za grad i državu San Francisko. Sistemom administrira DT (Departman za Tehnologiju) i glavni ciljevi su:

- Održavanje i prezentovanje visoko kvalitetnih prostornih informacija javnim servisima grada i javnosti;
- Prezentovanje ključnih servisa građanima preko portala gradova;
- Izbegavanje nepotrebnih i redundantnih informacija i smanjenje troškova kroz bolje upravljanje;

U okviru projekta postoji nekoliko servisa [15]:

- SFViewer;
- SFParcel;
- SFProspector;
- SFFind;
- CrimeMAPS;

SFViewer je bazna GIS aplikacija koja omogućuje pregled po različitim temama unutar San Franciska. Pored toga, ostali servisi omogućuju preglede parcela, nekretnina, mapa sa podacima o prekršajima i krivičnim delima...



Slika 1: Mapa kriminala

Servis SFFind služi za pretragu informacija kao što su na primer koja je najbliža škola ili biblioteka, policijska stanica i sl.

Potpuna realizacija gradskog GIS-a će omogućiti stručnim službama gradova i javnosti bolje korišćenje resursa, podatke za analizu, metodologiju planiranja prostora, nov način razmene informacija između službi i brže i tačnije servise zasnovane na lokaciji.

Tokom poslednjih deset godina, GIS je postao održivo rešenje za lokalne samouprave u upravljanju, organizaciji i analizi prostornih informacija. Nekoliko velikih gradova uključujući Los Andjeles, Čikago, Sijetl su uvideli da se GIS može efikasnije koristiti ukoliko se podaci organizuju kao gradski deljivi resurs. Gradska preduzeća koristeći GIS, ne samo da učestvuju u procesima održavanja, nego i pokreću ključne servise za potrebe kako zaposlenih tako i gradjana.

Uvidjajući sve prednosti velikih kompanijskih GIS rešenja u odnosu na Desktop GIS aplikacije, mnoge vladine agencije konsoliduju prostorne podatke u zajednički model koji je pogodan za svakog člana koji participira u projektu. Budući da postoji značajna saradnja između gradskih preduzeća koji ove podatke koriste, koncept razmene i ažuriranja podataka je kritičan jer samo ažurne informacije čine GIS upotrebljivim na duže staze.

San Francisko je prepoznao ove potrebe i kao jedan od rezultata ovog projekta postavljen je GIS portal grada.

Korišćenje GIS-a zasnovanog na web-u omogućuje svim korisnicima dinamički pregled prostornih informacija (objekti na mapi su inteligentni, selekcijom se dobijaju informacije) korišćenjem web browsera. Ovu formu koriste mnogi za različite svrhe. Ključne prednosti ove tehnologije:

- Korisnici imaju dinamički, živ pristup informacijama. Ako se neka informacija promeni ili ažurira, korisnik vidi rezultat;
- Korisnici mogu kombinovati podatke iz različitih izvora;
- Jednostavnije je istraživanje i postavljanje upita;

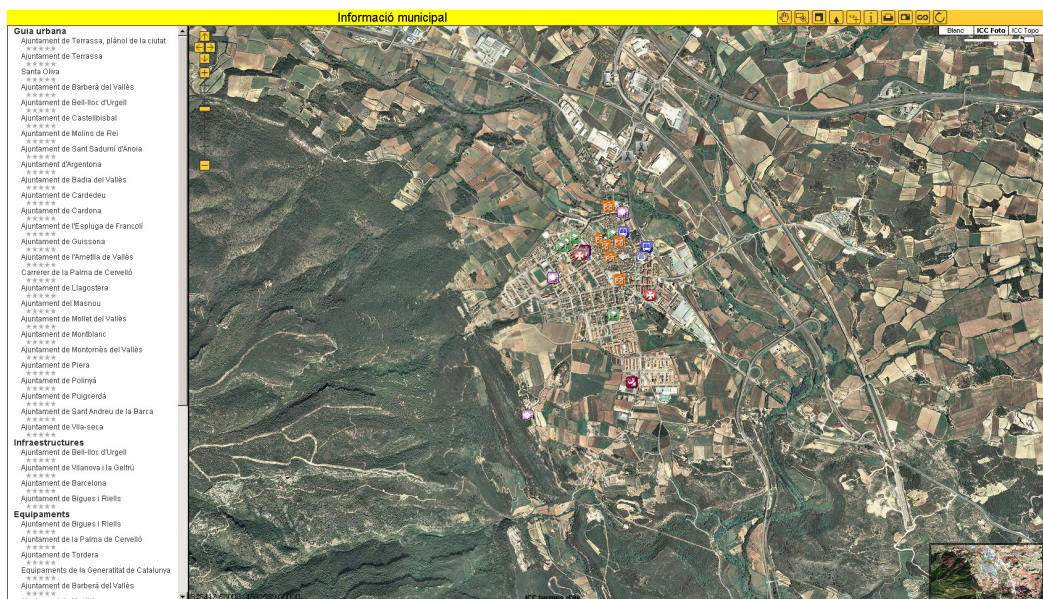
Grad i država San Francisko koristi ESRI ArcIMS proizvod za razmenu prostornih informacija između korisnika i do građana. ESRI je partner sa gradom i kontinualno se radi na obuci zaposlenih kako bi se osigurala efikasna i odgovarajuća usluga.

### 2.1.2 Katalonija

Decembra 2005. godine u Kataloniji donet je zakon koji uredjuje područje o prostornim informacijama. Kreiranje, distribucija, organizacija i održavanje sistema SDI Katalonije poverena je “Kartografskom Institutu” Katalonije [1]. Projektom je bliže definisana regulativa vezana za infrastrukturu i centar za podršku koji je tehnička organizacija zadužena za promociju, eksploataciju i održavanje SDI sistema.

Osnovne aktivnosti SDIC centra su da:

- sprovodi razvoj funkcija u skladu sa regulativom;
- distribuira, promoviše i unapredjuje infrastrukturu;
- participira i saradjuje u nekoliko aktivnosti sa telima kao što je INSPIRE;
- uredjuje i razvija nove teme podataka koji su od javnog interesa;
- radi na tehnološkom razvoju i povećanju interoperabilnosti sa JP Katalonije koje participiraju u projektu;
- razvija geoportal;



Slika 2: Geoportal Katalonije

SDI je skup tehnologija, standarda, usluga i ljudskih resursa neophodnih za izradu, upravljanje, pristup, distribuciju i korišćenje prostornih podataka na različitim nivoima. SDI je osnova za istraživanje prostornih podataka, vrednovanje i korišćenje bilo da je reč o javnom, poslovnom, akademskom ili vladinom sektoru.

Kada korisnici imaju potrebu za prostornim informacijama ili uslugama bilo kog tipa, stvara se haotična situacija, ako ne zna gde može da ih pronadje. Ovo takodje stvara administrativne komplikacije kada je reč o pravima korišćenja i naplati.

SDI okruženje pojednostavljuje ovakvu situaciju zahvaljujući izradi geoservisa i kataloga.

Prednosti su višestruke:

- Bolja pretraga informacija;
- Brz pristup do podataka;
- Interoperabilnost;

- Podrška odlučivanju;
- Smanjenje troškova;
- Podrška kreiranju novih poslovnih mogućnosti;

Pretraga, pronalaženje, analiza i povezivanje sa SDIC vrši se preko metapodataka o podacima i servisima koje nude različiti provajderi. Prikupljanje metapodataka je otvoreno i vrši se prema ISO 19115/19139 standardima. Geoportal vizualizuje različite teme sa prostornim podacima, a web servisi i aplikacije imaju interfejs koji omogućuje slanje upita i prijem odgovora preko mrežnih protokola.

### 2.1.3 Bavarska

Geografski, Bavarska je najveća federalna država Nemačke sa površinom od 70553 kvadratna kilometra sa 12.5 miliona stanovnika. Više od polovine teritorije koristi se za poljoprivredu.

Razvoj regionalne strategije infrastrukture prostornih podataka Bavarske SDI-BY koja se gradi u saglasnosti sa SDI-DE i INSPIRE direktivama predstavlja jedan od ključnih ciljeva vlade. Od Augusta 2008 Bavarska ima mandat da donese zakon o SDI i uskladi ga sa INSPIRE direktivom.

SDI Bavarske se gradi od 2004. godine. Projekat vodi ministarstvo finansija. Koordinacioni odbor SDI Bavarske donosi strateške odluke i sastavljen je od Bavarskih ministarstava, gradskih javnih preduzeća i ekonomskih asocijacija. Provajderi podataka i usluga i korisnici sastaju se dva puta godišnje, dogovaraju standarde, koncepte i iniciraju projekte od značaja za zajednicu.

Kancelarija SDI Bavarske je regionalna organizacija odgovorna za INSPIRE i koordinaciju procesa na operacionom nivou i zapošljava pet ljudi. Glavne odgovornosti za SDI-BY kancelariju uključuju [62]:

- Implementacija INSPIRE direktive i lokalnih zakona iz domena prostornih podataka;

- Nadzor SDI projekta;
- Analiza i podrška razvoja tehničkih standarda;
- Razvoj korisničkih profila;
- Saradnja sa nacionalnim i inostranim organizacijama za standarde;
- Saradnja sa drugim SDI projektima, naročito sa GDI-DE i INSPIRE;
- Razvoj strategije;
- Promocija i PR SDI-BY;

SDI-BY je izradjen u skladu sa korak po korak pristupom implementirajući korisnički orjentisan SDI. Konkretni projekti se koriste da zadovolje specifične zahteve. Kreiranje i distribucija podataka posmatraju se kao odvojeni procesi, koji se sprovode u bliskoj saradnji sa organizacijama koje učestvuju. Prostorni podaci se dobijaju od geodetskih zavoda, a tematski kao što su podaci vezani za poljoprivredu, životnu sredinu, policiju i slično dobijaju se iz organizacija koje su nadležne za navedene informacije. Podaci su strukturirani u geo-bazi podataka i pristupa im se preko WMS i WFS servisa. Takodje se pružaju usluge kao što je katalog metapodataka i servis za preuzimanje.

SDI Bavarske nastoji da prikupi sve prostorne podatke, objedini prostorne servise podataka i metapodataka od javnih preduzeća i vladinih agencija u integralni servis kreirajući bazu podataka.

U skladu sa nacionalnim, evropskim i internacionalnim telima za standardizaciju kao što su OGC i ISO, bavarski IT standardi su usvojeni kao povezane specifikacije u cilju obezbedjenja logistike bavarskoj administraciji. Osim toga, primenjuju se prema procesima izvodljivosti savezne preporuke o standardima i arhitektura elektronskog poslovanja za SAGA GIS aplikaciju.

Projekti se finansiraju iz budžeta. Bavarsko ministarstvo donosi odluke vezane za elektronsko poslovanje i informatičku integraciju. Kada se definišu osnovne komponente koje će se koristiti, npr. integralna baza podataka,

geo-portal, prostorni podaci i servisi, pokreće se SDI infrastruktura. Glavni projekti su:

- Digitalni drevni spomenici;
- Digitalni katastar;
- Korišćenje zemljišta;
- Digitalni sistem za finansiranje poljoprivrednika;
- Digitalna zaštićena radilišta;
- Digitalni informacioni sistem kvaliteta zemljišta;

Preko WMS i WFS servisa podaci su organizovani po sledećim temama:

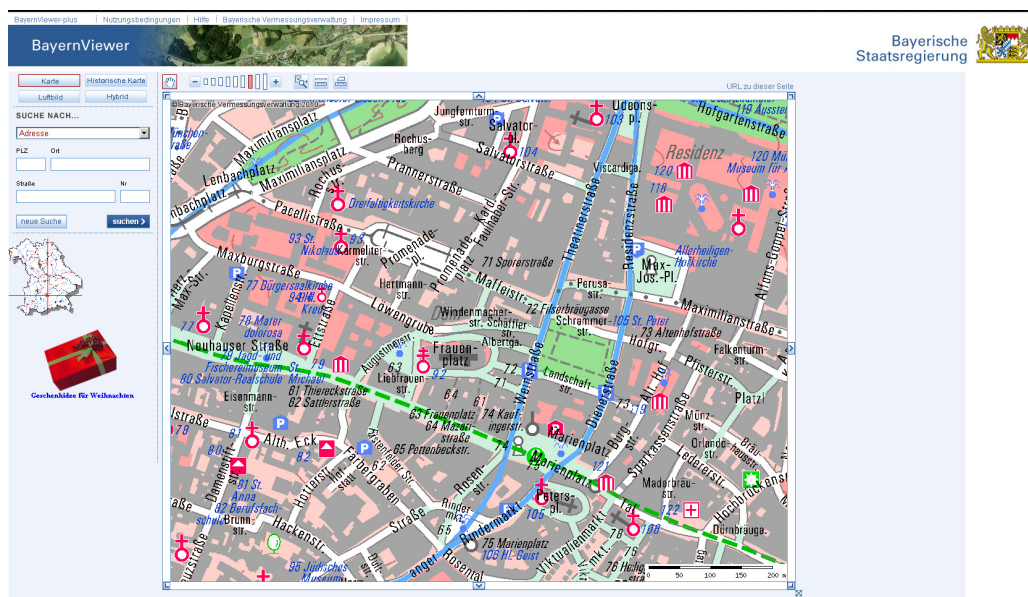
#### ***Bazni podaci***

- Digitalni ortofoto plan;
- Digitalne topografske mape razmere 1:500000, 1:50000, 1:25000;
- Digitalne mape 1:10000;
- Digitalne katastarske mape 1:1000;

#### ***Tematski podaci***

- Mapa kvaliteta zemljišta;
- Geološke mape 1:500000, 1:200000, 1:100000, 1:25000;
- Zaštićene zone;
- Mape drevnih spomenika;
- Mape grada;
- Mape poslovnih parkova;





Slika 3: Geoportal Bavarske

Metapodacima administrira ministarstvo za životnu sredinu Bavarske i prikupljaju se u ISO 19115 formatu. Geoportal Bavarske je ulazna tačka za sve podatke, servise i metapodatke. Nekoliko aplikacija je dostupno u okviru geoportala uključujući pregled poljoprivrednih, vodnih i kulturnih resursa koji su implementirani pomoću OGC standarda:

- WMS servis u okviru GIS sistema;
- Zemljišni informacijski sistem, razvijen od strane Bavarskog Geološkog Instituta;
- Komercijalne web strane, razvijene od strane privredne i trgovačke komore;
- WMS servisi na PDA uređajima;
- WMS servisi na mobilnim telefonima;

Na ovaj način, korišćenjem usvojenih specifikacija, servisi i preporuke ohrabruju tehničku razmenu podataka i kao rezultat izbegava se redundansa i ostvaruje višestruka dobit.

#### 2.1.4 Italija

Politička i administrativna decentralizacija predstavlja jedan od prioriteta u Italiji. Uz poštovanje nadležnosti nad teritorijom, neke od odgovornosti sa nacionalnog nivoa spuštaju se na regionalni ili gradski nivo.

U ovom kontekstu, pokrenuta je inicijativa za izradu SDI koju vodi Tehnički Koordinacioni Komitet sa ciljem razvoja zajedničke vizije, smernica i alata [2]. Projekti koji su pokrenuti postaju sve više i više moćno skladište za prostorne informacije. Zasnovani su na sporazumu između ministarstava i javnih regionalnih uprava.

Italijanski NSDI se izrađuje i od postojećih podataka kojima administrira pet javnih servisa i od novih koji se prikupljaju savremenim metodama.

Tokom godina, nacionalne agencije koje su prikupljale i upravljale prostornim podacima kao što su Vojno Geografski Institut, Pomorsko-Hidrografska Institut, Geo-topografski informativni centar avijacije, Katastar i sve ostale relevantne agencije aktivno su uključene u projekat SDI Italije. Preciznije, ove agencije su odgovorne za proizvodnju vektorskih mapa sitnije razmere 1:25000 i sitnije koje pokrivaju celu teritoriju, dok regionalne agencije uz podršku privatnog sektora izrađuju topografske mape 1:10000 i 1:5000 za potrebe prostornog planiranja i druge svrhe. Katastarske mape 1:1000 i 1:2000 su u različitom koordinatnom sistemu sa različitim datumom u odnosu na topografske mape.

Prvi sporazum je potpisan 1996 od strane nekoliko ministarstava, regiona i lokalnih samouprava i definiše mogućnost pristupa ogromnoj kolekciji podataka, standarde i harmonizaciju sadržaja kroz usvajanje specifikacija. Odluke su obavezujuće za sledeće agencije: Ministarstvo zaštite životne sredine, Ministarstvo Finansija (Katastar), Ministarstvo odbrane, Zavod za Informacione tehnologije, lokalne samouprave...

Glavni cilj ovog sporazuma je bio da se realizuje SDI Italije u periodu od 6-8 godina. Takođe je uspostavljeno koordinaciono telo u vidu Tehničkog Koordinacionog Komiteta koje je sastavljeno od predstavnika administra-

tivnih celina. Komitet pored smernica, strategije i tehničkih specifikacija formuliše i ponude i inicijative u cilju optimizovanja i ubrzavanja procesa kreiranja SDI. Misija i punomoć ovog tela mogu se uporediti sa INSPIRE komitetom.

Italijanski Tehnički Koordinacioni Komitet razmatra podizanje svesti i izgradnju kapaciteta kao ključni strateški element, iz razloga što je važno dokumentovati i postojeća iskustva i mogućnosti finansiranja. Takodje je važno integrisati nacionalne i regionalne resurse.

2000. godine izmenama i dopunama sporazuma od 1996. godine definiše se:

- Izrada tehničkih specifikacija;
- Izrada setova podataka prema specifikaciji;
- Aktivnosti koje pomažu objavljivanje i stavljanje klijentima na korišćenje prostornih informacija kroz kartografske kataloge;

Sačinjene su sledeće tehničke specifikacije:

- Baza podataka fundamentalnih tema (1:10000);
- Digitalni model terena;
- Geodetske mreže;
- Baza podataka topografskih planova;

ISO 19111 standard je razmatran prilikom izrade ovih specifikacija i predstavljaju dobar temelj za dalji razvoj INSPIRE specifikacija sa iskustima iz SDI drugih zemalja. Ove specifikacije su naročito važne za izradu novih setova podataka. Kao posledica harmonizacije kartografskih tema izradjene su i sledeće teme:

- Administrativne granice;

- Hidrografija;
- Mreža puteva;
- Mape grada;

Svi slojevi su u UTM koordinatnom sistemu sa WGS84 datumom.

Svi projekti koji su na nacionalnom i regionalnom nivou finansiraju se preko Ministarstva za zaštitu životne sredine. Tehnički koordinacioni komitet saradjuje sa privatnim sektorom zaduženim za prikupljanje podataka, akademskim institucijama i javnim organizacijama preko foruma i seminara koji se organizuju u cilju što bolje informisanosti. Unutar javne administracije, podaci se razmenjuju bez ikakve takse.

U cilju obezbeđivanja javnog servisa kao nacionalnog portala, Ministarstvo za zaštitu životne sredine organizuje sve provajdere podataka na svim nivoima. Portal implementira tehničku i organizacionu infrastrukturu kao detaljni, sigurni i skalabilni GIS servis za potrebe javne administracije, privatnih firmi i građana. Pristup se bazira na federalnom modelu, koji je heterogeni sistem, u nadležnosti federalnih jedinica, ali se interoperabilnost obezbeđuje usvajanjem zajedničkog konceptualnog modela. Ceo sistem omogućuje upravljanje i nadzor prostornim podacima i održavanje zvaničnih topografskih mapa koristeći geoinformacione tehnologije obrade ortofoto snimaka. Sve nove teme moraju biti u saglasnosti sa koordinatnim sistemom Nacionalnih geodetskih mreža.

Koristeći internet, portal implementira GIS i alfanumeričke podatke. Korisnički interfejs je jednostavan i omogućuje jednostavnu navigaciju i pretraživanje podataka preko www paradigme.

Servisi koriste mrežu nacionalne mrežne infastrukture za efikasnu razmenu i distribuciju podataka izmedju Nacionalnog Digitalnog Kartografskog portala i drugih lokalnih čvorova koji predstavljaju servere lokalnih samouprava. Razmena prostornih informacija radjena je po ugledu na koncept razmene alfanumeričkih informacija koje su prethodno usvojene.



Slika 4: Geoportal Italije

Nacionalni portal hostuje setom zajedničkih podataka nacionalnog značaja, dok federalni čvorovi hostuju informacijama koje su od regionalnog značaja. Svi federalni sistemi čine komponentu gde svaka od njih ima interfejs prema podacima, servisima i šemi. Nacionalni portal je finansiran sredstvima EU i budžet je oko 650 hiljada evra.

Troškovi SDI Italije na nacionalnom nivou dati su u sledećoj tabeli.

<b>Troškovi razvoja tehničkih specifikacija na nacionalnom nivou</b>	<b>Cena [euro]</b>
Specifikacije za prostorne baze podataka (1:1000 - 1:250000, ulice, adrese)	80,000
Specifikacija za postojeće vektorske podatke	130,000
Specifikacija za integraciju topografskih i katastarskih podataka i namena korišćenja zemljišta 1:10000 i 1:25000	210,000
Specifikacija za DMT (sa realizacijom) i ortofoto	2,200,000
<b>Troškovi koordinacije</b>	
Podrška funkcionalnosti Koordinacionom Tehničkom Komitetu, Direktoratu, GIS laboratoriji, katalogu metapodataka	4,340,000
Proizvodi, servisi i akcije za distribuirano korišćenje postojećih podataka	310,000
<b>Troškovi podešavanja geoportala</b>	
Geoportal	670,000
<b>Troškovi nacionalnih geopodataka</b>	
Otofoto 1:10000 (analiza postojećih)	260,000
DMT 1:10000	280,000
Administrativne granice u vektorskom formatu	210,000
Mape Vojno-geografskog Instituta	260,000
Geodetske mreže	280,000
Informativni vektorski podaci	1,140,000
Nivelmanski podaci	670,000
Referentne mreže	4,350,000
Vektorske topografske mape 1:5000 i 1:10000	8,680,000

Ovi troškovi odnose se samo na razvojnu fazu. Troškovi kreiranja setova podataka nisu obračunati. Ukupni troškovi razvoja SDI Italije kreću se od 13 – 17 miliona evra. Oko 8.6 miliona evra potrebno je za razvoj regionalnih komponenti.

Godišnji troškovi održavanja odnose se na:

- Katalog metapodataka 69,000 evra/godišnje;
- Laboratorija 129,000 evra/godišnje;
- Kursevi 6,000 evra/godišnje;
- Informacije 14,000 evra/godišnje;
- Tehnička podrška 120,000 evra/godišnje;
- Podrška koordinacionom telu 26,000 evra/godišnje;
- Opšti troškovi 49,000 evra/godišnje;

## 2.2 Primeri u Srbiji

### 2.2.1 Nacionalna Infeastuktura Geopodataka Srbije

Republički geodetski zavod izradio je Nacrt strategije za uspostavljanje infrastrukture prostornih podataka u Republici Srbiji za period 2010. do 2012. godine, u okviru norveškog donatorskog projekta "RGZ – Statens kartverk tvining projekat – faza III ". Savet NIGP-a, nakon razmatranja i pribavljanja mišljenja nadležnih ministarstava i drugih državnih organa, podneo je Predlog strategije NIGP-a Vladi Republike Srbije na usvajanje.

Vlada Republike Srbije na sednici od 28.10.2010. godine usvojila je Strategiju za uspostavljanje NIGP-a u Republici Srbiji za period 2010. do 2012.

Strategija definiše aktivnosti i mere koji će u narednom periodu voditi ka kreiranju srpske infrastrukture koja obezbeđuje razmenu kvalitetnih skupova prostornih podataka i servisa zasnovanih na saradnji između učesnika za potrebe javnog sektora, privrede i javnosti uopšte [60]. Cilj je definisanje smernica za sve uključene strane da kreiraju nacionalnu infrastrukturu za lako pretraživanje, pregled i razmenu geoinformacija, koja je istovremeno deo evropske infrastukture i bitan element za medjunarodnu saradnju u ovoj oblasti.

Evropska direktiva INSPIRE obezbeđuje okvir za kreiranje infrastrukture harmonizovanih informacija o prostoru unutar i između zemalja članica. Istovremeno, direktiva definiše zajednički prilaz pitanjima pristupa i razmene digitalnih geopodataka i na taj način predstavlja moćan alat koji utiče na razvoj evropskog informacionog društva. Strategija uspostavlja jaku vezu između INSPIRE implementacije i razvoja nacionalnog okvira za geopodatke.

Predstojeće aktivnosti tela NIGP su usmerene na definisanje jasnog tehničkog, organizacionog, pravnog i finansijskog okvira za buduće delovanje. U narednom periodu Savet NIGP-a će obezbediti podršku za implementaciju

strategije i upoznavanje Vlade Republike Srbije, subjekata NIGP-a i javnosti o dobrobitima uspešno uspostavljene zajedničke infrastrukture podataka o prostoru.

Republički geodetski zavod deluje kao koordinator na uspostavljanju NIGP-a na nacionalnom i medjunarodnom nivou, tako što podstiče relevantne institucije da udruže napore u obezbedjenju geopodataka i istovremeno profesionalce i široku javnost da koriste mogućnosti zajedničke infrastrukture podataka o prostoru. Uspeh realizacije strateških ciljeva zavisice od jedinstva u rukovodjenju predvidjenim aktivnostima u praksi, pri čemu je suštinski važna posvećenost i saradnja svih učesnika.

Uspešna realizacija Strategije osiguraće efektive javne servise, snažno usredsredjene na ispunjenje potreba za dostupnim i kvalitetnim geoinformacijama javnom i privatnom sektoru, kao i gradjanima Srbije, što ujedno predstavlja bitan doprinos razvoja e-uprave.

Strategija će usmeravati stvaranje NIGP-a u Srbiji kroz sledeće strateške oblasti:

1. Saradnja;
2. Prostorni podaci i servisi;
3. Standardizacija;
4. Pravni okvir;
5. Geodetski referentni sistem;
6. Finansiranje;
7. Istraživanje, razvoj i edukacija;

Strategija uspostavljanja infrastrukture prostornih podataka za period 2009 – 2012 usmerena je na definisanje principa, ciljeva i odgovarajućih mera koje razmatraju postizanje optimalne upotrebe geoinformacija u Srbiji.



Glavni cilj strategije je kreiranje nacionalne infrastrukture za obezbeđivanje geoinformacija za javni sektor, privredu i javnost uopšte.

Svrha strategije je promocija eksploatacije i dobiti za državu, privredu i javnost od geoinformacija i stvaranje okvira za podršku nacionalnim i evropskim inicijativama. Cilj je obezbeđivanje razmene kvalitetnih i upotrebljivih skupova prostornih podataka i servisa zasnovanih na saradnji unutar geosektora.

Efikasna i isplativa razmena informacija između javnog i privatnog sektora zahteva korišćenje zajedničkih prostornih podataka kroz servise garantovane dostupnosti i kvaliteta. Program strateškog delovanja treba da osigura višestruko iskorišćenje pune vrednosti informacija sa prostornim karakteristikama za dobrobit društva u celini.

Takodje, jedan od strateških ciljeva je kreiranje okvira za podršku razvoja nacionalnog informacionog društva i međunarodne saradnje zasnovane na savremenim inicijativama i učešće u aktuelnim evropskim projektima.

Implementacija strategije zahteva paket administrativnih, organizacionih i tehnoloških mera, koje će se realizovati kroz podršku pravnog okvira i odgovarajuće politike. Savet NIGP-a će koordinirati ostala tela NIGP-a i uključenih grupa da osigura jedinstven razvoj različitih strateških komponenti.

Akcioni plan opisuje strateške ciljeve usmerene na sedam posebnih oblasti. Svaka strateška oblast označava napor na postizanju sistematske interakcije između svih učesnika.

Republički geodetski zavod ima centralnu ulogu u implementaciji strategije kao snabdevač fundamentalnim prostornim podacima. RGZ je nezaobilazan u koordinaciji između uključenih partnera i obezbeđivanju periodičnih informacija za Savet NIGP-a o statusu u svrhu praćenja implementacije strategije.

Savet NIGP-a, sa RGZ-om kao koordinatorom, treba da promoviše strateške ciljeve u geosektoru u svrhu realizacije postavljenih ciljeva. Informacije o tekućim NIGP aktivnostima i strategiji plasiraće se kroz seminare,

članke u medijima, web prezentacije i slično.

Savet NIGP-a, zajedno sa RGZ-om, dužan je da pripremi predlog ažuriranog akcionog plana uzimajući u obzir napredak i novonastale potrebe. Takodje, Savet NIGP-a ili delegirano telo pripremaće godišnji izveštaj sa prikazom implementacije strategije počev od 2010. godine. Revizija strategije uradiće se najkasnije do kraja 2012. godine na osnovu saznanja stečenih iz postignutih rezultata tokom prethodnog perioda i svetskih tendencija u geosektoru. Organizovaće se seminar za strane uključene u NIGP i ostale zainteresovane grupe u svrhu upotpunjavanja revidirane verzije strategije i podnošenja Vladi Republike Srbije na usvajanje.

Saradnja i koordinacija su fundamentalne za postizanje uskladenosti izmedju svih učesnika u geosektoru. Isto tako, jako je važno zadržati stalan balans izmedju mogućnosti infrastrukture prostornih podataka i potreba korisnika.

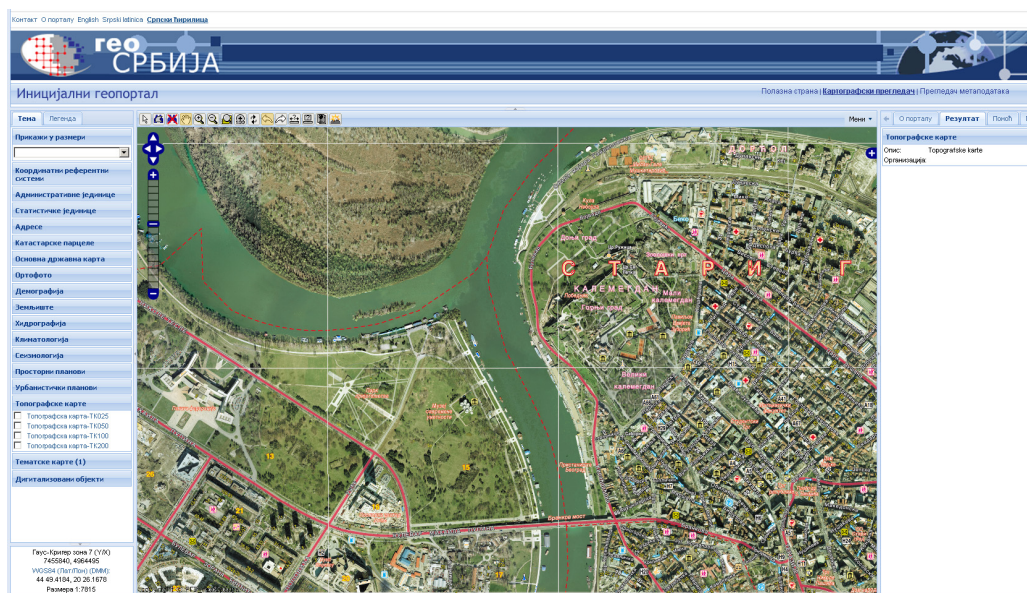
Izvori finansiranja neophodni za operativni program strategije biće obezbedjeni unutar državnog budžeta i finansijskog okvira. Trenutne i planirane investicije u informacionu tehnologiju su strateški važne za razvoj nacionalne infrastrukture.

Politika cena uglavnom treba da osigura efikasno korišćenje resursa. Ipak, ako informacije budu korišćene u komercijalne svrhe unutar privatne ili javne delatnosti, tražiće se tržišna cena. Neophodno je postići balans izmedju onih što plaćaju i onih što imaju dobit od integrisane infrastrukture. Servisi metapodataka obezbediće besplatne metapodatke.

INSPIRE direktiva obavezuje institucije nadležne za podatke da izmene sopstvene podatke radi usaglašavanja sa direktivom. Troškovi ispunjenja ovih zahteva treba da bude finansirani iz sredstava same organizacije.

Uspešna implementacija strategije rezultiraće u efikasnoj i raznovrsnoj upotrebi dostupnih prostornih podataka, razvoju novih servisa i boljem pristupu informacijama. Takodje, obezbediće se okvir za razvoj nacionalnog informacionog društva i medjunarodne saradnje unutar geoinformacionog sektora.

Geografski informacioni sistemi polako postaju shvaćeni kao alat pogodan za bolje funkcionisanje opštinskih službi i povezivanje izmedju opština.



Slika 5: GeoSrbija

Zbog nepostojanja sistematskog organizovanja podataka na nacionalnom nivou, opštine su samostalno pokrenule inicijativu za uspostavljanje sopstvenog GIS okruženja.

Skoro svaka opština u Srbiji ima aktivnu internet prezentaciju, a pojedine imaju elektronske servise za izdavanje dokumenata, što je značajan korak u smeru unapređivanja usluga prema korisnicima.

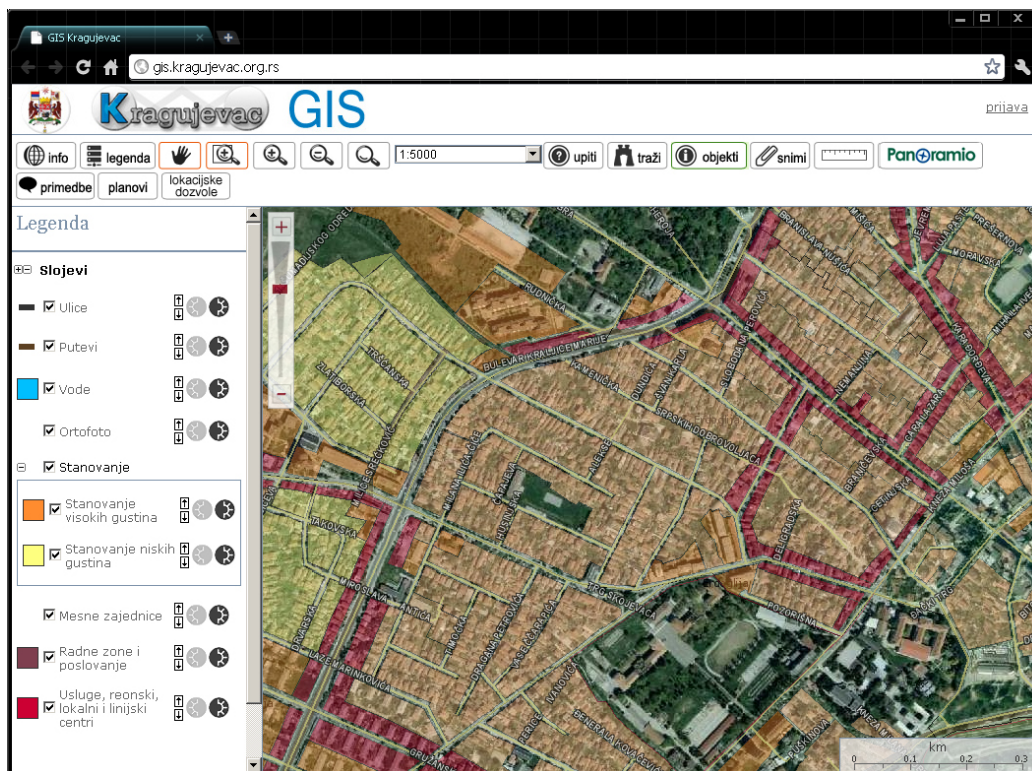
### 2.2.2 Kragujevac

Inicijativa za razvoj Geografskog Informacionog Sistema (GIS) Kragujevca potekla je svojevremeno od strane JP Direkcija za urbanizam Kragujevac (Direkcija), kao preduzeća zaduženog za prostorno planiranje, koje samim tim prikuplja i objedinjuje sve relevantne informacije o prostoru.

Od 2001. godine, u lokalnoj samoupravi su se pojavili kadrovi koji su prepoznali interes lokalne samouprave u ovom projektu pa je on dobio i

neophodnu političku podršku. Od 2002. godine kao učesnik - konsultant u razvoju GIS-a pojavljuje se USAID kroz projekat SLGRP i kompaniju DAI, a od 2005. ovu ulogu preuzima Nemačka organizacija za tehničku saradnju GTZ.

Osnovni cilj pokretanja ovog projekta je dobijanje pouzdanog zajedničkog informacionog sistema na nivou lokalne samouprave, koji će služiti kao alat za efikasnije, ekonomičnije i modernije upravljanje gradskim resursima a neposredan povod je duga procedura izdavanja gradjevinskih dozvola i nepostojanje informacija o prostoru grada na jednom mestu, dostupnih svim učesnicima u razvoju i održavanju grada [31].



Slika 6: GIS portal opštine Kragujevac

Ideja je da korisnici ovog GIS-a budu sve gradske i republičke službe od čijeg rada zavisi ispravno funkcionisanje grada. U saradnji sa Zavodom za urbanizam iz Subotice i firmom "Manufaktura" iz Subotice, Direkcija je ušla

u razvoj softvera za GIS i izdavanje građevinskih dozvola kao modula koji će koristiti kapacitete GIS-a.

Početakom 2002. godine IO Grada Kragujevca doneo je rešenje o obrazovanju Koordinacionog tima za formiranje GIS-a. Ovaj tim je 2005. godine rešenjem gradonačelnika Kragujevca preimenovan u Radnu grupu.

Zadatak Radne grupe je da:

- definiše koncept GIS-a;
- ostvaruje kontakt sa relevantnim firmama i institucijama radi izrade i realizacije projekta;
- definiše izvore finansiranja projekta;
- formira GIS centar sa pripadajućim nadležnostima u realizaciji GIS projekta;
- definiše softverske i hardverske platforme koje će se koristiti za prikupljanje podataka u GIS bazu;
- formuliše saradnju Službe za katastar nepokretnosti i Grada na preuzimanju podataka premera i daljeg učestvovanja u realizaciji GIS-a;
- formuliše saradnju GIS centra i gradskih i drugih službi na realizaciji GIS-a;
- prati izvršenje poslova, planira i kontroliše sredstva za dalji razvoj GIS-a preko GIS centra;

Koncept GIS-a Grada Kragujevca čine šest projektnih celina:

- pravni okvir (definisanje odnosa medju članicama GIS-a);
- prostorni podaci (nabavka podataka);
- logistika sistema - Radna grupa, GIS centar;
- ITK mreža;

- softver;
- prilagodjavanje gradskih uprava i institucija članica GIS-a novom načinu rada;

Izvršena je nabavka opreme, hardvera i softvera kao i povezivanje članica Radne grupe sa Gradom i Direkcijom.

Kao aplikacija GIS-a za interni i javni portal koristi se softver firme "Manufaktura" iz Subotice razvijen u saradnji sa Direkcijom i Zavodom za urbanizam iz Subotice. Pored toga, izvršena je i nabavka softvera različitih namena za potrebe pojedinih članica GIS-a a u svrhu obrade podataka i funkcionisanja sistema.

Osnovan je GIS centar pri Direkciji sa svojim nadležnostima:

- administriranje i održavanje sistema u funkcionalnom stanju;
- priprema baza podataka i aplikacija za korišćenje u sistemu;
- koordinacija poslova na kreiranju baza podataka pojedinih članica;
- obuka korisnika sistema;
- permanentni razvoj sistema;

Potpisani su sledeći dokumenti:

- Izjava o partnerstvu u procesu uvođenja, održavanja i korišćenja GIS-a Grada Kragujevca, potpisana između Grada kao nosioca posla i 18 organa, organizacija i preduzeća;
- Sporazum o saradnji na GIS Grada Kragujevca, potpisan između Grada kao nosioca posla i 17 organa, organizacija i preduzeća, predstavlja pravni akt koji definiše prava i obaveze učesnika u GIS-u grada Kragujevca;
- Ugovor između Grada i RGZ-a o izradi digitalne baze katastra vodova, a zatim Grada i sufinansijera/vlasnika vodova;

Uporedo sa tim radilo se na prikupljanju podataka.

Do sada su obezbedjeni:

- ortofoto planovi iz 2002. i 2005. godine;
- statistički i popisni krugovi sa bazom popisa 1991. i 2002. godine;
- digitalni plan ulica sa pozicijama kućnih brojeva za potrebe pretraživanja po adresi;
- urbanistički planovi (oko 350 planova u PDF formatu);
- skenirani katastarski planovi;
- digitalni katastarski planovi (pola gradjevinskog područja);
- karta geologije;
- baza gradske rente;
- digitalna baza katastra vodova;

U pripremi su Protokoli o saradnji koji definišu procedure sistema, na primer:

- Protokol o razmeni podataka;
- Protokol o ažururanju podataka;
- Protokol o ustupanju podataka trećim licima;
- Protokol o izradi novih funkcija sistema;

Protokole definiše Radna grupa za GIS Grada Kragujevca a usvajaju institucije-članice i Grad Kragujevac.

Uradjen je idejni projekat za razvoj optičke mreže. Do tada će se koristiti usluge zakupa veza preko Telekoma.

Očekivani efekti GIS-a Grada Kragujevca

- brža reakcija nadležnih službi na zahtev klijenata kao i otvaranje mogućnosti za detaljnije analize i planiranje;
- mogućnost za sredjivanje prostornih podataka i usaglašavanje istih sa postojećom dokumentacijom;
- mogućnost lakšeg planiranja, projektovanja i održavanja svih infrastrukturnih mreža;
- smanjenje šteta na vodovima davanjem na uvid trasa drugim komunalnim infrastrukturnim preduzećima;
- poboljšanje komunikacije sa svim učesnicima koji na bilo koji način učestvuju u planiranju razvoja grada;
- privlačenje investicija preko GIS javnog portala;

### 2.2.3 Niš

Tokom perioda stvaranja Geografskog Informacionog Sistema, organizacija Grada Niša kao lokalne samouprave se menjala iz organizacije grada sa dve lokalne samouprave, jedinstvenom gradskom upravom i sekretarijatima i službama kao nadležnim organizacionim jedinicama za pojedine oblasti u organizaciju grada sa pet gradskih opština i pojedinačnim gradskim upravama i službama kao nadležnim organizacionim jedinicama za pojedine oblasti lokalne samouprave.

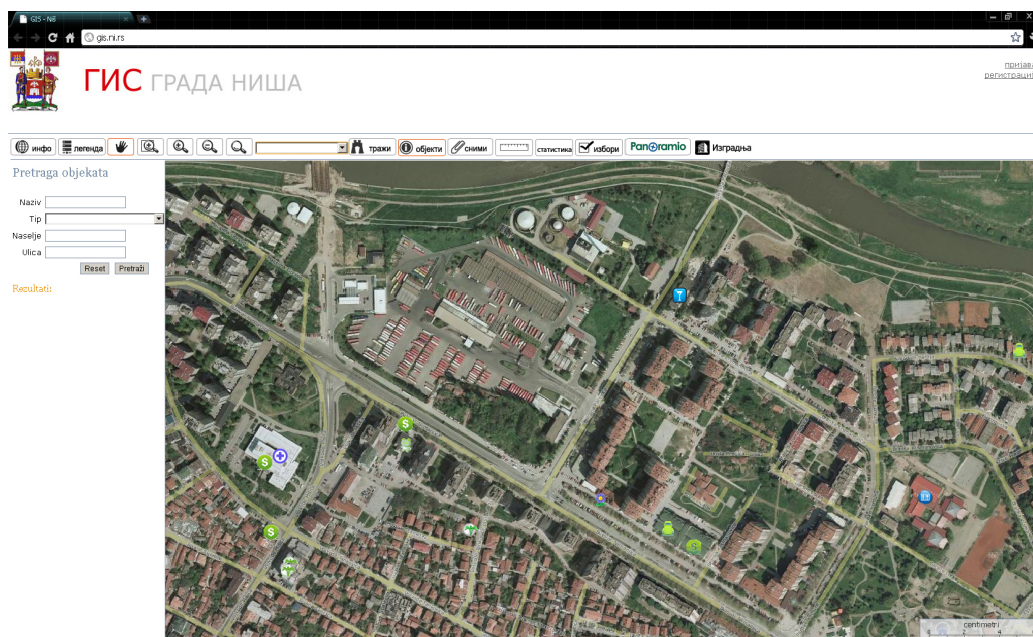
U ranijem periodu oblast GIS-a kao informacionog sistema je spadala pod nadležnost Sekretarijata za razvoj i informacioni sistem dok danas, prema postojećoj organizaciji Grada Niša, pripada pod nadležnost Uprave za informatičke i komunikacione tehnologije Grada Niša (Uprava za IKT Grada Niša).

Ideja o stvaranju GIS-a Grada Niša je stara više decenija, tokom kojih su postojali odvojeni pokušaji da se realizuju projekti GIS-a Grada Niša na nivou pojedinih institucija, pre svega u okviru JP Direkcije za izgradnju



Grada Niša i JP Zavod za urbanizam Grada Niša a u saradnji sa akademskim sektorom.

Već duže od 15 godina, JP Zavod za urbanizam i JP za izgradnju Grada Niša sistematski koriste digitalizovane geodetske podloge i ortofoto snimke prilikom izrade urbanističko-planske dokumentacije koristeći CAD aplikaciono okruženje. Geo-podatke veoma dugo u svom radu koriste i većina komunalnih javnih preduzeća kao što su na primer, JKP Naisus (vodovod i kanalizacija), JKP Toplana i drugi. Prilikom izdavanja akata iz oblasti planiranja i izgradnje, geo-podatke od 2001. godine počinje da koristi i nadležna organizacija Gradske uprave Grada Niša, Sekretarijat za urbanizam i komunalne delatnosti, kada se i javlja zahtev za složenije korišćenje geo-podataka u vidu formiranja određene vrste GIS-a Grada Niša.



Slika 7: GIS portal opštine Niš

Marta 2005. godine Grad Niš imenuje Radnu grupu za GIS Grada Niša sa zadacima:

- izrada vizije i koncepta;

- analiza postojećeg stanja;
- analiza usaglašenosti sa GIS standardima;
- analiza logistike i organizacije sistema;
- definicija profila sistema;
- definicija funkcionalnih specifikacija sistema;
- uvođenje sistema;

Novembra 2007. godine potpisan je pravni okvir GIS-a Grada Niša koji se sastoji od Memoranduma o razumevanju i Sporazuma o saradnji [43]. Potpisnici ovog pravnog okvira su Grad Niš, sva javna i javno-komunalna preduzeća pod ingerencijom Grada Niša kao i republička javna preduzeća članice Radne grupe za GIS, uključujući i Republički geodetski zavod.

Još od 2002. godine, tada nadležni Sekretarijat za razvoj i informacioni sistem, a danas nadležna Uprava za IKT Grada Niša, stvara preduslove za realizaciju GIS-a Grada Niša. Pomenuti preduslovi se pre svega tiču realizacije komunikacionih kapaciteta u vidu jedinstvene gradske računarsko-telekomunikacione mreže, koja je u svom većem delu realizovana kao privatna optička mreža a u svom manjem delu korišćenjem telekomunikacionih kapaciteta nacionalnog provajdera Telekoma Srbije. Dodatno, stvarani su neophodni informatički kapaciteti i resursi neophodni za realizaciju GIS-a kao što su serveri, radne stanice, prateći softveri i sl. Takođe, svaka od članica Radne grupe za GIS je, nezavisno od Grada Niša, imala određena ulaganja kako u informatičke tako i u komunikacione kapacitete svoje organizacije. Posebno, ono što se smatra veoma važnim korakom ne samo ka GIS-u već i ka punoj e-Upravi, u prethodnom periodu je realizovana veza širokog propusnog opsega ka Internetu kao i ka Vladi Republike Srbije.

U okviru jedinstvene gradske računarsko-telekomunikacione mreže povezane su 23 lokacije širom Grada Niša, od kojih 15 optikom i 8 korišćenjem moderne L2 VPN usluge (2Mbit/s) Telekoma Srbije. U radu jedinstvene gradske

računarsko-telekomunikacione mreže koristi se profesionalna Cisco oprema. Mreža pokriva sve gradske uprave i službe, određeni broj javnih i javno-komunalnih preduzeća, lokalni RGZ i Telekom Srbije (napomena: iako mreža lokacijski pokriva ove organizacije, njihovo uključenje u mrežu će uslediti nakon potpisivanja Protokola o razmeni podataka ili nekog sličnog akta).

Operativni sistemi na radnim stanicama, odnosno klijentima većine organizacija je u najvećem broju slučajeva Windows XP. Primetno je sve veće usmerenje ka primeni open-source rešenja, u čemu prednjači OpenOffice aplikacija, bilo na Windows, bilo na Linux platformi. Platforme servera su Linux, Debian (u poslednjoj verziji), dok je GIS server open-source MapServer (u poslednjoj verziji). U sklopu prelaska na novi nacionalni domen .rs predviđena nova adresa GIS Portala je <http://gis.ni.gov.rs>.

Postojeće baze podataka su sledeće:

- ortofoto snimak Grada Niša iz 2006. godine;
- digitalizovani popisni i statistički krugovi;
- poslednji rezultati popisa (2002. godina);
- rezultati poslednjih izbora;
- ulice i kućni brojevi (sa funkcijom pretraživanja);
- generalni plan Grada Niša;
- gradsko gradjevinsko zemljište;
- katastar lokacionih investicija;
- katastar vodova;

Dalji razvoj je usmeren na povezivanje GIS Portala sa primenama u organizacijama učesnicama GIS projekta kao i pripremi za šire korišćenje i primenu GIS Portala od strane gradjanstva. U tom smislu GIS Portal je dobio svoj zaštićeni Intranet deo, čiji će dalji razvoj biti usmeren u smislu podrške

za razmenu geo-podataka izmedju organizacija učesnica GIS projekta, kao i za podršku realizacije zadataka putem sledećeg skupa aplikacija:

- aplikacija za izdavanje odobrenja za izgradnju (tzv. građevinskih dozvola) i komunalnih naknada;
- aplikacija za rešavanje odobrenja za nelegalnu gradnju u procesu legalizacije;
- aplikacija za pomoć u obradi inspeksijskih predmeta;
- aplikacija za pomoć u obradi imovinskih predmeta;
- aplikacija za pomoć u obradi predmeta iz saobraćajne, komunalne i oblasti energetike;
- aplikacija za izradu tematskih mapa na osnovu rezultata popisa, izbora, itd.;

Takodje, već postojeći Internet deo će biti proširen novim funkcijama i uslugama ka građanima. Naravno, oba dela portala će biti stalno dopunjavana novim geo-podacima.

Svi podaci i aplikacije se nalaze na serverima u nadležnoj Upravi za IKT Grada Niša, koja i vrši administraciju celog sistema.

#### **2.2.4 Užice**

Lokalna samouprava Užice je započela razvoj GIS-a lokalne samouprave sa pilot projektom "Baby GIS". Koristeći jedan plan detaljne regulacije, koji je pokrивao oko 7% teritorije grada, prikazano je funkcionisanje sistema "u malom", sa ciljem da se zaposleni u službama lokalne samouprave i javnim preduzećima upoznaju sa novim tehnologijama i da se na taj način stvori osnova za razvoj GIS-a lokalne samouprave [65].

Uvodjenje sistema je sprovedeno uz angažovanje spoljnih konsultanata iz firme "GISDATA" Beograd i njegov tok je prikazan na internet stranici lokalne samouprave.

Osnovna obuka je izvedena sa zaposlenima u službama lokalne samouprave, javnim preduzećima i republičkim preduzećima iz Užica. Kada je reč o realizaciji ovog projekta, može se zameriti velikom oslanjanju na stručni kadar konsultanata i neblagovremeno formiranje sopstvenog stručnog tima, koji bi uz konsultante realizovao projekat do kraja i bio spreman da planira realizaciju daljih aktivnosti, uz minimalno učešće konsultanata i spoljnih saradnika.

Pozitivno je, međjutim, to što se shvatilo da nema napredovanja bez tog tima i formiranja nekog tela (predstavnici svih učesnika u realizaciji GIS-a) koje bi jasno definisalo procedure za prikupljanje i razmenu podataka. Formiran je Koordinacioni tim od predstavnika lokalne samouprave, kao i javnih preduzeća lokalne samouprave i Republike. Njegove su obaveze definisane memorandumom koji su potpisali svi učesnici u daljem razvoju GIS-a. Tu spada:

- Analiza prostorno-planske dokumentacije kojom raspolaže lokalna samouprava;
- Analiza podataka kojima raspolažu potpisnici memoranduma;
- Ocena i definisanje nivoa detaljnosti svih podataka;
- Sagledavanje mogućnosti konverzije podataka iz različitih formata u ESRI format (digitalizovanje mapa i podataka koji nisu raspoloživi u toj formi);
- Upoznavanje sa budućim planovima vezanim za prostorni plan lokalne samouprave i generalni plan Užica;
- Stvaranje uslova za izradu centralnog modela podataka geoprostorne baze podataka i integraciju svih podataka pod centralni model;
- Definisane potrebnog nivoa podataka u centralnom modelu po detaljnosti i količini informacija koji je potreban lokalnoj samoupravi;

- Definisane prava i nivoa ograničenja na centralnom serveru;
- Stvaranje uslova za povezivanje svih potpisnika Memoranduma sa bazom podataka;

Po završetku svakog pojedinačnog zadatka, Koordinacioni tim je dužan da napiše izveštaj o realizaciji kako bi svi potpisnici verifikovali navedene aktivnosti i definisali one koje još predstoje.

U skladu sa memorandumom, a pošto su ispunjene obaveze, potpisnici će detaljnije i u posebnom ugovoru objaviti dalje aktivnosti za realizaciju GIS-a za lokalnu samoupravu Užice.

Trenutno, koordinacioni tim radi na analizi statusa svih učesnika u razvoju GIS-a kako bi organima lokalne samouprave podneo predlog daljih koraka koje treba sprovesti.

Jedan predlog, koji će sasvim sigurno biti iznet, je formiranje "centralnog tima" pri lokalnoj samoupravi i timova u svakom javnom preduzeću, sa zadatkom da rade na digitalizaciji raspoloživih podataka radi lakše konverzije i razmene. Predložiće se i takva arhitektura GIS-a koja će omogućiti očuvanje i održavanje resursa koji čine GIS u preduzećima koja su i odgovorna za te resurse, čime će se obezbediti najefikasnija obrada podataka i isporuka usluga krajnjim korisnicima.

### **2.2.5 Subotica**

Ideja o stvaranju komunalnog Geografskog informacionog sistema (GIS) Subotice je stara skoro 18 godina, kada su Zavod za urbanizam, J.P. Vodovod i kanalizacija i Gradjevinski fakultet u Subotici zajedničkim sredstvima nabavili i koristili Arc-Info (DOS verzija) na nekoliko računara serije AT 286.

Zavod za urbanizam je od sredine 1990. godine započeo sistematsku digitalizaciju geodetskih podloga i izradu urbanističko-planske dokumentacije u CAD okruženju. Zahtev za zajedničko korišćenje ovih vektorskih baza

podataka javlja se krajem 1997. godine, prvenstveno od strane Elektrodistribucije Subotica i KDS Subotica.

Na inicijativu Zavoda za urbanizam, konkretna realizacija uvođenja Komunalne Info Mreže započeta je novembra 1998. godine usvajanjem zajedničkog programa za formiranje.

Nakon prihvatanja koncepta Komunalne Info Mreže, krenulo se sa realizacijom. Realizacija se odvijala sve do marta 1999.godine, do kada se uspelo sa pokretanjem fizičkog nivoa mreže i softverskog dela prema Internetu kao i FTP servisa. Sredinom 1999. godine, realizacija projekta je nastavljena ali usporenim tempom. Zavod za urbanizam je nabavio GIS alat (Autodeskov MapGuide R5 sa 10 Authora) i pokrenut je praktično prvi GIS u Subotici. Imena ulica, kućni brojevi i brojevi katastarskih parcela su povezane sa grafičkim bazama (geodetskim podlogama).

Od 2001. do 2002. godine za prezentaciju nacрта Generalnog Plana Subotice koristi se ovaj alat. S obzirom na nepovoljne uslove nabavke - uprade MapGuide-a, krajem 2002. godine Zavod napušta korišćenje istog i započinje razvoj sopstvenog GIS-a uz angažovanje programera koji imaju iskustva u programiranju u Intranet/Internet okruženju.

Od sredine 2003. godine povezivanjem Direkcije za izgradnju lokalne samouprave i JKP Vodovod i kanalizacije sa iznajmljenim telefonskim linijama GIS je u funkciji. Koristi se u radu Zavoda za urbanizam, deo je na Internetu i služi građanima, delimično koristi Odeljenje za gradjevinarstvo lokalne samouprave Subotica i delimično JKP Vodovod i kanalizacija.

Septembra 2004. godine Izvršni odbor S.O. Subotice imenuje Radnu grupu [63] za organizaciju izrade Geografskog informacionog sistema sa zadatkom da:

- definiše projekat u celosti;
- utvrdi projektne ciljeve;
- utvrdi definiciju projektne zadatka;
- odredi trajanje projekta;

- vrši druge poslove u funkciji organizacije izrade GIS-a;

Maja 2006. godine potpisan je Sporazum o saradnji na organizaciji izrade i uvođenju Geografskog informacionog sistema lokalne samouprave Subotica. Potpisnici ovog sporazuma su Lokalna samouprava Subotica, sva javna preduzeća i javna-komunalna preduzeća i nekoliko državnih preduzeća.

Trenutne veze (iznajmljene linije na 2Mbit/s preko Zyxel i Cisco opreme) se koriste za razmenu podataka i za korišćenje GIS aplikacija.

Operativni sistemi na radnim mestima - klijentima su na platformama u najvećem broju slučajeva Windows, Win98, WinME, Win2000 i WinXP. Na nekoliko radnih mesta ima i Linux platforma sa grafičkim interfejsom. Platforme servera su Linux, Debian 3.1. (sarge), GIS server je Open Source MapServer 5.0.0.

Postojeće baze podataka su sledeće:

- ortofoto snimak grada Subotice, Palića iz 1999. godine;
- digitalna podloga lokalne samouprave Subotica (digitalizacija je trajala preko 10 godina, tako da su neki podaci zastareli i različitog su kvaliteta);
- digitalizovani popisni i statistički krugovi;
- rezultati popisa iz 1991. i 2002. godine;
- rezultati poslednjih izbora;
- rezultati merenja kvaliteta vazduha u zadnjih 5 godina;

GIS aplikacija je skup aplikacija koje su pisane za razmenu podataka i ispunjavanje specijalnih zadataka. Konkretno se radi o sledećim aplikacijama:

- GIS aplikacija za razmenu i pregled podataka;
- aplikacija za izdavanje gradjevinskih dozvola i komunalnu naknadu;
- aplikacija za rešavanje odobrenja za nelegalnu gradnju u procesu legalizacije;

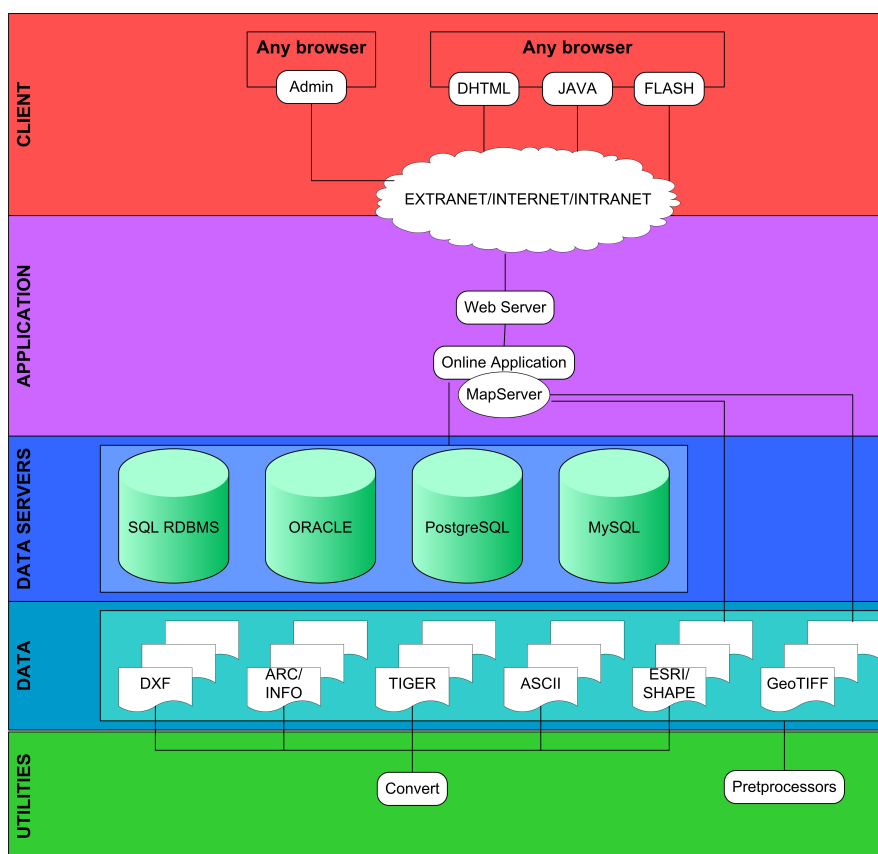


- aplikacija za izradu tematskih mapa na osnovu rezultata popisa, izbora, itd.;

Podaci i aplikacije su na serverima u Direkciji. Administraciju servera vrši spoljna organizacija - firma.

U toku je:

- izrada i ažuriranje baze podataka podzemne i nadzemne komunalne i energetske infrastrukture i objekata;
- radovi na prikupljanju podataka pošto je kupljen GPS uređaj za akviziciju GIS podataka na terenu;



Slika 8: Arhitektura GIS sistema Subotice

GIS Lokalne samouprave Subotice je u funkcionalnom stanju, sa ograničenjima korišćenja zbog nedostatka odgovarajućeg povezivanja članica u intranet/extranet mrežu. Zbog toga se planira izgradnja optičke mreže sa kojom bi se obezbedilo povezivanje svih članica sistema.

GIS je vlasništvo Lokalne samouprave Subotice, sprovođenje je povereno JP Direkciji za izgradnju lokalne samouprave Subotica. Zbog toga u Direkciji za izgradnju potrebno je formirati GIS centar. Funkcija centra treba da bude: administriranje i održavanje sistema u funkcionalnom stanju, priprema baza podataka i aplikacija za korišćenje u sistemu, koordinacija poslova na kreiranju i održavanju baza podataka pojedinih članica, obuka korisnika sistema i permanentni razvoj sistema.

### **2.3 Poredjenje stanja kod nas i u inostranstvu**

Navedeni primeri u Srbiji tehnološki ne zaostaju za primerima u inostranstvu. Uglavnom se zasnivaju na komercijalnim rešenjima (osim primera u Subotici). Razvoj geoportala na nacionalnom nivou u skladu je sa INSPIRE direktivom. Osnivanje saveta za nacionalnu infrastrukturu geoprostornih podataka ima za cilj da stavi pod kišobran razvoj opštinskih geoinformacionih sistema, uvede određene standarde i omogući njihovu integraciju.

Ovakvi sistemi su već zaživeli u nekim zemljama kao što su Nemačka i Italija, dok su kod nas tek u povoju. Ovo kašnjenje može se pretvoriti u korist ako se izvrši analiza iskustava u implementaciji, uoče problemi koji se javljaju i pronadju odgovarajuća rešenja specifična za naše uslove. Posebno je značajna pravna regulativa kojom su neke vodeće zemlje donele, kako bi uredile obaveze, odgovornost i delokrug rada. Korisne pouke mogu se izvući iz načina finansiranja i cena određenih faza u implementaciji. Neki gradovi, na primer, San Francisko imaju dobar pristup kada je reč o tarifiranju usluga izdavanja geopodataka. Komunalne službe imaju sporazum o besplatnoj razmeni podataka koje nisu poslovna tajna u cilju ukupnog progressa.

Najveći problemi koji se javljaju u gradovima u Srbiji kada je reč

o komunalnim instalacijama su nepostojanje podataka u odgovarajućem formatu i visok stepen neažurnosti. U periodu od poslednjih dvadeset godina veliki broj postavljenih instalacija nije snimljen niti ažuriran kroz katastar. Ono što je neophodno, jeste da komunalna preduzeća prvo prevedu podatke iz analognog u digitalni format, izvrše usaglašavanje i tek onda može se govoriti o distribuciji. Ovakav presek često se naziva i bazni GIS koji inicijalno može poslužiti za integraciju u jedan distribuiran sistem. Svi nedostaci kao što su nesnimljene instalacije ili neregistrovane promene, lakše se kasnije mogu sprovesti unutar komunalnog distribuiranog informacionog sistema. Svaka komunalna institucija nastaviće sa ažuriranjem sopstvenih informacija i promene će odmah biti vidljive drugim institucijama.

Za početak gradovi koji koriste analogne podloge mogli bi usvajanjem komercijalnih tehnologija da izvrše prikupljanje podataka i na taj način ubrzaju ovaj proces, a kasnije se može razmišljati i o drugim rešenjima. Najveći problem je sa gradovima koji ne poseduju podatke uopšte. Njima preostaje jedino da ove podatke prikupe na primaran način, tj. kombinacijom geodetskih metoda koje se koriste za otkrivanje podzemnih instalacija. Ovo značajno poskupljuje izgradnju GIS sistema, ali je jedini mogući način. Nedostatak podataka je najveća bolest informacionih sistema i nijedan GIS ne može postojati bez podataka koji predstavljaju okosnicu svakog informacionog sistema.

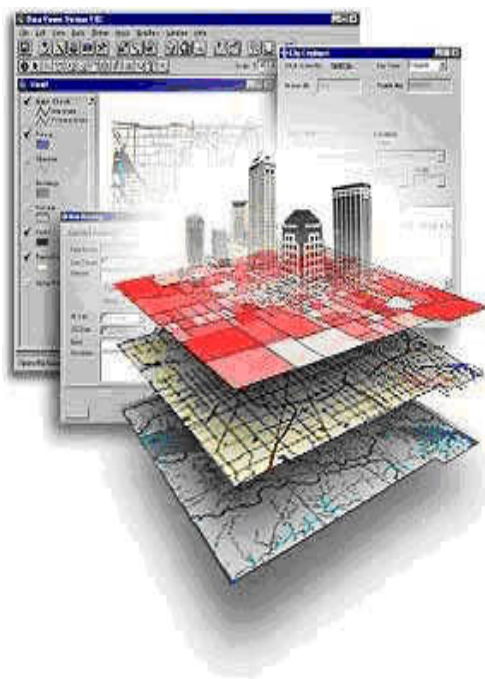
Utešno je što i neki veći gradovi sa većim budžetima u Evropi još uvek rade na migraciji podataka u GIS formate, tako da se mali zaostatak kod nas uspešno može prevazići donošenjem niza korisnih odluka kako na nacionalnom tako i na regionalnom i opštinskom nivou.

### 3 Koncept Geografskih Informacionih sistema

Geografski informacioni sistem (GIS) je sistem za kreiranje i upravljanje prostornih podataka sa pripadajućim atributima [71]. U užem smislu, to je kumpjuterski sistem sposoban za integraciju, skladištenje, editovanje, analizu i prikaz informacija vezanih za prostornu lokaciju [72]. U širem smislu, GIS je "pametna karta" koja omogućuje korisnicima da kreiraju interaktivne upite, analizu prostornih informacija i sprovođenje promena.

Navedimo još neke definicije. Geografski informacioni sistem je kompjuterski informacioni sistem koji prikuplja, skladišti, analizira i prikazuje prostorne entitete i njihove attribute, za rešavanje kompleksnih istraživačkih, projektantskih i problema upravljanja (Fischer 1992).

Pored ovakve definicije, postoje brojne definicije termina GIS koje su se pojavljivale tokom poslednjih godina, a koje ga na interesantan način definišu. GIS je kontejner za mape u digitalnoj formi [73]. GIS je alat za kompjutersko rešavanje geografsko-prostornih problema. GIS je alat za otkrivanje skrivenih paterna u prostornim informacijama. Koristi se kao termin za softverske proizvode, digitalnu prezentaciju prostorne realnosti, set prostornih podataka, u internet žargonu (GIS Forum, GIS community). GIS je postao uža naučna oblast, koja se izučava na vodećim univerzitetima u svetu, ali je zastupljen i u industriji kao sistem za podršku odlučivanju [14]. Neki elementi ukazuju i da ima odlike inteligentnih informacionih sistema (poseduje i bazu znanja i mehanizam zaključivanja). U svetu danas postoje milioni korisnika koji preko interneta, pristupaju GIS-WEB serverima koristeći ih radi zabave, planiranja putovanja i brojnih drugih razloga.



Slika 9: GIS koncept

GIS integriše pet osnovnih komponenti koje su u sprezi (korisnici, podaci, analiza, harver i softver).

Kada je reč o korisnicima, generalno oni se mogu podeliti u dve osnovne kategorije: napredni i osnovni. Napredni korisnici kreiraju logički i fizički model podataka za prostorne informacije, integrišu raspoložive podatke, definišu pravila, topologiju i integritet podataka i vrše transformaciju i analizu podataka kreirajući nove podatke. Njihova uloga je pored specifičnih kompleksnih analiza i specijalizovanih zahteva jeste i ta da definišu skup korisničkih zahteva za osnovne korisnike i da im omoguće pregled i istraživanje prostornih podataka u vidu interaktivne mape.

U drugu grupu korisnika spadaju osnovni korisnici koji su mnogo brojniji. Oni predstavljaju krajnje korisnike GIS-a i mnogo su brojniji u odnosu na prvu grupu. Zahtevi osnovnih korisnika kreću se od pregleda podataka u vidu mape, uvida u attribute pojedinih objekata, pretraživanja po kriterijumima i kontrole prikaza slojeva i detalja sve do štampanja izveštaja i karata. Osnovni

korisnici GIS-a ne moraju da imaju posebna znanja vezana za baze podataka i informacione sisteme. Aplikacija preko koje oni pristupaju geografskim podacima mora biti krajnje intuitivna i mora da odgovori na većinu njihovih zahteva.

Podaci koji čine srž GIS-a mogu biti u širokom spektru formata. Kao podloge se često koriste rasterske karte, satelitski i fotogrametrijski snimci, podaci u tekstualnom obliku sa dodeljenim koordinatama ili u nekom standardnom binarnom obliku. Podaci se u najvećem broju slučajeva strukturiraju i integrišu ili u objektno-relacione baze podataka koje podržavaju skladištenje prostornih informacija ili u skup binarnih datoteka gde svaka predstavlja određenu klasu seta podataka.

Analiza podataka podrazumeva selekciju seta podataka bilo prema vrednosti atributa, bilo prema prostornom položaju. Pored toga, postoje brojne ekstenzije za proširivanje GIS aplikacije, koje omogućavaju brojne analize i alate za transformaciju podataka. Analizom prostornih podataka mogu se utvrditi paterni koji na prvi pogled nisu vidljivi, a omogućavaju prognozu ili zakonitost pojavljivanja, tj. prostiranje određene pojave.

Procesiranje velike količine podataka i velikih rasterskih snimaka, danas ne predstavlja naročit problem kada je reč o hardverskim zahtevima. Minimalni hardverski zahtevi za instalaciju najnovijih sistema za upravljanje geografskim podacima ne prelaze brzine od 800MHz za procesor, tako da skoro više da i ne postoje PC računari koji ne mogu da podrže GIS. Kao i svi drugi informacioni sistemi GIS polako evoluira od desktop IS do distribuiranog informacionog sistema. Pored PC računara, danas se u hardver koji podržava GIS ubrajaju i mreže (lokalna i globalna), serveri u korporacijama koje koriste GIS i brojni udaljeni WEB serveri koji korisnike snabevaju geografskim podacima, kartama i satelitskim snimcima i omogućavaju im analizu i pregled prostornih podataka.

Softverska komponenta obuhvata alate i sisteme za upravljanje baze geografskih podataka. Pored open source DBMS kao što je GRASS, od komercijalnih proizvođača izdvajaju se ESRI, InterGraph, Oracle Spatial,

MapInfo, ERDAS IMAGINE i brojni drugi.

### 3.1 Izvori podataka

Prikupljanje podataka je jedan od najdužih i najskupljih procesa tokom izrade GIS-a. Cena prikupljanja podataka čini 60-85% od ukupne cene projekta izrade GIS-a, ukoliko je reč o prikupljanju podataka digitalizacijom. Kada na teritoriji za koju se planira izrada komunalnog informacionog sistema, ne postoje podaci u alfanumeričkom ili grafičkom obliku cena je znatno viša, jer treba prostorno otkriti i registrovati instalacije koje su zatrpane, odnosno potrebno je kombinacijom geodetskih i geofizičkih metoda (geodetski instrumenti i tragači, georadari, protonski magnetometri) izvršiti premer. Cena i vreme potrebno za realizaciju novog snimanja, dostiže i do 95% od ukupne vrednosti odnosno vremena celog projekta.

Generalno, izvori podataka mogu se podeliti u dve osnovne kategorije. Primarni izvori podataka se prikupljaju u svrhu izrade GIS-a. Npr., izrada satelitskog snimka za određenu teritoriju u cilju obezbeđivanja ažurne podloge, geodetsko snimanje instalacija, digitalizacija karata katastra podzemnih instalacija i sl. Sekundarni izvori podataka se prikupljaju u neku drugu svrhu, ali pružaju informacije koje su relevantne i korisne za izradu GIS-a.

Prvi i najkomplikovaniji vid prikupljanja podataka jeste geodetsko snimanje. Za prostornu registraciju danas su na raspolaganju metode, od kojih svaka ima svoje prednosti i nedostatke. Najstarija metoda jeste premer korišćenjem instrumenata za merenje uglova i dužina. Noviji instrumenti ove namene imaju sopstvene memorijske jedinice na kojima se skladište podaci o izmerenim uglovima i dužinama. Dužine se mere korišćenjem laserskih ili elektro-optičkih daljinomera. Elektro-optički daljinomeri emituju elektromagnetni talas koji se odbija od signala i merenjem fazne razlike i određivanjem celog broja talasnih dužina, dobija se ukupna dužina od stanice do signala. Za neke laserske daljinomere nije potreban signal, već se

elektro-magnetni talas odbija od površine viziranog objekta. Orjentisanjem instrumenta i merenjem dužina, horizontalnih i vertikalnih uglova određuje se vektor detaljne tačke u odnosu na tačku na kojoj se nalazi instrument. Prednost ove metode prikupljanja podataka ogleda se u tome da je jedini uslov da se tačka registruje – optička vidljivost. Čak i kada se tačke ne dogledaju, moguće je postavljanjem pomoćnih tačaka, geometrijski rešiti problem. Nedostaci ove metode prikupljanja su sledeći: relativno dugo vreme prikupljanja podataka, angažovanje velikog broja stručnih lica, visoka cena, neophodnost postojanja geodetske mreže tačaka i relativno složena obrada i kartiranje podataka.

Još jedna popularna metoda prikupljanja podataka jeste korišćenjem GPS prijemnika. Uslov koji mora biti ispunjen za primenu GPS-a jeste dogledanje prijemnika i najmanje 4 satelita. Zemljinom orbitom kruži oko 30 satelita i sistem je tako projektovan, da ukoliko nema fizičkih prepreka, na svakoj tački zemlje u svakom trenutku može biti sprovedeno merenje. U urbanim uslovima zbog visokih zgrada i uskih ulica sa drvoredom nije uvek moguće sprovesti merenja GPS-om.

Snimanje objekata iz vazduha, fotogrametrijskom metodom ili daljinskom detekcijom u odnosu na terestičko snimanje ima velikih prednosti kada je reč o ceni radova i trajanju snimanja, ali iz vazduha neke pojave se ne mogu registrovati, kao što je dubina okna, tip uređaja, vrsta instalacije i sl.

Zakonom je jasno propisano da se instalacije ne mogu zatrpavati dok nadležna geodetska organizacija ne izvrši prostorno registrovanje, ali nije redak slučaj da se zahteva snimanje postavljenih i zatrpanih instalacija. Tada se koristi kombinacija raznih metoda i instrumenata (tragači, georadari, otkopavanje na pojedinim mestima) za izvršenje zadataka.

Drugi izvor podataka čine postojeće analogne mape, karte i geodetski planovi. Ovakvi planovi se moraju skenirati i prebaciti u rasterski oblik, a vrlo često se vrši i vektorizacija, tj. digitalizacija. U zavisnosti od raspoloživosti obučениh kadrova i kvaliteta analognih planova, ova metoda spada u optimalne metode za prikupljanje podataka.



Treći izvor podataka čine postojeće baze podataka i datoteke. Ovakvi podaci se dekomponuju, dopunjuju i vrši se njihova transformacija u format pogodan za ažuriranje novoprojektovane GIS baze podataka. U zastupljenije rasterske formate spadaju bmp, png, jpg, MrSID, tiff, img, gif, ecw, a u vektorske dgn, dxf, dwg, shp... Treba naglasiti da pre početka planiranja metode za prikupljanje podataka i samog prikupljanja treba pažljivo proučiti postojeću dokumentaciju, analizirati njenu ažurnost i kvalitet, kako bi se ova faza izrade GIS-a sprovela što brže, jeftinije i kvalitetnije. Najčešći je slučaj da se koristi skup metoda. Svaka za deo u kojem ima prednosti u odnosu na druge.

## 3.2 Koordinatni sistemi

### 3.2.1 Opšti pregled

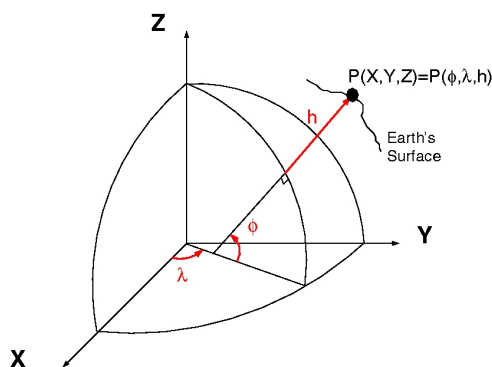
Jedno od osnovnih svojstava podataka GIS-a jeste njihova prostorna referenca. Prostorni položaj definisan je u odnosu na fizičku površ Zemlje. Prvi problem predstavlja aproksimacija. Zemlja kao telo može se posmatrati iz dva aspekta: matematičkog i fizičkog. Ako se posmatra matematički, aproksimacija se vrši sferoidom (uglavnom lopta ili rotacioni elipsoid) i ovakva interpretacija omogućuje definisanje trodimenzionalnog položaja u prostoru. Iz aspekta fizike zemlja se može posmatrati kao geoid, nulta ekvipotencionalna površ, pogodna za definisanje visinskog datuma. Tako objedinjeno definiše se i položajna i visinska referentna površ.

Najčešće korišćeni sferoidi sa svojim karakteristikama (velika poluosa  $a$  i parametar spljoštenosti  $f$  ili poluprečnik  $r$ ):

Sferoid	Parametri sferoida
WGS84	$a = 6378137.000$ $f = 298.25722$
BESSEL1841	$a = 6377397.155$ $f = 299.15281$
GoogleEarth	$r = 6378137.000$

### 3.2.2 Pravougle i sferne koordinate

Geocentrični koordinatni sistem definisan je na sledeći način. Koordinatni početak nalazi se u centru mase Zemlje, osa  $Z$  prolazi kroz srednji pol, osa  $X$  prolazi kroz tačku preseka ekvatora i nultog meridijana, a osa  $Y$  dopunjuje sistem desne orijentacije [7]. Položaj na elipsoidu može biti definisan pravouglim  $(X, Y, Z)$  ili geodetskim krivolinijskim  $(\phi, \lambda, h)$  koordinatama. Postoje jednoznačno obostrane jednačine preslikavanja iz pravougljih u elipsoidne koordinate.



Slika 10: Geocentrični koordinatni sistem

Prelazak sa elipsoidnih koordinata na pravougle vrši se prema izrazima:

$$X = (N + h) * \cos \phi * \cos \lambda$$

$$Y = (N + h) * \cos \phi * \sin \lambda$$

$$Z = (N * (1 - e^2) + h) * \sin \phi$$

gde je  $N$  poluprečnik krivine po prvom vertikalu i računa se kao:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 * \sin^2 \phi}},$$

gde je  $a$  velika poluosa, a  $e^2$  prvi numerički ekcentricitet i dobija se kao:

$$e^2 = (a^2 - b^2) / a^2,$$

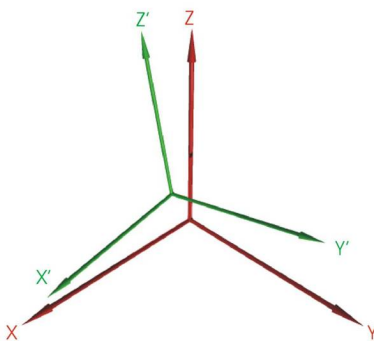
pri čemu je  $f = (a - b)/a$ .

Za obrnuti postupa sprovede se iterativne formule:

$$h = \frac{\sqrt{X^2+Y^2}}{\cos \phi} - N$$
$$\phi = \arctan \frac{Z}{\sqrt{X^2+Y^2}} * (1 - e^2 * \frac{N}{N+h})^{-1}$$
$$\lambda = \arctan \frac{Y}{X}$$

Rotacioni elipsoid koji najbolje aproksimira Zemlju globalno jeste WGS84 elipsoid. Neke države imaju definisane sopstvene elipsoide koje za razliku od globalnog elipsoida koji najbolje aproksimira celu Zemljinu kuglu, najbolje aproksimira Zemlju na teritoriji svoje administrativne granice. U Srbiji kao lokalni elipsoid koristi se Bessel1841 elipsoid. Niz parametara kojim su određene oblik, veličina i orijentacija elipsoida u odnosu na Zemljino telo naziva se geodetski datum. Odnos između lokalnog elipsoida (npr Bessel) i referentnog elipsoida (WGS84), tj. njihovih koordinatnih sistema naziva se datumska transformacija.

Pored toga što se za Bessel-ov i WGS84 elipsoid razlikuju parametri elipsoida (velika poluosa i spljoštenost), razlikuju se i koordinatni sistemi u koji su ova dva elipsoida smešteni.



Slika 11: Datumska transformacija

Da bi se ova dva koordinatna sistema poklopila, potrebno je rotirati

jedan od ova dva sistema oko sve tri ose, promeniti mu razmeru i translirati ga u prostoru. Ovaj postupak se naziva datumska transformacija i jedan od poznatijih postupaka koji se primenjuje je sedmoparametarska datumska transformacija (3 translacije, 3 rotacije, 1 razmera).

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{WGS84} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + (1 + m/1000000) \begin{bmatrix} 1 & \gamma & -\beta \\ -\gamma & 1 & \alpha \\ \beta & -\alpha & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{BESSEL}$$

gde su  $t_x, t_y, t_z$  paramteri translacije,  $\alpha, \beta, \gamma$  paramtri rotacije u radijanima, a  $m$  parametar promene razmere u *ppm*.

Ovi parametri transformacije odnose se za transformaciju u WGS84 sistem. Neke biblioteke kao što je proj4 [22] definišu parametre datumske transformacije u obliku  $+towgs84 = t_x, t_y, t_z, \alpha, \beta, \gamma, m$ .  $\alpha, \beta, \gamma$  su u lučnim sekundama i obrnutog su predznaka u odnosu na gornju formulu. Za obrnuti problem iz WGS84 sistema u Bessel, parametri su  $t_{x1}, t_{y1}, t_{z1}, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1, m_1$ .

### 3.2.3 Ocena parametara transformacije

Za ocenu parametara transformacije može se koristiti metoda najmanjeg kvadrata ako su poznate najmanje tri tačke u oba koordinatna sistema [27]. Matrica dizajna tada ima oblik:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -Z_{1bessel} & Y_{1bessel} & X_{1bessel} \\ 0 & 1 & 0 & Z_{1bessel} & 0 & -X_{1bessel} & Y_{1bessel} \\ 0 & 0 & 1 & -Y_{1bessel} & X_{1bessel} & 0 & Z_{1bessel} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -Z_{nbessel} & Y_{nbessel} & X_{nbessel} \\ 0 & 1 & 0 & Z_{nbessel} & 0 & -X_{nbessel} & Y_{nbessel} \\ 0 & 0 & 1 & -Y_{nbessel} & X_{nbessel} & 0 & Z_{nbessel} \end{bmatrix}$$

vektor slobodnih članova:

$$f = \begin{bmatrix} X_{1bessel} - X_{1wgs} \\ Y_{1bessel} - Y_{1wgs} \\ Z_{1bessel} - Z_{1wgs} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_{nbessel} - X_{nwgs} \\ Y_{nbessel} - Y_{nwgs} \\ Z_{nbessel} - Z_{nwgs} \end{bmatrix}$$

MNK rešenje se tada dobija kao  $x = -(A^T A)^{-1} * (A^T f)$ . Prva 3 parametra su u metrima, druga 3 u radijanima, a treci parameter je parametar promene razmere.

$$x = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \\ \alpha \\ \beta \\ \gamma \\ m \end{bmatrix}$$

Za definisanje parametra u proj4 formatu  $+towgs = t_x, t_y, t_z, -\alpha, -\beta, -\gamma, m$ , gde  $\alpha, \beta, \gamma$  treba prebaciti u sekunde, a  $m$  u *ppm*

### 3.2.4 Kartografske projekcije

Latitudom ( $\phi$ ), longitudom ( $\lambda$ ) i elipsoidnom visinom ( $h$ ) se svaki objekat na Zemlji može prostorno definisati, slika 10. Jedan od problema koji se javlja kod definisanja položaja 3D prostornim koordinatama jeste neuniformnost mera. Zemlja koja je u aproksimaciji površ drugog reda, ne

može se jednostavno prikazati na karti koju predstavlja ravan. U cilju prikaza Zemlje na karti često se podaci transformišu iz 3D elipsoidnih koordinata u 2D projekcione koordinate [70]. Generalno projekcije se mogu podeliti prema:

- jednakosti figura – konformne;
- jednakosti dužina – ekvidistantne;
- jednakosti površina – ekvivalentne;

Kao projekciono telo koriste se tangirajući ili sekući cilindri, konusi ili ravni [26].



Slika 12: Projekciona tela

Opšti izraz za transformaciju iz elipsoidnih koordinata u projekciju jeste [39]:  $y = f(B, L), x = g(B, L)$

$$x = \bar{x} + A_2 * l^2 + A_4 * l^4 + A_6 * l^6$$

$$y = A_1 * l + A_3 * l^3 + A_5 * l^5$$

$$\bar{x}_{mod} = x * 0.9999$$

$$\bar{y}_{mod} = 7500000 + y * 0.9999 \text{ ili}$$

$$\bar{y}_{mod} = 6500000 + y * 0.9999$$

$$\bar{x} = a * (1 - e^2) * [\alpha * \frac{B}{\rho} - \frac{\beta}{2} * \sin 2B + \frac{\gamma}{4} * \sin 4B - \frac{\delta}{6} * \sin 6B + \frac{\epsilon}{8} * \sin 8B]$$

$$\alpha = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \frac{45}{64}e^4 + \frac{175}{256}e^6 + \frac{11025}{16384}e^8$$

$$\beta = \frac{3}{4}e^2 + \frac{15}{16}e^4 + \frac{525}{512}e^6 + \frac{2205}{2048}e^8$$

$$\gamma = \frac{15}{64}e^4 + \frac{105}{256}e^6 + \frac{2205}{4096}e^8$$

$$\delta = \frac{35512}{2048}e^6 + \frac{315}{2048}e^8$$

$$\epsilon = \frac{315}{16384}e^8$$

$$A_2 = \frac{N}{2\rho^2} \cos^2 B * \tan B$$

$$A_4 = \frac{N}{24\rho^4} \cos^4 B * \tan B * (5 - \tan^2 B + 9\rho^2 + 4\eta^4)$$

$$A_6 = \frac{N}{720\rho^6} \cos^6 B * \tan B * (61 - 58 \tan^2 B + \tan^4 B)$$

$$A_1 = \frac{N}{\rho} \cos B$$

$$A_3 = \frac{N}{6\rho^3} \cos^3 B * (1 - \tan^2 B + \eta^2)$$

$$A_5 = \frac{N}{120\rho^5} \cos^5 B * (5 - 18 \tan^2 B + \tan^4 B + 14\eta^2 - 58\eta^2 \tan^2 B)$$

gde je  $l = L - L_0$ , a  $L_0$  longituda centralnog meridijana.

$$\rho = \frac{180}{\pi}$$

$$\eta^2 = \frac{e^2}{1-e^2} * \cos^2 B$$

Obrnuti postupak,

$$B = f^{-1}(y, x), L = g^{-1}(y, x)$$

Transformacija se odvija po koracima:

1. Sračuna se  $B_{fi}$ :

$$B_{fi} = \frac{\rho * x}{a * (1 - e^2)}$$

2. Sračuna se dužina luka meridijana:

$$\bar{x}_i = a * (1 - e^2) * \left[ \alpha * \frac{B_{fi}}{\rho} - \frac{\beta}{2} * \sin 2B_{fi} + \frac{\gamma}{4} * \sin 4B_{fi} - \frac{\delta}{6} * \sin 6B_{fi} + \frac{\epsilon}{8} * \sin 8B_{fi} \right]$$

3. Sračuna se razlika:

$$x - \bar{x}_i$$

4. Sračuna se  $\Delta B_{fi}$  i  $B_{fi+1}$ :

$$\Delta B_{fi} = \frac{\rho * (x - \bar{x}_i)}{a * (1 - e^2)}$$

5. Ako je  $\Delta B_{fi} < 0'' .0001$  postupak se prekida. U suprotno se nastavlja od koraka 2:

$$B = B_f + B_2 * y^4 + B_4 * y^4 + B_6 * y^6$$

$$L = B_1 * y + B_3 * y^3 + B_5 * y^5$$

$$B_2 = -\frac{\rho}{2N_f^2} * \tan B_f (1 + n_f^2)$$

$$B_4 = \frac{\rho}{24N_f^4} * \tan B_f (5 + 3 \tan^2 B_f + 6\eta_f^2 - 6\eta_f^2 * \tan^2 B_f)$$

$$B_6 = -\frac{\rho}{720N_f^6} * \tan B_f (61 + 90 \tan^2 B_f + 45 \tan^4 B_f)$$

$$B_1 = \frac{\rho}{N_f \cos B_f}$$

$$B_3 = -\frac{\rho}{6N_f^3 * \cos B_f} * (1 + 2 \tan^2 B_f + \eta_f^2)$$

$$B_5 = \frac{\rho}{120N_f^5 * \cos B_f} * (5 + 28 \tan^2 B_f + 24 \tan^4 B_f + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 * \tan^2 B_f)$$

Za teritoriju Srbije najčešće korišćene projekcije su:

- Gaus-Kruger;
- UTM;

Osnovni parametri Gaus-Kruger projekcije za šestu i sedmu zonu su:

	šesta zona	sedma zona
Projekcija	Transverse Mercator	Transverse Mercator
Širina zone	3 stepena	3 stepena
Elipsoid	Bessel1841	Bessel1841
Faktor razmere	0.9999	0.9999
Centralni meridijan	18	21
Lažni istok	6500000	7500000



Američka nacionalna agencija za kartografiju usvojila je koordinatnu podelu za vojne i civilne svrhe pod imenom UTM (Universal Transverse Mercator). Danas UTM pored elipsoidnog koordinatnog sistema predstavlja standard. UTM je takodje poprečna cilindrična projekcija. Osnovni parametri UTM projekcije za zonu 34 su:

	zona 34
Projekcija	Transverse Mercator
Širina zone	6 stepeni
Elipsoid	WGS84
Faktor razmere	0.9996
Centralni meridijan	21

### 3.2.5 Transformacije koordinata prostornih podataka

Ako dve tačke iz dva različita koordinatna sistema imaju pridruženu prostornu referencu, odnosno ako su poznati projekcija sa svim svojim parametrima, elipsoid na koji se projektuje, kao i odnos prema referentnom WGS84 koordinatnom sistemu, moguće je zajedničko korišćenje podataka. WGS84 u svemu ovome ima ulogu "zajedničkog imenioca".

Biblioteka za transformaciju *proj4* i biblioteka za translaciju GDAL [23], omogućuju efikasnu reprojekciju vektorskih i rasterskih formata podataka. Primer korišćenja programa *ogr2ogr* biblioteke GDAL, za transformaciju shape datoteka iz WGS84 u Gauss-Kruger:

```
ogr2ogr -s_srs "+proj=longlat +ellps=WGS84 +datum=WGS84 +no_defs" \
-t_srs "+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=21 +k=0.9999 +x_0=7500000 +y_0=0 \
+ellps=bessel \
+towgs84=534.8017,133.6419,501.4777,4.910525,3.003572,-11.093962,1.156741 \
+units=m +no_defs" \
/home/user/ulica/uldk.sshp /home/user/ulica/ulica.shp
```

## 3.3 Rasterski tipovi podataka

### 3.3.1 Opšti pregled

Generalno, raster se sastoji od matrice ćelija (piksela), organizovanih u redove i kolone, gde svaka ćelija sadrži vrednost koja predstavlja informaciju, kao npr. temperatura. Rasteri su i digitalne aerofotografije, satelitski snimci, digitalne slike ili skenirane mape.

U rasterskom formatu mogu se predstaviti realne pojave kao što su:

- Diskretni podaci;
- Kontinualni podaci;
- Slike;

Diskretni podaci najčešće prikazuju pojave kao što su klase zemljišta, tipovi ili slično. U kontinualne podatke spadaju fenomeni kao što su temperatura, visinski podaci ili spektralni podaci (satelitski snimci ili aerofotografije). U slike spadaju skenirane mape i crteži.

Sa obzirom na korišćenje, rasterske podatke možemo svrstati u sledeće kategorije:

- Raster kao bazna mapa;
- Raster kao DEM;
- Raster kao tematska mapa;
- Raster kao atribut prostornog objekta;

Najčešće korišćeni oblik rasterskih podataka unutar GIS-a jeste pozadinski prikaz. Npr. ortofoto plan ispod mreže komunalnih instalacija. U ovu svrhu najčešće se koriste rasterske bazne mape iz tri izvora: ortofoto aerosnimci, ortofoto satelitski snimci i skenirane mape. Rasterski podaci su

zgodni za predstavljanje podataka koji se kontinualno menjaju po površi, omogućavajući efikasan metod za čuvanje pojave kontinuiteta. Informacije o visinama su dobar primer kontinualnih pojava, ali isto tako i pojave kao što su temperatura, količine padavina i slično. Raster koji predstavlja tematske podatke je izveden uglavnom iz drugih podataka. Uobičajen primer jeste klasifikacija satelitskog snimka na kategorije kao što su šume, travnjaci, asfaltne površine, objekti. Uprošćeno, vrednosti multispektralnih podataka se grupišu u klase i dodeljuje im se kategorija. Ponekad postoji potreba da se skenirani dokument, tehnički crtež ili fotografija dovedu u vezu sa prostornim objektom. Ovakav geokodirani raster čuva neke specifične informacije.

U nekim slučajevima ne postoji mogućnost izbora formata. Satelitski snimak može se čuvati samo kao raster, dok u slučaju tačaka koje reprezentuju neku pojavu, pored rasterskog mogu se čuvati i u vektorskom formatu. Prednost čuvanja u rasterskom formatu jeste [40]:

- jednostavna struktura podataka;
- pogodnost za prostornu i statističku analizu;
- mogućnost uniformnog čuvanja tačaka, linija i površina;
- mogućnost brzog preklapanja sa drugim kompleksnim sadržajima;

Sa druge strane, čuvanje u rasterskom formatu povlači i neke nedostatke:

- prostorne informacije su manje tačnosti u zavisnosti od veličine piksela;
- veličina datoteke;

### **3.3.2 Karakteristike rasterskih podataka**

U rasterskom setu podataka, svaka ćelija (piksel) ima određenu vrednost. Vrednost ćelije predstavlja fenomen kategorije, visine, magnitude, spektralne vrednosti. Kategorija se može koristiti za klasiranje na travnjake, šume,

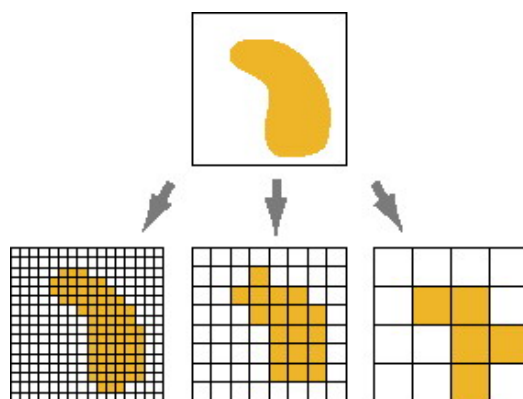
puteve. Magnituda za predstavljanje gravitacije, zagadjenja, padavina. Visine predstavljaju zemljinu površ iznad srednjeg nivoa mora, iz koje se mogu dobiti nagibi, akumulacije i slivovi. Spektralna vrednost se koristi za nivo osvetljenosti i boju na satelitskim snimcima i aerofotografijama [13].

Vrednost piksela može biti pozitivna ili negativna, celobrojna ili sa pokretnim zarezom. Celobrojna vrednost se koristi za kategorizaciju diskretnih podataka, dok vrednost sa pokretnim zarezom za kontinualne tipove podataka. Posebna vrednost podatka je *NoData* vrednost koja predstavlja odsutnost podatka bilo što ne postoji ili što još nije određena.

Za određene tipove podataka, vrednost piksela predstavlja merenu vrednost koja se odnosi za centar ćelije (piksela), npr visine, dok za ostale tipove podataka, vrednost se odnosi na celu ćeliju, npr boja.

Površina se predstavlja matricom jednakih ćelija iste visine i širine. Ako je površina od 100 kvadratnih kilometara predstavljena rasterom sa 100 redova i 100 kolona, svaka ćelija će imati dimenzije 1x1 kilometar. Dimenzija ćelije može biti veća ili manja u zavisnosti od razmere. U slučaju da želimo detaljnije da prikazemo neki objekat u krupnijoj razmeri veličina ćelije mora biti manja, kako bi se očuvala finoća prikaza. U slučaju da je veličina piksela veća od širine puta, put može biti izostavljen. Naravno, što je manja veličina piksela za određenu površ, veći je broj redova i kolona, a samim tim i veličina datoteke. Odnosno, kvalitet prikaza objekta je proporcionalan veličini datoteke.

Veza izmedju rastojanja u prirodi i odgovarajućih dimenzija piksela određena je rezolucijom skeniranja. Kod skeniranja topografskih mapa, preporučuje se rezolucija 150-300dpi. Ako se skenira karta razmere 1:25,000 sa rezolucijom skeniranja 150dpi, dobija se ekvivalent u centimetrima oko 60 linija/cm ( $150/2.54$ ). Ako 25000 podelimo sa 60, dobija se 4m, veličina piksela u prirodi.



Slika 13: Rasterski prikaz prostornih podataka

Položaj svake ćelije je definisan redom i kolonom u matrici piksela. Matrica je predstavljena Kartezianskim koordinatnim sistemom, u kojem je red matrice paralelan  $x$  osi, a kolona  $y$  osi. Redovi i kolone počinju od 0. Ovakav koordinatni sistem naziva se još i slikovni. Definisanjem istočne, zapadne, severne i južne granice, moguće je odrediti veličinu piksela u prirodi.

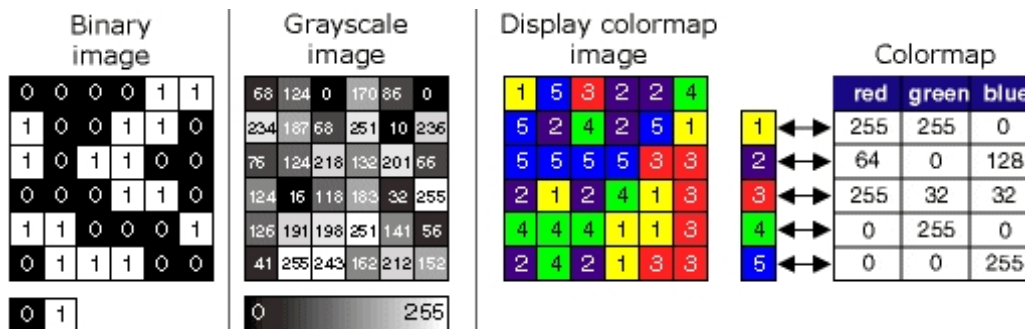
### 3.3.3 Kanali rasterskih podataka

Neki rasteri imaju jedan kanal, npr. raster visina ili panhromatski ortofoto, dok za većinu satelitskih snimaka je karakteristično da sadrži višestruke matrice za isti prostor. Postoji tri načina za prikaz jednokanalnih rasterskih setova podataka:

- korišćenjem dve boje;
- Grayscale;
- Mapa boja;

U binarnoj slici, svaka ćelija ima vrednost 0 ili 1 i prikazuje se koristeći crnu i belu boju. Ovakav prikaz je pogodan za skenirane crno bele mape. Grayscale rasterski podaci imaju vrednost ćelije od 0-255 ili 0-65535. Za rastere u boji se koristi mapa boja gde svaka kodovana vrednost ima

odgovarajuću boju.

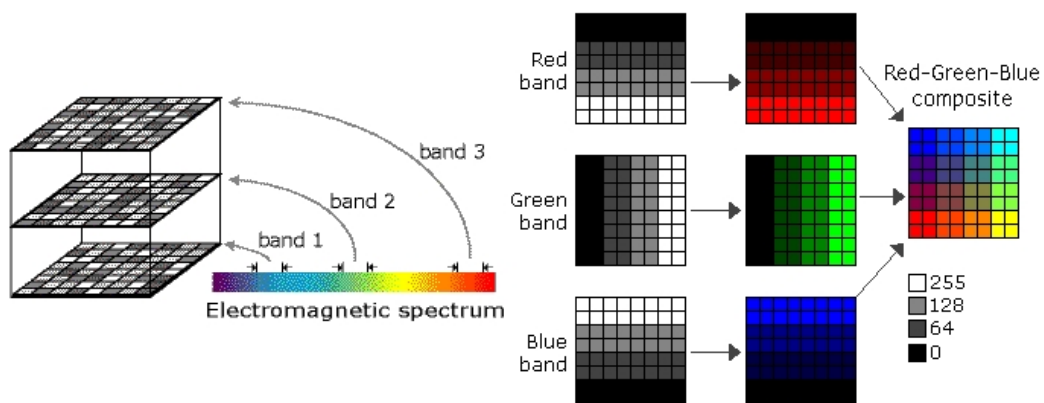


Slika 14: Jednokanalni rasterski setovi podataka

Kod višekanalnih rastera, svaka lokacija ćelije ima više od jedne vrednosti. Kod rastera sa više kanala, svaki kanal obično predstavlja deo elektromagnetnog spektra, prikupljenog sa senzorom. Kanali mogu biti i u domenu nevidljivog spektra kao npr. infra-crvenog ili ultra-ljubičastog.

Kada se kreira sloj mape iz rastera, moguće je odabrati prikaz sa jednim kanalom ili u boji sklopljenoj od više kanala. Kombinacija bilo koja tri kanala u višekanalnom rasterskom setu podataka, može se koristiti za kreiranje RGB sklopa. Prikazom više kanala zajedno kao RGB sklop dobija se više informacija nego gledajući svaki kanal posebno.

Satelitski snimak, najčešće sadrži više kanala prikazujući različite talasne dužine od UV kroz vidljivi spektar do IR dela elektromagnetnog spektra. Landsat satelitski snimci se sastoje od sedam različitih kanala elektromagnetnog spektra, dok se true-color satelitski snimci sastoje iz tri kanala (red, green, blue).



Slika 15: Višekanalni rasterski setovi podataka

### 3.3.4 Metapodaci

Pored datoteke koja nosi informacije o matrici piksela, bilo u komprimovanom ili nekomprimovanom formatu, unutar zaglavlja vode se još i sledeće informacije:

- prostorna referenca;
- rezolucija broj kolona i redova;
- opseg vrednosti piksela;
- histogram;
- (opciono) tabela kategorija ili legenda;
- (opciono) tabela boja;
- (opciono) opis i informacije o izvoru;

### 3.3.5 Operacije sa rasterima

Za analizu i rad sa rasterskim tipovima podataka postoji velik broj operacija. Globalno one se mogu svrstati u nekoliko kategorija:

- konverziju i transformaciju;
- za upravljanje podacima;
- interpolacija, algebarske i statističke operacije;
- ostale operacije orjentisane ka različitim oblicima primene;

Jedna od najčešće korištenih biblioteka unutar brojnih popularnih GIS alata koja služi za konverziju, transformaciju i reprojekovanje jeste GDAL (Geospatial Data Abstraction Library). Pored konverzije, opciono se može zahtevati i promena datuma i projekcije, uvid u svojstva rastera i metapodatke, ali i obavljanje procesa georeferenciranja sa nekoliko metoda (polinomska, rubbersheet). GDAL biblioteka ima mogućnost otklanjanja linearnih i nelinearnih deformacija rasterskih slika. Prilikom kopiranja, skeniranja analognih karata, zbog promene temperature, pritiska i vlažnosti u prostorijama gde se karte čuvaju, neminovno dolazi do njihove deformacije. Pre početka digitalizacije, potrebno je izvršiti otklanjanje deformacija i georeferenciranje rastera. U zavisnosti od prirode deformacija (linearne, nelinearne), određivanjem seta slikovnih koordinata pojedinih piksela i korespondiranjem teoretskih koordinata, određuju se koeficijenti polinoma. Preporuka je da se za polinomsku transformaciju rastera koriste polinomi maksimalno do trećeg reda, zbog prekida prve i druge vrste. Ako se koriste polinomi prvog reda reč je o linearnim transformacijama. Polinomi višeg reda koriste se za nelinearne transformacije rasterskih snimaka. Kao set tačaka za ocenu koeficijenata polinoma mogu se koristiti karakteristični objekti identifikovani na karti čije su koordinate poznate (ćoškovi zgrada, presek ulica) ili ukoliko je na originalnoj karti nanescena koordinatna podela.



Minimalan broj tačaka za kalibraciju u zavisnosti od reda polinoma računa se po formuli  $((r + 1) * (r + 2))/2$ , gde je  $r$  red polinoma [34]. Tako da je za polinom prvog reda minimalan broj potrebnih tačaka 3, za drugi 6, a za polinom trećeg reda 10 tačaka. Ukoliko je moguće potrebno je odrediti što veći broj tačaka za kalibraciju.

U slučaju da rezultati polinomske transformacije rastera ne daju očekivane rezultate, otklanjanje deformacija može se izvršiti triangularnom metodom, tj. “metodom gumenog papira”. Nakon transformacije rastera, slikovne koordinate tačaka korišćenih za kalibraciju imaju zadate teoretske vrednosti, a tačke između određuju se interpolacijom [35].

U operacije za upravljane podacima spada promena rezolucije, mozaikovanje, isecanje, kopiranje, brisanje, kreiranje tabela atributa i boja, kreiranje kompozitnog rastera od višekanalnog.

Alati za interpolaciju uglavnom služe za modelovanje fenomena. Npr, od tačaka sa visinama, moguće je kreirati digitalni model terena [32]. U algebarske operacije spadaju reklasifikacija, matematičke operacije sa vrednostima piksela, računanje nagiba, generalizacija, računanje statističkih parametara i slično.

Namenske operacije su u stalnom razvoju. Kao dobar primer može se navesti set alata za hidrologiju, uz pomoć koga je moguća analiza slivova i akumulacija na osnovu digitalnog modela terena.

### 3.3.6 Rasterski formati podataka

Ime formata	Specifikacija	Kod
Arc/Info ASCII Grid	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#AAIGrid">http://www.gdal.org/frmt_various.html#AAIGrid</a>	AAIGrid
ADRG/ARC Digitized Raster Graphics (.gen/.thf)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#ADRG">http://www.gdal.org/frmt_various.html#ADRG</a>	ADRG
Arc/Info Binary Grid (.adf)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#AIG">http://www.gdal.org/frmt_various.html#AIG</a>	AIG
AIRSAR Polarimetric	<a href="http://www.gdal.org/frmt_airsar.html">http://www.gdal.org/frmt_airsar.html</a>	AIRSAR
Magellan BLX Topo (.blx, .xlb)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_blx.html">http://www.gdal.org/frmt_blx.html</a>	BLX
Microsoft Windows Device Independent Bitmap (.bmp)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_bmp.html">http://www.gdal.org/frmt_bmp.html</a>	BMP
BSB Nautical Chart Format (.kap)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#BSB">http://www.gdal.org/frmt_various.html#BSB</a>	BSB
VTP Binary Terrain Format (.bt)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#BT">http://www.gdal.org/frmt_various.html#BT</a>	BT
CEOS (Spot for instance)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#CEOS">http://www.gdal.org/frmt_various.html#CEOS</a>	CEOS
DRDC COASP SAR Processor Raster		COASP
TerraSAR-X Complex SAR Data Product	<a href="http://www.gdal.org/frmt_cosar.html">http://www.gdal.org/frmt_cosar.html</a>	COSAR
Convair PolGASP data		CPG
Spot DIMAP (metadata.dim)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#DIMAP">http://www.gdal.org/frmt_various.html#DIMAP</a>	DIMAP

Ime formata	Specifikacija	Kod
ELAS DIPEX		DIPEX
DODS / OPeNDAP	<a href="http://www.gdal.org/frmt_dods.html">http://www.gdal.org/frmt_dods.html</a>	DODS
First Generation USGS DOQ (.doq)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#DOQ1">http://www.gdal.org/frmt_various.html#DOQ1</a>	DOQ1
New Labelled USGS DOQ (.doq)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#DOQ2">http://www.gdal.org/frmt_various.html#DOQ2</a>	DOQ2
Military Elevation Data (.dt0, .dt1, .dt2)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_dted.html">http://www.gdal.org/frmt_dted.html</a>	DTED
ERMapper Compressed Wavelets (.ecw)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_ecw.html">http://www.gdal.org/frmt_ecw.html</a>	ECW
ESRI .hdr Labelled	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#EHdr">http://www.gdal.org/frmt_various.html#EHdr</a>	EHdr
Erdas Imagine Raw	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#EIR">http://www.gdal.org/frmt_various.html#EIR</a>	EIR
NASA ELAS	<a href="http://www.gdal.org/frmt_elas.html">http://www.gdal.org/frmt_elas.html</a>	ELAS
ENVI .hdr Labelled Raster	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#ENVI">http://www.gdal.org/frmt_various.html#ENVI</a>	ENVI
Epsilon - Wavelet compressed images	<a href="http://www.gdal.org/frmt_epsilon.html">http://www.gdal.org/frmt_epsilon.html</a>	EPSILON
ERMapper (.ers)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_ers.html">http://www.gdal.org/frmt_ers.html</a>	ERS
Envisat Image Product (.n1)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#Envisat">http://www.gdal.org/frmt_various.html#Envisat</a>	ESAT
EOSAT FAST Format	<a href="http://www.gdal.org/frmt_fast.html">http://www.gdal.org/frmt_fast.html</a>	FAST
FIT		FIT
FITS (.fits)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#FITS">http://www.gdal.org/frmt_various.html#FITS</a>	FITS
Fuji BAS Scanner Image		FujiBAS
Generic Binary (.hdr Labelled)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#GenBin">http://www.gdal.org/frmt_various.html#GenBin</a>	GENBIN
Oracle Spatial GeoRaster	<a href="http://www.gdal.org/frmt_georaster.html">http://www.gdal.org/frmt_georaster.html</a>	GEORASTER
GSat File Format	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#GFF">http://www.gdal.org/frmt_various.html#GFF</a>	GFF
Graphics Interchange Format (.gif)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_gif.html">http://www.gdal.org/frmt_gif.html</a>	GIF
WMO GRIB1/GRIB2 (.grb)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_grib.html">http://www.gdal.org/frmt_grib.html</a>	GRIB
GMT Compatible netCDF	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#GMT">http://www.gdal.org/frmt_various.html#GMT</a>	GMT
GRASS Rasters	<a href="http://www.gdal.org/frmt_grass.html">http://www.gdal.org/frmt_grass.html</a>	GRASS
Golden Software ASCII Grid	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#GSAG">http://www.gdal.org/frmt_various.html#GSAG</a>	GSAG
Golden Software Binary Grid	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#GSBG">http://www.gdal.org/frmt_various.html#GSBG</a>	GSBG
Golden Software Surfer 7 Binary Grid	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#GS7BG">http://www.gdal.org/frmt_various.html#GS7BG</a>	GS7BG
GSC Geogrid		GSC
TIFF / BigTIFF / GeoTIFF (.tif)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_gtiff.html">http://www.gdal.org/frmt_gtiff.html</a>	GTiff
GXF - Grid eXchange File	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#GXF">http://www.gdal.org/frmt_various.html#GXF</a>	GXF
Hierarchical Data Format Release 4 (HDF4)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_hdf4.html">http://www.gdal.org/frmt_hdf4.html</a>	HDF4
Hierarchical Data Format Release 5 (HDF5)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_hdf5.html">http://www.gdal.org/frmt_hdf5.html</a>	HDF5
Erdas Imagine (.img)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_hfa.html">http://www.gdal.org/frmt_hfa.html</a>	HFA
Image Display and Analysis (WinDisp)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#IDA">http://www.gdal.org/frmt_various.html#IDA</a>	IDA
ILWIS Raster Map (.mpr, .mpl)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#ILWIS">http://www.gdal.org/frmt_various.html#ILWIS</a>	ILWIS
Intergraph Raster	<a href="http://www.gdal.org/frmt_intergraphraster.html">http://www.gdal.org/frmt_intergraphraster.html</a>	INGR
USGS Astrogeology ISIS cube (Version 2)		ISIS2
USGS Astrogeology ISIS cube (Version 3)		ISIS3
JAXA PALSAR Product Reader (Level 1.1/1.5)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_palsar.html">http://www.gdal.org/frmt_palsar.html</a>	JAXAPALSAR
Japanese DEM (.mem)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#JDEM">http://www.gdal.org/frmt_various.html#JDEM</a>	JDEM
JPEG JFIF (.jpg)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_jpeg.html">http://www.gdal.org/frmt_jpeg.html</a>	JPEG
JPEG2000 (.jp2, .j2k)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_jpeg2000.html">http://www.gdal.org/frmt_jpeg2000.html</a>	JPEG2000
JPEG2000 (.jp2, .j2k)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_jp2kak.html">http://www.gdal.org/frmt_jp2kak.html</a>	JP2KAK
JPEG2000 (.jp2, .j2k)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_jp2ecw.html">http://www.gdal.org/frmt_jp2ecw.html</a>	JP2ECW
JPEG2000 (.jp2, .j2k)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_jp2mrsid.html">http://www.gdal.org/frmt_jp2mrsid.html</a>	JP2MrSID
NOAA Polar Orbiter Level 1b Data Set (AVHRR)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_l1b.html">http://www.gdal.org/frmt_l1b.html</a>	LIB
Erdas 7.x .LAN and .GIS	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#LAN">http://www.gdal.org/frmt_various.html#LAN</a>	LAN
FARSITE v.4 LCP Format	<a href="http://www.gdal.org/frmt_lcp.html">http://www.gdal.org/frmt_lcp.html</a>	LCP
Daylon Leveller Heightfield	<a href="http://www.gdal.org/frmt_leveller.html">http://www.gdal.org/frmt_leveller.html</a>	Leveller
In Memory Raster	<a href="http://www.gdal.org/frmt_mem.html">http://www.gdal.org/frmt_mem.html</a>	MEM
Vexcel MFF	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#MFF">http://www.gdal.org/frmt_various.html#MFF</a>	MFF
Vexcel MFF2	<a href="http://www.gdal.org/frmt_mff2.html">http://www.gdal.org/frmt_mff2.html</a>	MFF2 (HKV)
Multi-resolution Seamless Image Database	<a href="http://www.gdal.org/frmt_mrsid.html">http://www.gdal.org/frmt_mrsid.html</a>	MrSID
Meteosat Second Generation	<a href="http://www.gdal.org/frmt_msg.html">http://www.gdal.org/frmt_msg.html</a>	MSG
EUMETSAT Archive native (.nat)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_msgn.html">http://www.gdal.org/frmt_msgn.html</a>	MSGN
NLAPS Data Format	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#NDF">http://www.gdal.org/frmt_various.html#NDF</a>	NDF
NITF	<a href="http://www.gdal.org/frmt_nitf.html">http://www.gdal.org/frmt_nitf.html</a>	NITF
NetCDF	<a href="http://www.gdal.org/frmt_netcdf.html">http://www.gdal.org/frmt_netcdf.html</a>	netCDF
OGDI Bridge	<a href="http://www.gdal.org/frmt_ogdi.html">http://www.gdal.org/frmt_ogdi.html</a>	OGDI
PCI .aux Labelled	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#PAux">http://www.gdal.org/frmt_various.html#PAux</a>	PAux
PCI Geomatics Database File	<a href="http://www.gdal.org/frmt_pcidsk.html">http://www.gdal.org/frmt_pcidsk.html</a>	PCIDSK
PCRaster	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#PCRaster">http://www.gdal.org/frmt_various.html#PCRaster</a>	PCRaster
NASA Planetary Data System		PDS

Ime formata	Specifikacija	Kod
Postgis CHIP raster (under development)	<a href="http://simon.benjamin.free.fr/pgchip">http://simon.benjamin.free.fr/pgchip</a>	PGCHIP
Portable Network Graphics (.png)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#PNG">http://www.gdal.org/frmt_various.html#PNG</a>	PNG
Netpbm (.ppm,.pgm)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#PNM">http://www.gdal.org/frmt_various.html#PNM</a>	PNM
R Object Data Store	<a href="http://www.gdal.org/frmt_r.html">http://www.gdal.org/frmt_r.html</a>	R
Rasterlite - Rasters in SQLite DB	<a href="http://www.gdal.org/frmt_rasterlite.html">http://www.gdal.org/frmt_rasterlite.html</a>	Rasterlite
Swedish Grid RIK (.rik)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_rik.html">http://www.gdal.org/frmt_rik.html</a>	RIK
Raster Matrix Format (*.rsw, .mtw)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_rmf.html">http://www.gdal.org/frmt_rmf.html</a>	RMF
Raster Product Format/RPF (a.toc)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#RPFTOC">http://www.gdal.org/frmt_various.html#RPFTOC</a>	RPFTOC
RadarSat2 XML (product.xml)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_rs2.html">http://www.gdal.org/frmt_rs2.html</a>	RS2
Idrisi Raster	<a href="http://www.gdal.org/frmt_Idrisi.html">http://www.gdal.org/frmt_Idrisi.html</a>	RST
ArcSDE Raster	<a href="http://www.gdal.org/frmt_sde.html">http://www.gdal.org/frmt_sde.html</a>	SDE
USGS SDTS DEM (*CATD.DDF)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#SDTS">http://www.gdal.org/frmt_various.html#SDTS</a>	SDTS
SGI Image Format	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#SGI">http://www.gdal.org/frmt_various.html#SGI</a>	SGI
Standard Raster Product (ASRP/USRP)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#SRP">http://www.gdal.org/frmt_various.html#SRP</a>	SRP
SRTM HGT Format	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#SRTMHGT">http://www.gdal.org/frmt_various.html#SRTMHGT</a>	SRTMHGT
Terragen Heightfield (.ter)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_terrigen.html">http://www.gdal.org/frmt_terrigen.html</a>	TERRAGEN
Terralib		Terralib
EarthWatch/DigitalGlobe .TIL		TIL
TerraSAR-X Product		TSX
USGS ASCII DEM (.dem)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_usgsdem.html">http://www.gdal.org/frmt_usgsdem.html</a>	USGSDEM
GDAL Virtual (.vrt)	<a href="http://www.gdal.org/gdal_vrtut.html">http://www.gdal.org/gdal_vrtut.html</a>	VRT
OGC Web Coverage Server	<a href="http://www.gdal.org/frmt_wcs.html">http://www.gdal.org/frmt_wcs.html</a>	WCS
WKTRaster	<a href="http://trac.osgeo.org/gdal/wiki/frmts_wtkrafter.html">http://trac.osgeo.org/gdal/wiki/frmts_wtkrafter.html</a>	WKTRaster
OGC Web Map Server	<a href="http://www.gdal.org/frmt_wms.html">http://www.gdal.org/frmt_wms.html</a>	WMS
X11 Pixmap (.xpm)	<a href="http://www.gdal.org/frmt_various.html#XPM">http://www.gdal.org/frmt_various.html#XPM</a>	XPM

## 3.4 Vektorski tipovi podataka

### 3.4.1 Opšti pregled

Pored rasterskih, koriste se i vektorski tipovi podataka. Karakteristika vektorskih podataka je ta, što se čuvaju koristeći koordinate. Prostorni entiteti se često predstavljaju kao geometrijske figure. Različiti objekti iz realnosti se predstavljaju različitim tipovima geometrijskih figura.

- tačka;
- linija;
- poligon;

Tačka kao bezdimenzionalna veličina se koristi za predstavljanje objekata za koje dimenzija nije od značaja, već samo lokacija. Na primer, topografski znak ili tačka koja reprezentuje visinu. Tačka nosi najmanju informaciju od

svih vektorskih tipova. Tačke se takodje mogu koristiti za prikaz površina kada se prikazuju u sitnoj razmeri. Gradovi na mapama sveta prikazuju se kao tačka, a ne kao poligon iako se radi o površinskom objektu, jer je cilj da se na mapi ove razmere prikaže samo lokacija, a ne i oblik. Kako je tačka bezdimenzionalna, nikakva merenja nisu moguća.

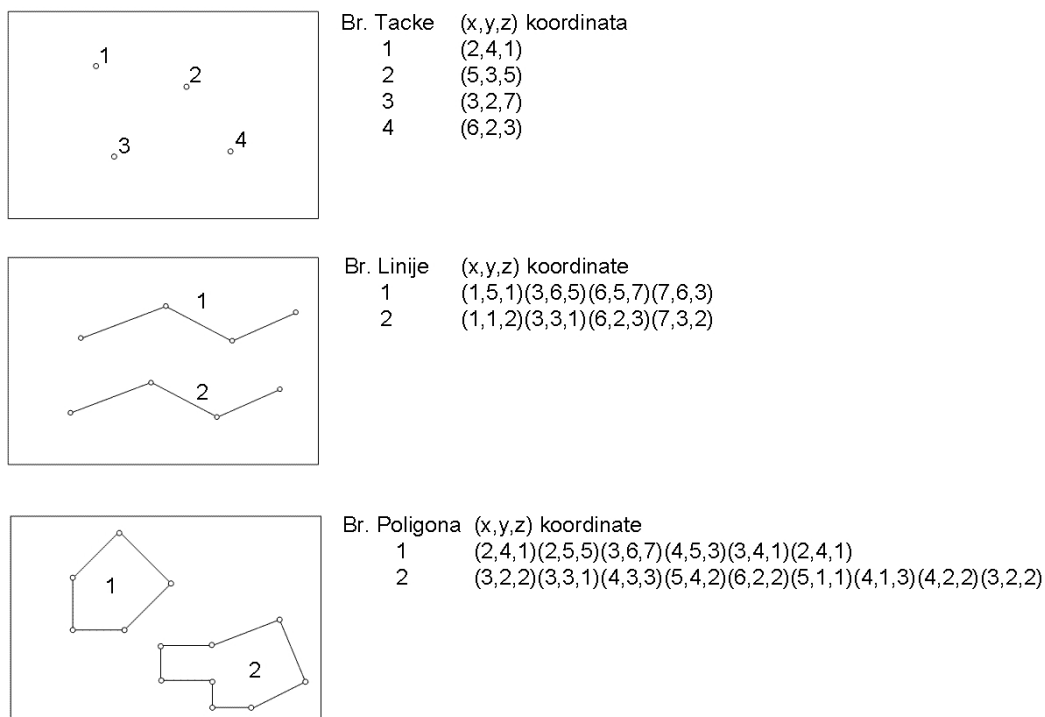
Linija ili polilinija se koriste za predstavljanje reka, puteva, pruga i svih ostalih objekata kod kojih širina nije od značaja, već samo dužina. Za razliku od bezdimenzionalne tačke, linija je jednodimenzionalni geometrijski objekat.

Dvodimenzionalne veličine kao što su poligoni se koriste za predstavu objekata koji pokrivaju određenu površinu na Zemlji. Poligonima se predstavljaju jezera, regioni, zgrade, tipovi zemljišta. Od svih geometrijskih objekata, poligon nosi najviše informacija. Za poligone se mogu meriti obim i površina.

### **3.4.2 Skladištenje vektorskih podataka**

ESRI shape datoteke su dobar primer za analizu vektorskih prostornih tipova podataka. Shape datoteke skladište set geometrijskih podataka i atributa sa informacijama o objektu, nasledjenih od primitivnih tipova. Svaki set podataka sastoji se iz tri datoteke [18]. Glavna datoteka čuva podatke o geometriji seta podataka. Datoteka sa tabelom čuva attribute za svaki objekat u setu. Datoteka sa indeksima omogućuje brže pretraživanje seta podataka.

Ako se vektorski setovi podataka čuvaju u nekom od relacionih baza podataka kao npr PostgreSQL, MySQL, Oracle, pa čak i MS Access, pored osnovnih tipova podataka (integer, float, double, text), potrebna je podrška za rad sa prostornim tipovima podataka. Ovi prostorni tipovi mogu se čuvati u binarnom obliku ili kao string.



Slika 16: Vektorski setovi podataka

### 3.4.3 Oznake i anotacije

Označavanje predstavlja proces dodavanja opisnog teksta geometrijskom objektu na mapi. Često se koristi za označavanje izohipse kotom, parcele brojem parcele ili objekta kućnim brojem. Oznake se postavljaju dinamički i zasnovane su na atributu ili kombinaciji atributa. Mogu se podešavati tako da budu vidljive odnosno nevidljive pri određenim razmerama. Kada se prikazuje mapa grada, pri određenom uvećanju mogu se prikazati oznake koje reprezentuju imena ulica. Daljim uvećanjem mogu se prikazati i oznake kućnih brojeva. Oznake se ne mogu ažurirati. Da bi se promenila, potrebno je promeniti vrednost atributa na osnovu kojeg je izvedena oznaka. Ono na šta korisnik može da utiče kod označavanja jeste da podesi razmeru pri kojoj će se oznake videti, boju, font, ugao i mesto u odnosu na objekat koji se

označava i način na koji se rešavaju konflikti kod preklapanja oznaka.

Ukoliko se ukaže potreba za menjanjem vrednosti oznake, potrebno je izvršiti konverziju iz oznake u anotaciju. Anotacija je alternativan način za prikazivanje tekstualnih informacija pored objekta. Za razliku od dinamičkih oznaka, anotacije su statičkog karaktera. Pogodne su ukoliko se označava samo nekoliko objekata na mapi ili u slučaju kada atributi ne sadrže informaciju za oznaku. Za razliku od dinamičkog označavanja, anotacije je moguće ažurirati i uvek se nalaze na istom mestu i iste su veličine, bez obzira na nivo uvećanja. Prilikom kreiranja anotacija, veličina teksta se podešava prema razmeri u kojoj će se prikazati.

#### **3.4.4 Složeni tipovi podataka**

Složeni tipovi prostornih podataka se sastoje od primitivnih tipova podataka. Složeni tipovi imaju definisana topološka pravila koja opisuju relacije između geometrijskih objekata. Na primer set poligona koji se ne seku, koristan je za prikaz državnih granica. Set polilinja koje se nadovezuju, koristan je za prikaz vodovodnih cevi. Određena topološka struktura zavisi od tri parametra: pravilo, tolerancija i rang. Tolerancija definiše minimalno rastojanje između dva objekta koja se ne podudaraju. Rang se uvodi kao pojam koji definiše težinu odnosno stepen kvaliteta. Na primer granica jedne parcele izmerena je centimetarskom tačnošću, a granice susednih parcela očitane su sa karte. Definisanjem ranga, parcele određene sa manjom tačnošću prilagodiće se parceli sa većom tačnošću.

Specijalni tip topološke strukture jeste mreža. Ona se često koristi kod prikaza pojava kao što je vodovodna ili kanalizaciona mreža. Granasta mreža ima svoj tok i nije dozvoljen presek između grana, za razliku od radijalne gde je presek dozvoljen (mreža ulica). U suštini mreža se sastoji od čvorova i polilinja koje vezuju čvorove. Definisanjem mrežne strukture mogu se praviti analize kao što je problem najkraćeg puta.

### 3.4.5 Manipulacija vektorskim podacima

Skoro sve klase u GIS-a se nasledjuju od primitivnih generičkih tipova (tačka, linija, poligon). Nova klasa koja se izvodi iz klase poligon može imati alfanumeričke attribute. Npr., klasa parcela [59] se izvodi iz klase poligon i ima svoje attribute kao što su broj parcele, katastarska površina, klasa, bonitet... Za manipulaciju vektorskim podacima koristeći vrednosti atributa koriste se SQL upiti. Drugi vid upita kada se radi o prostornim podacima jesu prostorni upiti. Prototipovi funkcija za prostorne upite dati su u tabeli.

Funkcija(parametri)	Tip povratne informacije
Distance(geometry, geometry)	number
Equals(geometry, geometry)	boolean
Disjoint(geometry, geometry)	boolean
Intersects(geometry, geometry)	boolean
Touches(geometry, geometry)	boolean
Crosses(geometry, geometry)	boolean
Overlaps(geometry, geometry)	boolean
Contains(geometry, geometry)	boolean
Intersects(geometry, geometry)	boolean
Length(geometry)	number
Area(geometry)	number
Centroid(geometry)	geometry

Što se tiče ostalih alata za manipulaciju vektorskim podacima, tu spadaju alati za:

- Upravljanje podacima;
- Konverziju podataka;
- Procesiranje podataka;
- Vektorsku analizu;

- Geokodiranje;
- Statističku analizu;

U alate za upravljanje podacima spadaju operacije za definisanje domena, dodavanje i brisanje atributa, konverziju jedne klase objekata u drugu (poligon u liniju), spajanje više klasa podataka u jednu, povezivanje klasa preko atributa ili preko lokacije, generalizaciju, kreiranje topoloških struktura i sl. Alati za konverziju [24] služe za konvertovanje iz - u razne vektorske ili vektorske u rasterske formate. Svi ostali alati služe za razne algebarske, statističke i relacione operacije.

### 3.4.6 Vektorski formati podataka

Najčešće korišćeni formati vektorskih podataka sa linkovima specifikacije, navedeni su u tabeli.

Ime formata	Specifikacija	Kod
Arc/Info Binary Coverage	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_avcbn.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_avcbn.html</a>	AVCBin
Arc/Info .E00 (ASCII) Coverage	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_avce00.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_avce00.html</a>	AVCE00
Atlas BNA	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_bna.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_bna.html</a>	BNA
AutoCAD DXF	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_dxf.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_dxf.html</a>	DXF
Comma Separated Value (.csv)	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_csv.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_csv.html</a>	CSV
DODS/OPeNDAP	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_dods.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_dods.html</a>	DODS
ESRI Personal GeoDatabase?	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_pgeo.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_pgeo.html</a>	PGeo
ESRI ArcSDE	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_sde.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_sde.html</a>	SDE
ESRI Shapefile	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_shapefile.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_shapefile.html</a>	ESRI Shapefile
FMEObjects Gateway	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_fme.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_fme.html</a>	FMEObjects Gateway
GeoJSON	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_geojson.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_geojson.html</a>	GeoJSON
Géoconcept Export	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_geoconcept.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_geoconcept.html</a>	Geoconcept
GeoRSS	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_georss.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_georss.html</a>	GeoRSS
GML	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_gml.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_gml.html</a>	GML
GMT	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_gmt.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_gmt.html</a>	GMT
GPX	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_gpx.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_gpx.html</a>	GPX
GRASS	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_grass.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_grass.html</a>	GRASS
GPSTrackMaker (.gtm, .gtz)	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_gtm.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_gtm.html</a>	GPSTrackMaker
Informix DataBlade?	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_idb.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_idb.html</a>	IDB
INTERLIS	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_ili.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_ili.html</a>	Interlis 1 and "Interlis 2"
INGRES	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_ingres.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_ingres.html</a>	INGRES
KML	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_kml.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_kml.html</a>	KML
Mapinfo File	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_mtab.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_mtab.html</a>	MapInfo? File
Microstation DGN	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_dgn.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_dgn.html</a>	DGN
Memory	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_memory.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_memory.html</a>	Memory
MySQL	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_mysql.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_mysql.html</a>	MySQL
Oracle Spatial	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_oci.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_oci.html</a>	OCI
ODBC	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_odbc.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_odbc.html</a>	ODBC
OGDI Vectors	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_ogdi.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_ogdi.html</a>	OGDI
PCI Geomatics Database File		PCIDSK



Ime formata	Specifikacija	Kod
PostgreSQL	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_pg.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_pg.html</a>	PostgreSQL
EPIInfo .REC		REC
S-57 (ENC)	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_s57.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_s57.html</a>	S57
SDTS	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_sdts.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_sdts.html</a>	SDTS
SQLite/SpatiaLite	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_sqlite.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_sqlite.html</a>	SQLite
UK .NTF	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_ntf.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_ntf.html</a>	UK. NTF
U.S. Census TIGER/Line	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_tiger.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_tiger.html</a>	TIGER
VFK data	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_vfk.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_vfk.html</a>	VFK
VRT - Virtual Datasource	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_vrt.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_vrt.html</a>	VRT
X-Plane/Flighgear aeronautical data	<a href="http://www.gdal.org/ogr/drv_xplane.html">http://www.gdal.org/ogr/drv_xplane.html</a>	XPLANE

### 3.5 Hibridni tipovi podataka

Prostorni fenomen može se prikazati geometrijski u vektorskom ili rasterskom formatu. Hibridni tipovi podataka koriste vektorske i rasterske podatke zajedno unutar jedinstvenog sistemskog okruženja, kombinujući bolja svojstva vektorskih i rasterskih podataka. Mogu se razlikovati različite faze integracije:

- hibridna vizualizacija;
- hibridno procesiranje;
- hibridna struktura podataka;

Kod hibridne vizualizacije i raster i vektor se prikazuju zajedno. Vektorski format je glavni u procesnoj strukturi sistema, dok raster služi kao pozadina.

Eksplicitna konverzija rasterskog formata u vektor i obrnuto, omogućuje različite analize u obe strukture nezavisno. Na ovaj način, potpuno je transparentno za korisnika o kom tipu podatka se radi. Na primer, parametri funkcije mogu biti tačke izliva u vektorskom formatu i DMT u rasterskom formatu. Kao izlaz dobija se granica sliva bilo u rasterskom ili vektorskom formatu.

Hibridna struktura podataka odnosi se na integraciju oba tipa u jedinstven model. Dobar primer je ortofoto snimak u rasterskom formatu sa

kućnim brojevima u vektorskom formatu. Ovakav model postaje inteligentniji od rasterskog tipa jer je omogućeno pretraživanje i prikaz određene lokacije.

### 3.6 Alfaniumeričke baze podataka

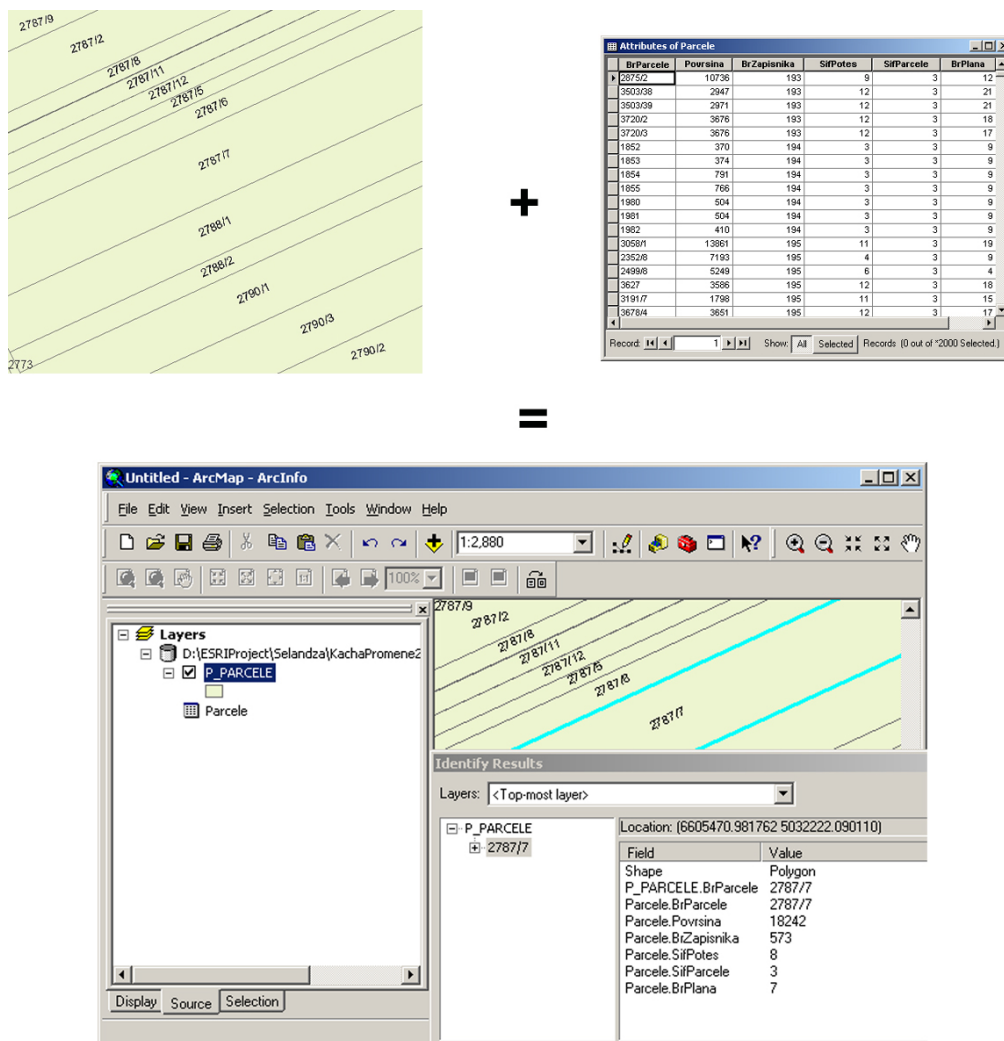
Početak sedamdesetih, razvijaju se prve relacione baze podataka. Alfaniumerički podaci koji su ranije čuvali u tekstualnim datotekama, postepeno migriraju u baze podataka. Model se zasniva na skupu tabela povezanih relacijama preko primarnih i spoljnih ključeva. Primarni ključ predstavlja jedinstveni identifikator za svaki red u tabeli. Kolone se odnose na attribute, a svaki novi red na novi objekat. Manipulacija podacima omogućena je korišćenjem relacionih operatora, tj. korišćenjem upitnog jezika.

Relacione baze podataka i danas su najpopularniji način čuvanja alfaniumeričkih podataka. Tipovi podataka u relacionim bazama su ograničeni na brojevne i tekstualne tipove podataka. Pored ovih osnovnih tipova koriste se i date/time tipovi, a vodeći proizvođači omogućuju i čuvanje binarnih tipova.

Postavlja se pitanje kako povezati alfaniumeričke baze podataka sa geometrijskim podacima. Prvi način odnosi se na nadogradnju RDBMS-a sa geometrijskim tipovima objekata (tačka, polilinja, poligon), kako bi se i alfaniumerički i geografski podaci čuvali u istoj bazi podataka. Veza se ostvaruje kao i u relacionim bazama preko ključeva. Ovakvu nadogradnju omogućili su vodeći proizvođači RDBMS-a kao što su ORACLE, MS SQL Server, PostgreSQL sa PostGIS proširenjem, MySQL i drugi.

Drugi način povezivanja odvija se pod kišobranom GIS sistema. GIS softveri ugrađuju podršku za dodavanje podataka iz različitih izvora i njihovo povezivanje. Na identičan način kako se unutar relacione baze povezuju tabele klauzulom JOIN, povezuju se i relacione tabele sa prostornim podacima dodate u GIS okruženje.

Prostorni podaci kao što su parcele, reprezentuju se poligonima koji imaju najmanje atribut *BrojParcele*. Ovaj atribut ne služi samo za označavanje parcela i pravljenje katastarskih planova, već se preko njega može izvršiti povezivanje sa tabelama skladištenim u relacionoj bazi podataka koje takodje imaju atribut *BrojParcele*. Nakon povezivanja svi alfanumerički podaci postaju atributi prostornih podataka parcela.



Slika 17: Spoj alfanumerike i grafike

## 4 Distribuiranje geopodataka korišćenjem servisa

Geopodaci ili prostorni podaci odnose se na informacije koje imaju geometrijska svojstva (koordinate za tačke, tj. uredjeni niz koordinata za linije i poligone). Mogu se pojavljivati u obliku mape, ortofoto snimka, kao objekti u bazi podataka. Formati geopodataka mogu biti vektorski, rasterski i hibridni.

U proteklim godinama došlo je do naglog porasta broja aplikacija koje distribuiraju mape na internetu, kao npr. GoogleEarth, VirtualEarth, OpenStreetMap... Ovi servisi omogućuju javan pristup velikom obimu geografskih ili prostornih podataka. Neke od njih spadaju u kategoriju lakih klijenata, dok neke pružaju mogućnost proširenja korišćenjem API funkcija.

Sa druge strane raste i potreba korisnika za brzu razmenu ažurnih podataka. Da bi se bliže objasnila distribucija podataka putem web-a, neophodno je osvrnuti se na samu platformu na kojoj se odvija komunikacija.

### 4.1 Distribuirani sistemi

Distribuirani kompjuterski sistem se sastoji više autonomnih računara koji komuniciraju preko kompjuterske mreže kao bi se postigao zajednički cilj. Primarni cilj distribuiranih sistema je sposobnost da se efikasnije koriste računarski resursi. Ovo je omogućeno korišćenjem sledećih tehnika [58]:

- Deljenje resursa;
- Deljenje procesa;
- Distribuirano upravljanje;

*Deljenje* resursa podrazumeva deljenje hardverskih komponenti ili podataka. Kada je reč o deljenju podataka, najčešće se radi o distribuiranim bazama podataka koje su pod kontrolom centralnog DBMS-a, a podaci su fizički smešteni na različitim računarima. Ovakve baze

podataka moraju osigurati sledeće: transparentnu distribuiranost i transparentno obavljanje transakcija. Distribucija je transparentna ako korisnik pristupa distribuiranim bazama kao da je reč o jedinstvenoj bazi podataka. Transparentno obavljanje transakcija podrazumeva da je očuvana atomnost, konzistentnost, izolovanost i trajnost nad svim bazama podataka koje čine distribuiran sistem tokom obavljanja transakcija.

Prednosti distribuiranih baza podataka su brojne od kojih su značajnije:

- Upravljanje distribuiranim podacima sa različitim nivoom transparentnosti;
- Povećanje pouzdanosti i raspoloživosti;
- Jednostavnije proširenje;
- Reflektuje organizacionu strukturu;
- Lokalna autonomija;
- Pобољшanje performansi;
- Ekonomičnost;
- Zaštita;
- Distribuirano upravljanje transakcijama i postavljanje upita;
- Nezavisnost od hardvera, operativnog sistema, DBMS-a;
- Modularnost;

Glavni nedostaci su:

- Složena arhitektura;
- Otežano konkurentno upravljanje;

Deljivost procesa kao sekvencijalnih programa koji se izvršavaju po nitima u jedinstvenom adresnom prostoru odvija se unutar klijent – server arhitekture. Ideja ovog modela je da se napravi kooperacija procesa izmedju servera koji obezbeđuju servise i klijenata koji servise zahtevaju. Ova paradigma se koristi na nivou aplikacije podjednako kao i na nivou operativnog sistema. Svaki proces u interakciji igra ili ulogu servera ili ulogu klijenta. Sa druge strane, proces koji se ponaša kao server može zahtevati servis od drugog servera da bi izvršio neki zadatak, time dobijajući i ulogu klijenta. Mašina može biti jedan klijent, jedan server, više klijenata ili servera ili mešavina klijenata i servera.

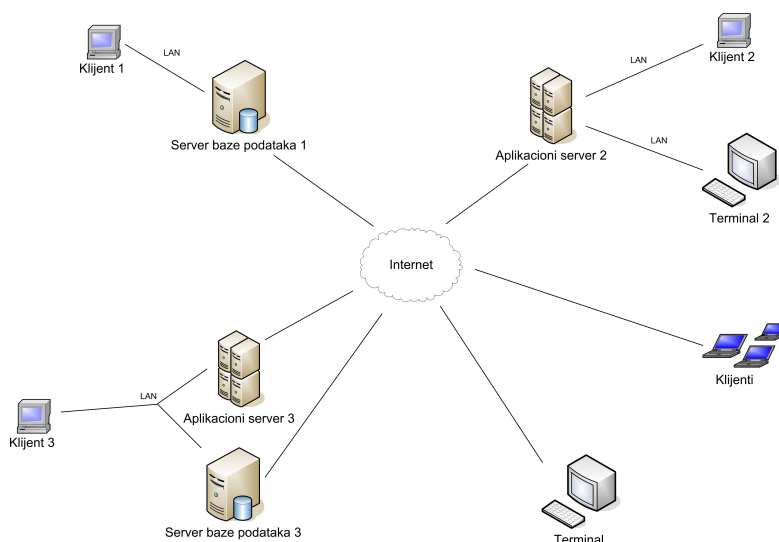
Serverski procesi su potrebni da bi se dobili slični servisi za više klijenata. Klijenti mogu zahtevati te servise paralelno. Ako serverski proces ima jednu kontrolnu nit i trenutno je suspendovan čekajući neki događaj, zahtevi ostalih klijenta ne mogu biti obradjeni i procesi klijenata su blokirani. Kreiranjem niti za svaki zahtev omogućava da se procesi klijenata ne blokiraju, ako je zahtevani proces suspendovan i niti u serverskim procesima mogu deliti uobičajne podatke. Serverski proces obradjuje zahteve klijenata konkurentno, ali se svaka nit izvršava sekvencijalno.

Logička komunikacija izmedju klijenata i servera je bazirana na razmeni poruka zahteva i odgovora.

Distribuirano upravljanje podrazumeva administriranje resursima ili procesima sa fizički udaljene lokacije. Osnovni zadatak distribuiranog upravljanja podacima, tj. bazama podataka je da omogući efikasnu izgradnju, korišćenje i ažuriranje. Pored zadataka koje obavljaju sistemi za upravljanje bazom podataka, distribuirano upravljanje bazom podataka podrazumeva da se obezbedi:

- upravljanje distribuiranim delovima baza podataka;
- distribucionu nezavisnost;
- replikaciju podataka;
- veći stepen raspoloživosti sistema;

Distribuirano upravljanje procesima odnosi se na kreiranje i održavanje procesa koji predstavljaju klijentske servise. Izrada jedinstvenog kataloga servisa takodje predstavlja vid distribuiranog upravljanja. Jedan od najbezbednijih načina distribuiranog upravljanja jeste korišćenjem SSH protokola. SSH (Secure Shell) je mrežni protokol koji korisnicima omogućuje uspostavljanje sigurnog komunikacijskog kanala izmedju dva računara putem nesigurne računarske mreže. SSH protokol svoj rad bazira na korištenju kombinacije simetrične i asimetrične kriptografije, metoda enkripcije koje omogućuju sigurniji prenos podataka računarskom mrežom. Pomoću SSH administratori sistema mogu administrirati resursima i procesima potpuno transparentno, kao da se radi o lokalnim resursima i procesima.



Slika 18: Distribuirani sistem

## 4.2 Klijent - Server arhitektura

Saobraćaj na internetu uglavnom se bazira na klijent - server arhitekturi. Na bazi zahteva i odgovora odvija se interaktivna komunikacija. Slično razgovoru izmedju ljudi, gde je neophodno da sagovornici govore istim

jezikom i da postoji neki protokol u razgovoru, kao npr. razgovor između prodavca i kupca. Nakon pozdravljanja, kupac se interesuje za robu, prodavac mu prezentuje asortiman. Kupac bira artikal, izdaje mu se račun, plaća, uzima robu i ponovo se pozdravljaju. Ovakva klijent - server relacija se odvija i između web servera i web klijenta (čitača). Preko unešene URL adrese se prosledjuje zahtev serveru, koji ovakav zahtev interpretira, generiše odgovor u vidu http strane i vraća je nazad u čitač.

Internet kao mreža međusobno povezanih čvorova je dizajniran da prenosi informacije sa jednog mesta na drugo koristeći skup mrežnih protokola da bi preneo informacije sa mreže. Mrežni protokoli su metod opisivanja paketa informacija tako da oni mogu biti poslani kroz telekomunikacionu liniju ili neki drugi medij od čvora do čvora, dok ne dodju do cilja. Kao mrežni protokol na internetu koristi se TCP/IP.

## 4.3 HTTP protokol

### 4.3.1 Opšti pregled

Pre nego se paketi podataka pošalju preko mreže, moraju se prvo adresirati. HTTP protokol stavlja oznaku sa adresom na paket, tako da TCP/IP zna gde da pošalje informaciju. Poruka prosledjena od web klijenta do web servera zove se HTTP zahtev. Kada web server dobije zahtev, obradjuje ga, pronalazi stranu (u slučaju da ne pronadje vraća poruku o grešci) i prosledjuje je do web klijenta. Poruka koja se šalje od web servera do web klijenta zove se HTTP odgovor.

Svaka HTTP poruka [33] bilo ona zahtev ili odgovor se generalno sastoji iz:

- reda;
- zaglavlja;
- tela;



### 4.3.2 HTTP zahtev

Red za zahtev sadrži metod (GET, HEAD, POST), putanju od servera do podataka koje klijent traži i broj verzije HTTP-a. Metod GET je zahtev za informacijama koje se nalaze na datoj URL adresi. Većina zahteva na internetu su GET zahtevi. Informacije koje su potrebne zahtevu mogu biti bilo šta od HTML-a, preko serverskih do klijentskih skriptova. Metod HEAD definiše zahtev samo za zaglavljem bez podataka. Metod POST naglašava da će podaci biti poslani serveru kao deo HTTP tela. HTTP zaglavlje sadrži detalje o tipovima dokumenata koje će klijent prihvatiti sa servera, tip čitača, vreme, kao i opšte informacije o konfiguraciji. Većina ovih informacija su opcione, osim informacije o adresi servera (Host). Ako se koristi metod POST u HTTP redu za zahtev, telo HTTP zahteva sadrži informacije koje korisnik šalje do servera.

### 4.3.3 HTTP odgovor

HTTP odgovor sadrži broj verzije HTTP-a i kod HTTP zahteva koji javlja uspeh ili neuspeh zahteva, HTTP zaglavlje i HTTP telo. Kodovi HTTP zahteva mogu se svrstati u pet klasa:

Klasa koda	Opis
100-199	Informativni kodovi. Označavaju da se zahtev obrađuje
200-299	Označavaju uspešno obradjen zahtev
300-399	Označavaju neuspešno obradjen zahtev
400-499	Klijentska greška
500-599	Greška servera

Ako je zahtev uspešno obradjen, onda telo http odgovora sadrži HTML kod (sa sve skriptovima) za interpretaciju u web klijentu.

## 4.4 Common Gateway Interface (CGI)

Jedan od zasada najrasprostranjenijih metoda za dinamičko kreiranje web stranica je CGI. Njegova prednost je u tome što je to u stvari bilo koji program koji za ulazne veličine dobija podatke od klijenta, a njegov izlaz je u stvari deo ili kompletan HTML fajl. CGI najčešće funkcioniše na sledeći način: u okviru nekog HTML fajla imamo formular. Kada se formular popuni, podaci iz njega se u odredjenom obliku šalju na server. Server tada u zavisnosti od metoda slanja postavlja promenljive u sopstvenom okruženju ili podatke prosledjuje na standardni ulaz programa koji treba da se izvrši. Program se izvršava i ispisuje HTML fajl na standardni izlaz, koji server prosledjuje klijentu.

Metod za slanje formulara može biti POST ili GET. Sa GET metodom server kreira promenljive u okruženju, ali ovo je nezgodno ako je potrebno proslediti veću količinu podataka. Tada se koristi metod POST koji podatke prosledjuje na standardni ulaz, kao što je prethodno rečeno, bez ograničenja u količini podataka koju šaljemo serveru. Izlaz svakog CGI programa mora početi sa odgovarajućim HTTP zaglavljem koje govori serveru i browseru kakvi podaci slede.

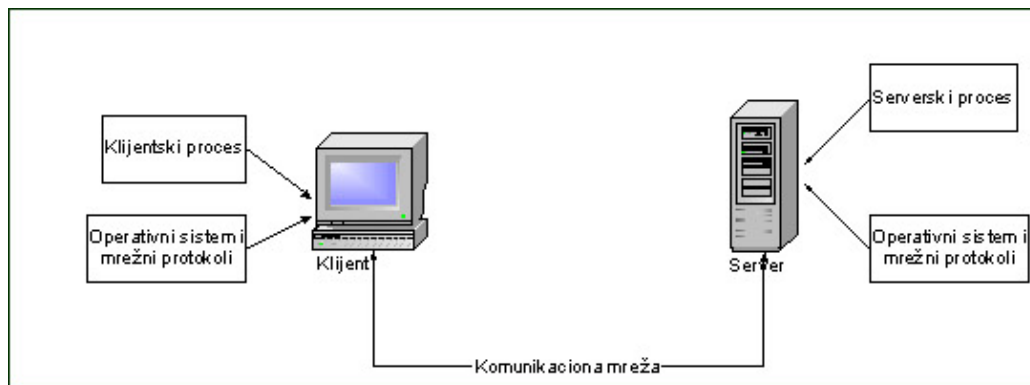
## 4.5 Klijent - Server skript

Sa obzirom na kojoj strani se izvršava skript razlikuju se:

- Serverski skriptovi;
- Klijentski skriptovi;

Skript na strani servera je skup instrukcija koje izvršava server i generiše HTML. Rezultujući HTML se šalje kao deo HTTP odgovora u web klijent. Jezici za pisanje serverskih skriptova su Python, PHP...

Skript koji se izvršava na strani klijenta ima za cilj da pomogne web klijentu za kreiranje HTTP zahteva, ili jednostavno predstavlja program koji radi na strani klijenta. Najčešće korišteni skript jezik koji se izvršava na klijentu je Javascript.



Slika 19: Klijent - Server arhitektura

## 4.6 Servisno Orjentisana Arhitektura (SOA)

Veliki deo komercijalnih proizvođača klijentsko – serverskih GIS sistema zagovara koncept razvoja koristeći service-oriented architecture (SOA). Postoji nekoliko mišljenja vezana za ključne komponente SOA arhitekture koja otvaraju brojna pitanja vezana za upotrebu u složenim sistemima kao što su komunalni sistemi. Osnovni problem odnosi se na integraciju GIS softverskih klijenata različitih proizvođača u složene sisteme.

SOA arhitektura načinila je velike promene kada je reč o komunalnim i drugim sličnim sistemima koji su danas glavna podrška poslovnim procesima. Centrolizovani informacioni sistemi sa arhitekturom zasnovanoj na razvoju aplikacija, polako migriraju ka distribuiranim sistemima zasnovanoj na servisima [17]. Jedan od glavnih razloga je taj što se za bilo kakvu izmenu aplikacije, promena mora sprovesti na svim delovima sistema koji ove aplikacije koriste. Sa arhitekturom orjentisanom ka servisima omogućeno

je takvo distribuiranje informacija koje ne zahteva izmene na aplikacijama klijenata. Praktično ne dodaju se mogućnosti na aplikativnom nivou, već se dodaju nove usluge koristeći web servise. Ovakvom arhitekturom ne nameće se upotreba određenih komponenti sistema, već naprotiv, projektanti sistema imaju mogućnost izbora baze podataka, operativnog sistema, platforme za razvoj i na kraju i standarda koji će implementirati.

SOA arhitektura je metod izgradnje poslovnih aplikacija koje koriste zajedničke servise kao podršku poslovnim procesima [30]. Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) propisuje referentni okvir koji predstavlja minimum za integraciju nezavisno od proizvođača rešenja. Osnovni principi su [64]:

- Ugovor i politika – reprezentuju neka ograničenja i uslove korišćenja;
- Kontekst izvršenja – skup tehničko poslovnih elemenata između onih koji imaju potrebe i onih koji imaju mogućnost za pružanje usluga;
- Interakcija – skup aktivnosti koje se nude;
- Efekat realnog sveta – realni rezultati korišćenja usluga;
- Opis servisa – specifikacija usluge koja se nudi;
- Servisi – usluge;
- Vidljivost – definiše prava pristupa servisima;

Ovakvu arhitekturu karakteriše set obaveznih i opcionih komponenti, ali generalno ona se sastoji iz tri glavne komponente: korisnici, SOA infrastruktura i provajdera usluge. Gledano kroz prizmu komunalnih sistema, pojedini javni servisi su ujedno i oni koji obezbeđuju usluge i oni koji ih koriste. Komunalno preduzeće koristi podatke o sopstvenoj infrastrukturi, ali i podatke ostalih javnih servisa koji čine komunalni sistem. Pored toga, stavljaju na raspolaganje svoje usluge i podatke, kako klijentima unutar sopstvenog sistema, tako i klijentima iz drugih sistema. Svi oni čine mrežu

provajdera i korisnika različitih usluga. Sama SOA infrastruktura sastoji se iz aplikacija, usluga i podrške uslugama.

Korisnike u užem smislu čine softverski klijenti sa potpunom i ograničenom funkcionalnošću, laki klijenti kao što su web browseri, mobilni uređaji sa aplikacijama, portali i slično. Njihova uloga je da obezbede krajnji interfejs prema korisnicima. Prostorna vizualizacija i analiza geopodataka su najčešće zahtevane operacije. Ovaj sloj SOA arhitekture komunicira sa SOA infrastrukturom koristeći TCP protokol. Ovaj sloj je dizajniran tako da bude potpuno nezavisan od komponente SOA infrastrukture. Uobičajeni interfejsi uključuju browsere, portale, čak i komponente web servisa, koje obezbeđuju platformu za razvoj sa hardverom, operativnim sistemom i programskim jezicima kao nezavisnim mehanizmom za razmenu informacija.

Značajniji korisnički interfejsi mogu se podeliti u nekoliko kategorija aplikacija:

- Desktop: napredne ili sa ograničenom funkcionalnošću;
- Web: korišćenjem browsera i web tehnologije;
- Mobilne: na mobilnim uređajima, netbook računarima;
- Katalozi: omogućuju pretragu po metapodacima;
- Portali: čvorne strane za pregled GIS podataka;

Aplikacione komponente pokrivaju sve od naprednih klijenata sa potpunom funkcionalnošću do manje zahtevnih klijenata. Napredni klijenti omogućuju čvrstu interakciju, analizu i vizualizaciju na temeljima web tehnologije. Koristeći poslovnu logiku SOA servisa, imaju punu funkcionalnost u pretrazi i korišćenju podataka.

Usluge su komponenta SOA arhitekture koje implementiraju poslovnu logiku sistema u obliku agenta koji šalje i prima poruke. Pored toga usluga je i resurs koji obezbeđuje skup funkcionalnosti. Iz perspektive poslovne logike za IT infrastrukturu se vezuju poslovne aktivnosti koje su

prepoznate u logici poslovanja određene organizacije. Iz tehničkog aspekta IT infrastruktura mora imati dobro definisan interfejs sa opisima usluga kako bi se one mogle implementirati na serverskim aplikacijama. Web servisi trebalo bi da pokriju osnovne funkcionalnosti klijenata, a deo funkcionalnosti može se izmestiti na samog klijenta korišćenjem klijenata sa naprednom funkcionalnošću. Generalno, web servisi su najpogodniji za aplikacije kod kojih brzina nije ključni faktor i kod kojih se upravljanje vrši centralizovano, na različitim platformama koristeći kompjutersku mrežu.

Podrška uslugama su razne API funkcije, XML dokumenti, OGC standardi, protokoli, konektori za baze podataka i slično. Ovakva podrška neophodna je za implementiranje mehanizama za interoperabilnost. Web servisi se baziraju na industrijskim standardima i protokolima kao što su HTTP ili TCP/IP. Nastoji se da podrška servisima bude neutralna od platforme i proizvođača. Podršku servisima možemo podeliti na nekoliko ključnih oblasti:

- Katalozi;
- Bezbednost;
- Upravljanje;
- Objedinjavanje;
- Semantika;

Važan deo SOA pristupa je kreiranje kataloga servisa sa metapodacima. Ovo je važno iz nekoliko razloga:

- Podstiče interoperabilnost dokumentovanjem web usluga;
- Omogućuje veći stepen automatizacije web usluga;
- Smanjuje troškove i ubrzava korišćenje integracijom manjih usluga u veće;
- Obezbeđuje informacije o servisima kao što su izvor, kvalitet, operacione karakteristike;

OpenGIS Catalogue Services Specification [46], specifikuje interfejs, veze i okvir za definisanje aplikacija koje publikuju ili omogućavaju pristup digitalnim katalozima metapodataka prostornih podataka, servisa i ostalih relevantnih informacija. Uloga metapodataka je da opišu podatke ili uslugu kako bi se omogućila pretraga informacija i filtriranje.

Uloga bezbednosti je da osigura celokupnu infrastrukturu i da omogući autentifikaciju, definisanje uloga, distributivnu politiku sigurnosti i sloj na kojem će se razmenjivati poruke ovog tipa. Secure Socket Layer (SSL), mada visoko bezbedan nije najpogodnija tehnologija za primenu u SOA. Tipičan scenario kako SOA integriše bezbednost odvija se na sledeći način. Klijent pretražuje katalog servisa i nakon odabira skupa usluga, obraća se sertifikacionom telu sa zahtevom da mu obezedi ključ pod određenim uslovima za korišćenje odabranih usluga. Nakon toga koristeći ključ, klijent uspostavlja vezu sa provajderom usluge. Optimalna bezbednost predstavlja balans sigurnosti i brzine pristupa. Bezbedniji sistem podrazumeva više vremena za učitavanje podataka jer se vreme pored razmene podataka troši i na mehanizme bezbednosti i korisnik ima subjektivnu ocenu da je usluga sporija.

Upravljanje web servisima uglavnom uključuje: nadzor servisa, upravljanje transakcijama, rutiranje, transformaciju, kontrolu i izveštavanje o kvalitetu usluge i korišćenje servisa.

Kvalitet servisa uključuje pre svega dostupnost, performanse i pristupačnost. Aspekti korišćenja servisa obuhvataju učestalost, trajanje, obim, funkcionalnost i autorizaciju pristupa. Web servisi su pogodni za upravljanje ako imaju set operacija za ovu namenu kao što su: tajmeri, informacije o sesiji, identifikatori korisnika...

Objedinjavanje kao svojstvo SOA ima ulogu da izvršava softverske jedinice kao što su aplikacije, komponente, servise u cilju postizanja određenog efekta.

Provajderi usluga i krajnji korisnici moraju imati istu spoznaju značenja poruka koje razmenjuju. Integracija semantike je ključna u interakcijama

između kompanija.

Semantički web obezbeđuje zajednički okvir koji omogućuje da se podaci distribuiraju i višestruko koriste kroz aplikacije, preduzeće ili neku drugu granicu od interesa. Semantičko web adresiranje ima dva osnovna značenja [41]:

- opšti format za razmenu podataka i/ili dokumenata;
- jezik za reprezentovanje apstrakcija iz realnog sveta;

Ovo omogućava subjektima, bilo ljudskim ili mašinama, komunikaciju sa neograničenim brojem baza podataka koje komuniciraju zajedničkim jezikom.

Što se tiče provajdera web servisa, oni definišu formate zahteva i objavljuju ih u katalozima na korišćenje.

## **4.7 Open Geospatial Consortium (OGC) web servisi**

### **4.7.1 Opšti pregled**

Open Geospatial Consortium (OGC) je međunarodna volonterska organizacija za standardizaciju koja potpomaže razvoj i implementaciju standarda za prostorne sadržaje i servise, GIS obradu podataka i razmenu [47].

OGC je i međunarodni konzorcijum koji se sastoji od 346 kompanija, vladinih agencija i univerziteta.

OpenGIS opšte specifikacije su rezultat rada OC Technical Committee (TC) i njegov primarni cilj je podrška prostorne tehnologije i interoperabilnosti podataka i obezbeđivanje referentnog okvira za razvoj OpenGIS specifikacija implementacije [50].

OpenGIS specifikacije su tehnički dokumenti koji detaljno specificiraju interfejse ili formate. Softverski razvojni timovi koriste ove dokumente za izgradnju podrške za interfejse ili formate u sopstvene proizvode i servise.



Glavna meta standardizacije u polju digitalnih prostornih informacija je da olakša razmenu dobara i servisa kroz eliminaciju tehničkih barijera. ISO/TC 211 je zasnovan na struktuirnom setu standarda za informacije koje se tiču objekata ili fenomena koji su direktno vezani za položaj na Zemlji. Za prostorne informacije, standard detaljno opisuje, metode, alate i servise, upravljanje podacima (uključujući definisanje i opis), prikupljanje, obradu, analizu, pristup, prikaz i razmenu ovih podataka u digitalno elektronskom okruženju između različitih korisnika, sistema i lokacija. Svojevremeni standardi se povezuju sa informacionim tehnologijama i podacima gde je moguće obezbediti okvir za razvoj i primenu prostornih podataka.

Kao krajnji cilj ISO/TC 211 ima da:

- doprinese razumevanju i korišćenju prostornih informacija;
- doprinese dostupnost, pristup, integraciju i razmenu prostornih informacija;
- unapredi efikasnost, efektivnost i ekonomsku korist digitalnih prostornih informacija uz pomoć hardverskih i softverskih sistema;
- doprinese univerzalnom pristupu adresiranja globalnih ekoloških i ljudskih problema;

U okviru OpenGIS specifikacije postoji nekoliko dokumenata koji objašnjavaju prostorne web servise među kojima su najznačajniji WMS i WFS.

#### **4.7.2 Web Map Service (WMS)**

WMS je servis koji dinamički na zahtev proizvodi mape iz prostornih baza podataka koristeći HTTP protokol kao distributivnu kompjutersku platformu. Mapa u ovom smislu nije podatak već digitalna georeferencirana slika pogodna za prikaz i transport preko web-a. Na svaki zahtev WMS klijenta, WMS server generiše odgovor u vidu mape u slikovnom formatu

kao što su PNG, GIF, JPG ili u vektorskoj grafici kao što je SVG. Pri čemu se pod WMS serverom i WMS klijentom podrazumeva serverska i klijentska aplikacija koja implementira WMS. Klijent može uputiti više zahteva kako do jednog tako i do više WMS servera, kombinujući njihove odgovore. Ovakvim pristupom WMS omogućuje kreiranje mreže distribuiranih servera mapa od kojih klijent zahteva mape i kombinujući ih sa sopstvenim podacima gradi mape prema sopstvenoj želji. Pored zahteva za mapama, WMS klijent može uputiti u vidu upita i zahtev za metapodatke i atribute pojedinih elemenata mape.

WMS definiše [54]:

- Kako zahtevati i obezbediti informacije o uslugama koje server mapa pruža - GetCapabilities;
- Kako zahtevati i obezbediti mape kao sliku (raster ili vektor) - GetMap;
- (Opcionalan) Kako zahtevati i obezbediti informacije o sadržaju mape - GetFeatureInfo;

Budući da OGC ima tesnu saradnju sa ISO/TC 211, OGC-ova abstract specification je u saglasnosti sa ISO 19100 čime je WMS usvojen i kao ISO standard [51].

#### **4.7.3 Web Feature Service (WFS)**

Za razliku od WMS servisa koji snadbeva klijente georeferenciranim slikama, OGC WFS servis obezbedjuje interfejs za pristup i slanje prostornih podataka koristeći Geography Markup Language (GML) koji je baziran na XML-u takodje koristeći HTTP protokol kao distributivnu kompjutersku platformu. Prednost WFS-a u odnosu na WMS jeste ta da je omogućeno editovanje prostornih entiteta i postavljenje upita baziranih na atributima ili prostoru (spatial or non-spatial query). Kao i kod WMS-a, WFS omogućuje

zahteve za prostorne podatke sa više različitih WFS servera čime se sistem od  $m$  klijenata i  $n$  servera može posmatrati kao distribuirani.

Osnovni WFS omogućuje istraživanje prostornih podataka i postavljanje upita. Prošireni WFS pruža dodatnu mogućnost za kreiranje, brisanje i ažuriranje prostornih podataka.

Pored nekih koncepata koji su preuzeti od WMS-a i čine osnovni WFS, kao što su GetCapabilities, GetFeature i DescribeFeatureType, WFS definiše [52] i opcije transakcija kao što su:

- Kreiranje novih objekata;
- Brisanje objekata;
- Ažuriranje objekata;
- Zaključavanje objekata;
- Postavljanje upita baziranih na atributima i prostoru;

GML kao dijalekat XML-a ima značajnu ulogu kada je reč o komunikaciji izmedju klijenta i servera. WFS klijent i WFS server komuniciraju koristeći GML. Vazno je ukazati na neke razlike izmedju verzija GML-a. Verzija 1.0.0 WFS-a koristi GML 2.1.2, dok WFS 1.1.0. koristi GML 3.1.1.

GML 2.1.2 sadrži encoding support za osnovne geometrijske tipove podataka kao što su tačka, linija, poligon, dok GML 3.1.1 sadrži encoding support i za neke dodatne tipove kao što su topološke strukture, curves, surfaces, multi-dimensions (time, elevation, multi-band imagery).

Osnovni WFS ne implementira transakcije. Za editovanje prostornih entiteta potrebno je implementirati WFS-T i na serverskoj i na klijentskoj strani. Primer korišćenja koji je naveden u ovom radu koristi UMN MapServer koji ne implementira i verovatno nikad neće implementirati WFS-T. Prostorni podaci o komunalnim instalacijama u gradovima jesu promenljivi, ali dinamika promena se ne odvija prebrzo [5]. Alternativni, ali vrlo efikasan i jednostavan metod ažuriranja prostornih podataka mogao bi da

se odvija tako što se ažuriranje vrši na lokalnom računaru, a jednom dnevno, nedeljno ili mesečno vrši se ažuriranje podataka na serveru (uz backup prethodne verzije). Ukoliko se podaci na serveru skladište u nekoj bazi podataka, moguće je ažuriranje i preko specijalizovanih klijenata korišćenjem upitnih jezika. Iako UMN MapServer podržava zahteve i za GML 2 i za GML 3, jedini mogući vektorski tipovi podataka su tačka, linija i poligon.

Prilikom implementacije WFS servisa unutar neke kompanije treba biti svestan ovih ograničenja UMN MapServer-a. Ukoliko korisnički zahtevi prevazilaze ove mogućnosti, postoje i druga rešenja kao npr. TinyOWS ili GeoServer koji implementiraju WFS-T. Ne ulazeći u poredjenja GeoServer-a i UMN MapServer-a, treba naglasiti da oba imaju svoje prednosti i mane i jednostavno implementacija jednog ili drugog zavisi od korisničkih zahteva. Specifikacijom i analizom korisničkih zahteva nekoliko komunalnih službi u Novom Sadu, došao sam do zaključka da nije neophodna implementacija WFS-T servisa i da upotreba rasterskih i osnovnih vektorskih podataka uglavnom zadovoljava njihove potrebe, ali to ne mora da bude pravilo u drugim sredinama.

#### **4.7.4 Implementacija OGC web servisa na serverskoj strani**

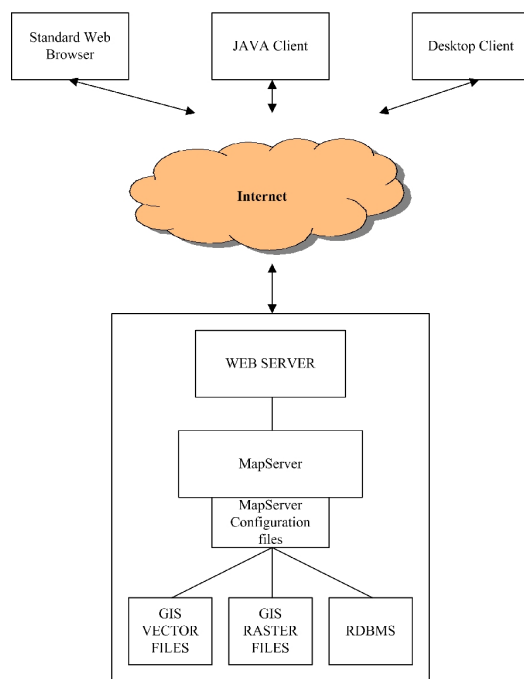
Povećanjem protoka na internetu i pojavom ozbiljnijih klijent-server aplikacija uslovlila je i razvoj web GIS koncepta. Što se tiče GIS servera danas na tržištu dominira nekoliko. Kada je reč o komercijalnim, vredi spomenuti ESRI ArcIMS, AutoDesk MapGuide, Integraph GeoMedia, GoogleEarth... Medju vodećim open source izdvajaju se UMN MapServer i GeoServer [25].

Pojavom OGC standarda, neki od gore navedenih servera implementiraju WMS i WFS. Komercijalni serveri su uglavnom zadržali svoje formate i protokole, ali su u svojim klijentskim aplikacijama ugradili podršku za OGC servise. Kao jedan od primera GIS web servera sjajnih performansi, koji implementira OGC standarde jeste UMN MapServer.

MapServer je open source razvojno okruženje za razvoj GIS-WEB

aplikacija. Razvijen je na Univerzitetu u Minesoti u saradnji sa NASA i institutom za prirodne resurse u Minesoti [67]. Ima podršku za više platformi: Linux, Windows, Mac, Solaris...

MapServer je CGI program koji radi u pozadini Web servera. Kada se MapServeru pošalje zahtev, on koristi informacije prosledjene preko URL adrese i iz konfiguracione map datoteke za generisanje rasterske karte. MapServeru se mogu slati i zahtevi za pomoćni kartografski sadržaj kao što je legenda, razmera i druge vrednosti prosledjene kao CGI promenljive. Web aplikacije napravljene pomoću MapServera je interaktivno, funkcionalno i platformski nezavisno rešenje kako sa strane servera tako i sa strane klijenta.



Slika 20: OGC GIS Server

Jednostavna MapServer aplikacija se sastoji od sledećih elemenata [66]:

- Map datoteka – strukturirana tekstualna konfiguraciona datoteka koju koristi aplikacija. Map datoteka definiše oblast karte, čuva putanje do vektorskih i rasterskih podataka, informacije o projekciji i slojevima itd.

- Geografski podaci – MapServer može koristiti više tipova geografskih podataka. Standardni format je ESRI shapefile.
- HTML strana – predstavlja interfejs između korisnika i MapServera. Uobičajeno je da se nalazi na Web root direktorijumu. Na HTML strani nalazi se rasterska mapa koju kreira MapServer. Da bi se obezbedila interaktivnost, MapServer na svaki zahtev odgovara generisanjem nove rasterske mape. Zahtev se šalje bilo preko URL adrese korišćenjem atributa GET, bilo preko skrivenih promenljivih korišćenjem atributa POST.
- MapServer CGI – Binarna ili izvršna datoteka koja odgovara na zahtev Web servera kreiranjem rasterske mape. Uobičajeno je da se nalazi na CGI-BIN ili skript direktorijumu na http serveru. Web server mora imati izvršna prava u direktorijum gde se MapServer nalazi i iz bezbednosnih razloga ne bi smeo da se nalazi na web root direktorijumu.
- HTTP server – prima zahteve dobijene iz klijentskog browsera i odgovara na njih vraćanjem html strane.

Kako MapServer implementira OGC web servise? WMS i WFS serveri komuniciraju sa klijentima kroz HTTP protokol. U većini slučajeva WMS i WFS server je CGI program, ali postoje i druga rešenja kao što su servleti. Konkretno MapServer je CGI program. U slučaju WMS i WFS servera neophodno je da se MapServer server kompajlira sa sledećim bibliotekama [53]:

- proj4 – biblioteka za reprojekciju;
- GDAL/OGR – biblioteka koja podržava I/O različitih vektorskih i rasterskih formata;

Ako su ovi uslovi zadovoljeni, potrebno je još samo ispravno podesiti MapServerov konfiguracioni fajl. Ispravno podešavanje konfiguracionog fajla podrazumeva da se obezbede svi neophodni parametri.

Neophodni parametri konfiguracionog fajla za slučaj WMS servera [69]:

### **Na nivou mape**

- Map NAME
- Map PROJECTION
- Map Metadata
  - wms\_title
  - wms\_onlineresource
  - wms\_srs

### **Na nivou layer-a**

- Layer NAME
- Layer PROJECTION
- Layer METADATA
  - wms\_title
  - wms\_srs
- Layer STATUS
- Layer TEMPLATE
- Layer DUMP TRUE

Neophodni parametri konfiguracionog fajla za slučaj WFS servera [68]:

- Izvor podataka je vektorskog tipa (Shapefile, OGR, PostGIS, SDE, SDO, ...)

- LAYER NAME mora biti podešen.
- LAYER TYPE je: LINE, POINT ili POLYGON
- LAYER DUMP parametar je podešen na TRUE
- wfs\_onlineresource metadata se preporučuje

#### 4.7.5 Implementacija OGC web servisa na klijentskoj strani

Implementacija OGC WMS klijenta uglavnom se svodi na formatiranje zahteva i prosledjivanje neophodnih i opcionih parametara. Najjednostavniji WMS klijent jeste bilo koji web browser, gde se u URL adresi prosledjuju zahtevi kao što su GetCapabilities, GetMap ili GetFeatureInfo. Tipičan GetCapabilities zahtev prosledjen WMS MapServer-u izgleda:

```
http://www.geoservis.ftn.ns.ac.yu/cgi-bin/mapserv?map=Srbija.map&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=getcapabilities
```

Druga opcija za implementaciju WMS u web browser jeste da se koriste neki od script jezika kao npr. JavaScript. Enkapsuliranjem zahteva unutar funkcija skripta, korišćenje usluga WMS servera je transparentno za korisnika, odnosno korisnik ne mora da brine o formatiranju zaheva. Interaktivnim izborom alata i manipulacijom korisnik indirektno prosledjuje zahtev, a skript se stara o formatiranju korisnikovog zahteva i prosledjivanju do servera na način koji je razumljiv serveru.

Jedna od popularnijih JavaScript biblioteka otvorenog koda za prikaz mapa unutar web browser-a jeste i OpenLayers [55]. Biblioteka obezbedjuje API za izradu kompleksnih web GIS aplikacija kao što je GoogleMaps i ima podršku za OGC WMS. Jednostavna web GIS aplikacija koja koristi WMS sloj dobijen sa WMS servera kao baznu mapu izgleda:

```
<html>
<head>
<script src="http://openlayers.org/api/OpenLayers.js"
type="text/javascript"></script>
```

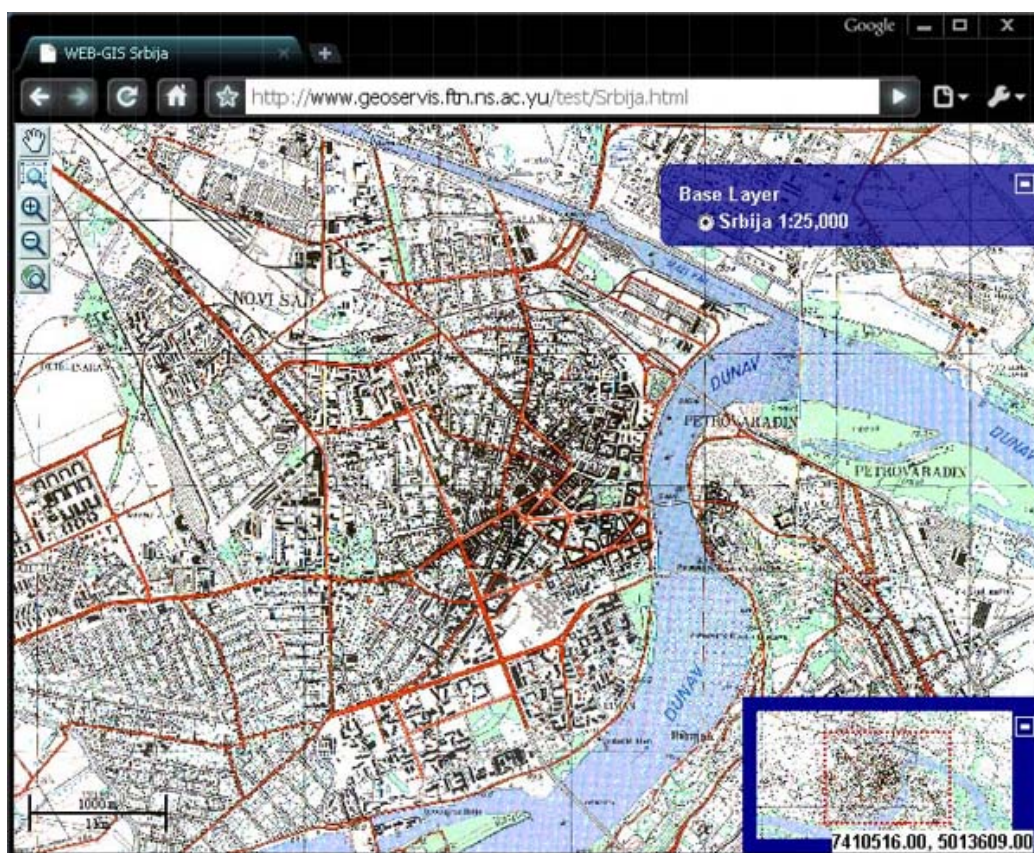


```

</head>
<body>
  <div id="map" class="smallmap"></div>
  <script defer="defer" type="text/javascript">
    var map = new OpenLayers.Map('map');
    var wms = new OpenLayers.Layer.WMS( "Novi Sad - ortofoto plan",\
      "http://www.geoservis.ftn.ns.ac.yu/cgi-bin/mapserv?",{ map: 'ns.map',\
      layers: 'Ortofoto',format: 'png'},{maxExtent: new OpenLayers.Bounds\
      (7402000, 5006000, 7415000, 5022000),maxResolution: 'auto', projection:\
      "EPSG:31277", units: "m"} );
    map.addLayer(wms);
    map.zoomToMaxExtent();
  </script>
</body>
</html>

```

Treća linija koda uključuje poslednju verziju OpenLayers biblioteke sa udaljenog servera. Ključna linija je deklarisanje promenjive wms i njena inicijalizacija parametrima za pristup WMS serveru.



Slika 21: WEB - GIS aplikacija

Najpopularniji način među većinom korisnika je implementacija WMS servisa unutar Desktop aplikacija. Ovakva aplikacija može implementirati i sopstvene alate za dodavanje i manipulaciju podataka sa lokalnih resursa, omogućujući kreiranje podesivih mapa. Najčešće je reč o Desktop GIS softverima koji imaju ugrađenu podršku za OGC web servise. Kako se većina operacija vezanih za manipulaciju prostornih podataka odvija na strani klijenta, Desktop aplikacije sa podrškom za OGC servise su klijenti sa potpunom funkcionalnošću.

Nepotrebno je nabrajati sve komercijalne Desktop aplikacije koje implementiraju OGC servise jer svi vodeći proizvođači Desktop GIS aplikacija ugrađuju podršku za WMS servise, a nešto manji broj i za WFS. Izdvajaju se: ESRI ArcGIS, Integraph GeoMedia, Bentley MicroStation, Audesk, Map-

Info, PCI GeoMatics, Oracle, GoogleEarth [48]. Neki od ovih komercijalnih aplikacija imaju besplatne aplikacije koje služe samo za pregled prostornih podataka kao npr. ESRI ArcExplorer ili GoogleEarth Free.

Kada je reč o open source Desktop GIS aplikacijama sa podrškom za OGC servise pominju se uDig i QGIS. Ne ulazeći previše u funkcionalnost QGIS-a kao Desktop GIS alata, može se primetiti da je QGIS korisnički orjentisan softver i kao open source projekat po svojim performansama predstavlja alternativu ESRI-jevom ArcMap-u (ako se ove dve stvari uopšte mogu porediti).

QGIS kao WMS klijent može komunicirati sa WMS 1.1, 1.1.1 i 1.3 serverima. QGIS prima mapu kao odgovor u vidu rasterske slike PNG ili JPG formata. Komunikacija QGIS-a kao klijenta i WMS servera odvija se kroz sledeće etape [57]:

- Kreiranje konekcije ka serveru. Kao parametri se definišu lokalno ime konekcije i URL adresa do WMS servera.
- Konekcija do servera. Kao rezultat server odgovara na zahtev GetCapabilities. Korisnik bira slojeve koje želi da koristi i raspoloživi koordinatni referentni sistem u kojem se prostorni podaci prikazuju. Pored toga korisnik bira format rastera u kojem dobija odgovor (jpeg/png).
- Dodavanje mape u projekat. Odgovor na GetMap zahtev.
- Nakon dodavanja mape korisnik potpuno transparentno manipuliše sa mapom kao da je učitana sa lokalnog resursa, pri čemu svaka operacija tipa zoom in/out, pan ili identity šalje novi GetMap ili GetFeatureInfo (u slučaju Identity operacije) zahtev serveru za renderovanje nove mape, odnosno za Feature information.

## 4.8 SOA komercijalnih rešenja

ESRI kao jedan od reprezentativnih komercijalnih GIS rešenja ima sve komponente SOA arhitekture. Proširenje SOA arhitektura prostornim servisima zahteva i specifično znanje ne samo o organizacionim poslovnim procesima, već i znanja iz oblasti GIS tehnologije. Poslovni procesi ugradjuju se u zajedničke funkcije koje se koriste unutar poslovnih sistema u skladu sa misijom, vizijom i ciljevima. Svaka funkcija reprezentuje odgovarajući servis. Sa druge strane, poslovni procesi se danas projektuju, u skladu sa mogućnostima GIS-a, proširenjem poslovne logike prostornom vizualizacijom, u cilju unapredjenja poslovnih funkcija, usluga, efikasnosti, tačnosti, dostupnosti, smanjenja troškova... Ovakav koncept podlozan je stalnom razvoju zbog napretka tehnologije.

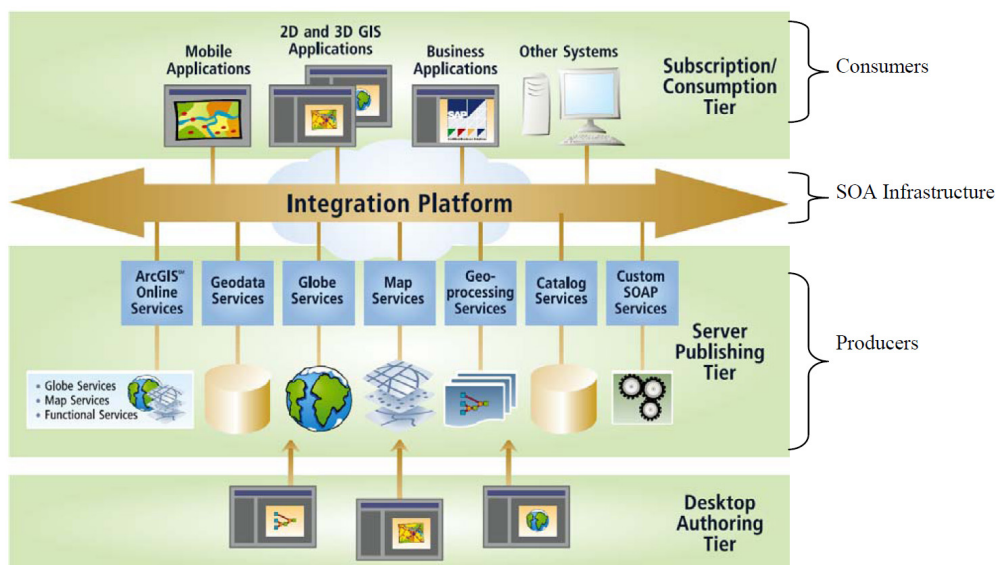
ESRI nudi rešenje za implementaciju SOA koje uključuje i klijentsku i serversku tehnologiju [19]. Ova rešenja omogućuju sistemima da kreiraju, publikuju, podižu servise sa prostornim informacijima, bilo unutar sopstvenog sistema, bilo izvan. Uloga Desktop rešenja, konkretno ESRI ArcGIS Desktop, je da definiše i kreira sadržaj koji će postati višestruko iskoristiv servis. GIS eksperti koriste ovaj alat za obradu podataka i projektovanje sadržaja kao što su mape, atlasi, modeli za geoprociranje i funkcije za upravljanje ovim tipovima podataka.



Slika 22: ArcGIS sistem

ArcGIS Server je pogodan GIS alat koji koristi web tehnologiju za razvoj korisničkih aplikacija, servisa mapa, analize, prikupljanja, upravljanja i ažuriranja podataka, bez preteranog zalaženja u jezgro sistema. Ovaj sistem donosi standardnu platformu nad kojom ArcGIS Desktop korisnici mogu lako uspostavljati servise, distribuirati ih srodnim organizacijama kroz integrisanu IT arhitekturu.

Integracija GIS funkcionalnosti sa poslovnim procesima može proširiti tačnost, funkcionalnost i produktivnost celokupnog sistema. Enterprise resource planning (ERP) alati mogu se koristiti za identifikaciju lokacija uskih grla u sistemu komunalne infrastrukture. U ovom slučaju, GIS servis ima ulogu prostornog lociranja potencijalnih kvarova. Deljivi GIS servisi kao takvi mogu se koristiti u većini složenih sistema kao podrška odlučivanju i proširenje postojeće poslovne logike. GIS kao dokazana i vrednovana tehnologija igra važnu ulogu u SOA strategiji. Korišćenjem SOA, organizacije integrišu GIS u sopstvene aktivnosti i odgovaraju na izazove omogućavajući otvoren pristup zajedničkim prostornim podacima, servisima i aplikacijama.



Slika 23: ESRI integrisana platforma

ESRI koristi OASIS referentni model, industrijski standard za servisno orjentisanu arhitekturu kao deo ArcGIS Server paketa. ESRI server objekti se obezbeđuju kao standardna Web servis implementacija igrajući ulogu servis provajdera. WSDL datoteka se automatski stvara za ArcGIS Server Web servise i može se skladištiti unutar servisnih kataloga kao što je UDDI. Na ovaj način informacije o servisima mogu se pretraživati preko ArcIMS servisa metapodataka, industrijskog standarda interfejsa OGC CS-W 2.0. Što se tiče interakcije ESRI ispunjava W3C standarde, kao što su SOAP i OGC standarde GIS domena (WMS, WFS, WCS).

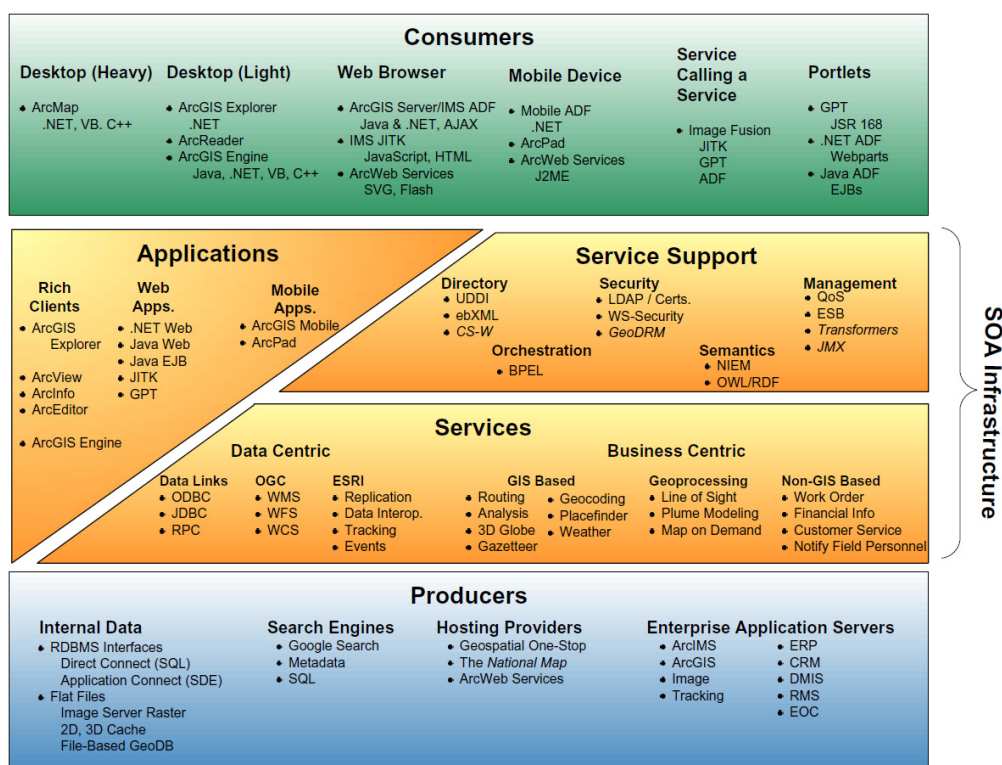
ESRI je razvio alate u okviru svojih softverskih paketa za podršku i integraciju sa većinom standarda. Za korisnike, to znači podrška za kompatibilnost i interoperabilnost sa velikim sistemima kao što su ERP i CRM paketi. ArcGIS podržava vodeća IT rešenja kao i OGC i ISO GIS. To uključuje:

- OS Windows, UNIX, Linux;
- DBMS Oracle, MS SQL Server, Informix;

- Brojni formati prostornih podataka;
- Mrežni protokoli TCP/IP, HTTP;
- Razvojna okruženja VB, C++, C#, .NET, J2ME, J2SE, ASP;
- Ručni uređaji sa 802.11 standardnim IT rešenjima Autodesk-a, Bentley, Integraph, Leica, MapInfo, Trimble;
- Web servis kao što su XML, SOAP, UDDI, WSDL, OGC;

ESRI ima odvojene SOA komponente:

- Korisnici;
- SOA Infrastruktura (aplikacije, podrška servisima, servisi);
- Provajderi;



Slika 24: SOA arhitektura ArcGIS sistema

Korisnicima je na raspolaganju paleta ESRI softvera kao što su:

- Desktop rešenja sa potpunom funkcionalnošću ArcMap ili sa ograničenom funkcionalnošću ArcGIS Explorer ili ArcReader;
- Web aplikacije koje se izvršavaju u browserima korišćenjem AJAX;
- Mobilne aplikacije ArcPad, ArcGIS Mobile;

GIS korisnici se onda mogu grupisati u neku od sledećih kategorija:

- Povremeni korisnici;
- IT stručnjaci za razvoj arhitekture;
- GIS analitičari;



ESRI omogućuje kreiranje aplikacija sa proširenjima korišćenjem .NET i Java. Odnos prema OGC specifikacijama je takav, da podržava 96 specifikacija. Za poboljšanje interoperabilnosti, ArcSDE funkcionalnost omogućuje skladištenje prostornih informacija u brojne RDBMS sisteme.

Što se tiče organizacija koje distribuiraju usluge, kreiraju i održavaju sopstvene podatke, na raspolaganju su sledeća rešenja:

- Interni podaci;
- Kompanijski aplikacioni serveri;
- Hosting provajderi;
- Mehanizmi za pretraživanje;

Setovi internih podataka koriste SQL za skladištenje u brojnim popularnim formatima RDBMS ili sistemima datoteka.

Korišćenjem specifičnih adaptera omogućuje se integracija sa raznim kompanijskim aplikacijama i sistemima kao što su SAP, WebSphere, iWay i slično.

ArcWeb servisi obezbeđuju Web 2.0 servise uključujući Adobe Flex i SVG izlaz u vektorskom formatu.

Za mehanizme pretraživanja ArcIMS ima standardne industrijske interfejsa za ebXML i OGC CS-W 2.0.

ESRI ArcGIS Server tehnologija podržava implementaciju od malih sistema sa jednim serverom preko velikih kompanijskih sistema sa više servera. ArcGIS Server sistem se može sastojati iz sledećih komponenti:

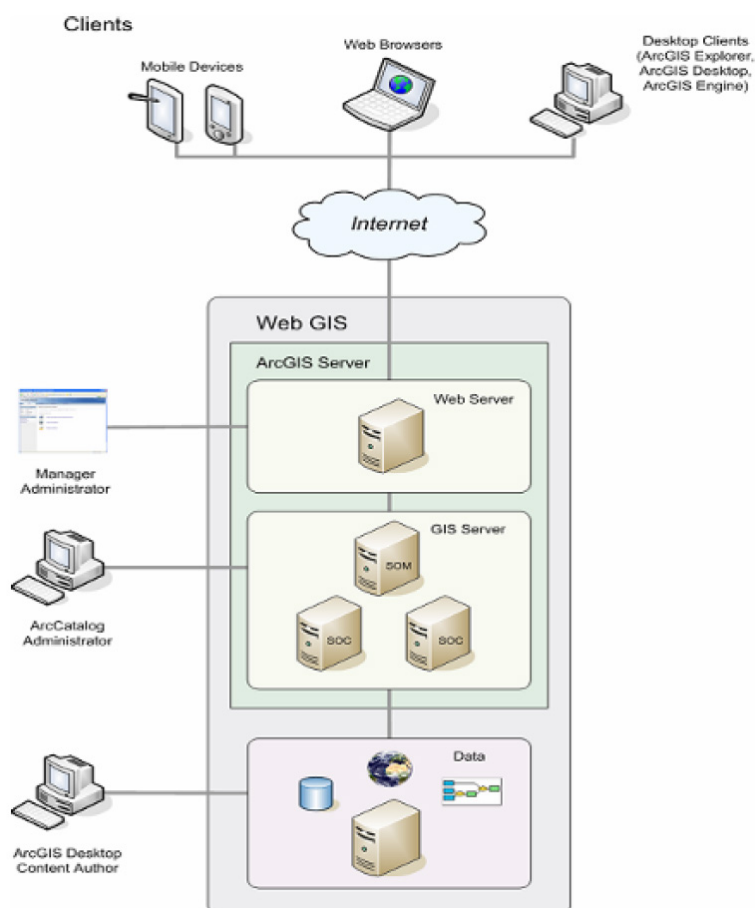
- GIS server;
  - GIS server hostuje GIS resurse, kao što su mape, adresni lokatori, dostavljajući ih u obliku servisa klijentskim aplikacijama.
  - GIS server se sastoji od dva posebna dela: server object manager-a i server object kontejnera. SOM upravlja servisima pokrenutim na serveru. Kada klijentska aplikacija zahteva korišćenje odredjenog servisa, SOM

prosledjuje zahtev do raspoložive instance object servera. Postoji samo jedan SOM u GIS serveru.

- SOM se povezuje sa jednim ili više SOC kontejnera. SOC kontejner sadrži, hostuje, servisima kojim SOM upravlja. U zavisnosti od konfiguracije sistema SOM i SOC mogu se implementirati na različitim računarima.

- Web server;
  - Web server hostuje web aplikacije i web servise koji koriste resurse GIS servera. Interfejsi prema klijentu uključuju: krajnju tačku web servisa (SOAP/HTTP web servis pristup), Tile Handler Interfejs koji dozvoljava klijentima direktan pristup keširanim datotekama koje se nalaze u okviru virtelnog direktorijuma web servera i razvojni okvir za web aplikacije za kreiranje mapa.
- Klijenti;
  - Klijentske aplikacije su web, mobilne i desktop aplikacije koje se preko HTTP-a povezuju sa ArcGIS Server web ili lokalnim servisima preko kompjuterske LAN ili WAN mreže
- Data server;
  - Data server sadrži GIS resurse koji su objavljeni kao web servisi na GIS serveru. Ovaj resurs može biti u obliku mape, geobaze podataka...
- Menadžer i ArcCatalog administrator;
  - ArcGIS Server administratori mogu koristiti bilo Server Menadžere ili ArcCatalog za objavljivanje GIS resursa kao servisa.
  - Server Menadžer je web aplikacija koja omogućuje objavljivanje servisa, administriranje GIS serverima, kreiranje web aplikacija.
  - ArcCatalog uključuje čvor GIS servera koji se koristi za dodavanje konekcija GIS servera. Ovi čvorovi su podesivi i administrator može upravljati osobinama servisa.
- ArcGIS Desktop autor sadržaja;

- Autori GIS resursa, kao što su mape, atlasi, koji se objavljuju na serveru koriste ArcGIS Desktop aplikacije.



Slika 25: ArcGIS Server tehnologija

Proširiva arhitektura ArcGIS Servera pruža brojne opcije uspostavljanja. Veliki kompanijski sistemi mogu zahtevati uspostavljanje više web, aplikacionih ili servera podataka, podatke iz različitih izvora, različitih formata... Manje implementacije uglavnom konsoliduju ove resurse na jednom računaru.

Način na koji se uspostavlja ArcGIS Server zavisi prvenstveno od namene. Ako se proizvod koristi za razvoj ili u svrhu testiranja, dovoljna je single server platforma. U slučaju da se podaci distribuiraju većoj zajednici korisnika, potreban je složeniji sistem da bi se omogućila bolja zaštita i

upravljanje resursima i alternativna pristupna tačka, ako dodje do otkaza servisa.

Primer single server konfiguracije zadovoljava sledeće potrebe:

- Low-cost rešenje sa brzim uspostavljanjem;
- Ažuriranje preko web-a sa geoproceniranjem koje se obavlja na strani servera;
- Kombinovanje ArcWeb Servisa sa OGC Web servisima;
- Korisnici već koriste ESRI tehnologije;
- Windows platforma;

Sistemska konfiguracija tada podrazumeva:

- ArcGIS Server 9.2 Advanced Workgroup edition;
- ArcWeb Servisi i podaci;
- SQL Server Express 2005 (free) – 10 lokalnih korisnika, neograničen broj internet korisnika;
- Windows 2003 R2 64bit Standard edition;
- Single server rešenje kao prekonfigurisani paket;

ArcGIS Server Web ADF wizard, sa aplikacijom za upravljanje, pomaže korisnicima kroz korak po korak podešavanje sistema, servera, web aplikacija, kombinovanje sa OGC servisima podataka iz sopstvenih resursa.

## **4.9 INSPIRE direktiva**

INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe initiative – inicijativa za infrastrukturu prostornih informacija u Evropi) je inicijativa

koju je pokrenula i razvila Evropska unija, u saradnji sa državama članicama i priključenim državama. Direktiva za uspostavljanje infrastrukture za prostorne informacije u Evropskoj uniji (INSPIRE) usvojena je u martu 2007. Potreba za INSPIRE direktivom proistekla je iz opšteg stanja i nedefinisanih pravila vezanih za prostorne podatke u Evropi. Geoprostorne podatke karakteriše podeljenost i nedostatak odgovarajuće dostupnosti podataka, neuskладjenost, redundantnost prikupljanja, nedovoljno korišćenje standarda, nedostatak koordinacije, restrikcije u distribuciji podataka i drugi nedostaci. Navedeno stanje otežava identifikaciju, pristup i korišćenje postojećih podataka. Namera INSPIRE direktiva je uspostavljanje evropske infrastrukture prostornih podataka koja korisnicima pruža integrisani servis prostornih informacija. Ovaj servis treba da omogući korisnicima da identifikuju i pristupe prostornim informacijama iz niza različitih izvora, od lokalnog, preko nacionalnog, do globalnog nivoa na interoperabilan način za širok spektar korisnika. Cilj je da se učine dostupnim relevantne, kvalitetne i harmonizovane prostorne informacije za potrebe formulisanja, implementacije, praćenja i donošenja odluka na nivou Evropske Unije sa stanovišta teritorijalnog uticaja. Infrastrukturu prostornih podataka treba uspostaviti poštovanjem sledećih principa [28]:

- Podatke treba prikupiti jednom i održavati na nivou gde se to može raditi najefikasnije;
- Treba omogućiti kombinovanje kontinuiranih prostornih podataka iz različitih izvora širom Evrope i podeliti ih između korisnika i aplikacija;
- Treba omogućiti da informacije prikupljene na jednom nivou budu podeljene na različitim nivoima;
- Prostorni podaci potrebni za efikasno upravljanje ne bi smeli biti dostupni samo ukoliko je ograničeno njihovo masovno korišćenje;
- Potrebno je omogućiti lako pronalaženje dostupnih prostornih podataka, procenu da li su pogodni za upotrebu i ostvarenje cilja i uslove za njihovo

dobijanje i korišćenje;

- Geografski podaci treba da budu jednostavni za razumevanje i interpretiranje pošto će biti dokumentovani na odgovarajući način, te se mogu vizuelizovati u odredjenom kontekstu koji će biti prilagodjen da odgovara korisnicima;

Svrha ove direktive je postavljanje osnovnih pravila usmerenih ka uspostavljanju infrastrukture prostornih informacija u Evropskoj uniji za potrebe politika i aktivnosti koje mogu imati uticaja na životnu sredinu, pri čemu su osnovne INSPIRE komponente:

- Meta podaci;
- Interoperabilnost i harmonizacija setova prostornih podataka i servisa ;
- Mrežni servisi i tehnologije (pronalaženje, pregled, preuzimanje, transformacija, evropski geo-portal);
- Sporazumi za razmenu, pristup i korišćenje podataka i servisa;
- Mehanizmi koordinacije i mere za monitoring i izveštavanje;

Teme prostornih podataka definisane INSPIRE direktivom

### ***Aneks I***

1. Referentni koordinatni sistem;
2. Geografski grid sistem;
3. Geografski nazivi;
4. Administrativne jedinice;
5. Adrese;
6. Katastarske parcele;

7. Saobraćajna mreža;
8. Hidrografija;
9. Zaštićena područja;

### ***Aneks II***

1. Visine;
2. Pokrivenost tla;
3. Ortofoto snimci;
4. Geologija;

### ***Aneks III***

1. Statističke jedinice;
2. Zgrade;
3. Tlo;
4. Korišćenje i namena zemljišta;
5. Zdravlje i zaštita ljudi;
6. Vodovi i državni servisi;
7. Praćenje životne sredine;
8. Proizvodni i industrijski kapaciteti;
9. Poljoprivreda i poljoprivredni kapaciteti;
10. Demografija;
11. Upravljanje zemljištem, zone regulacije i ograničenja;
12. Zone prirodnih rizika;

13. Atmosferski uslovi;
14. Meteorolško-geografske karakteristike;
15. Okeanografske karakteristike;
16. Morska područja;
17. Bio-geografska područja;
18. Stanovanje i biotopi;
19. Raspodela životinjskih i biljnih vrsta;
20. Energetski resursi;
21. Mineralni resursi;

Detaljna tehnička podrška za dalja pitanja sadržana je u implementacionim pravilima, detaljnim specifikacijama i uputstvima. Pri izradi pravila implementacije uzimaju se u obzir relevantni korisnički zahtevi, postojeće inicijative i međunarodni standardi za harmonizaciju setova prostornih podataka, kao i razmatranje izvodljivosti i cost-benefit analize. Pravila implementacije definišu i klasifikuju prostorne objekte od značaja za setove prostornih podataka koji se odnose na teme navedene u Aneksima I, II ili III i način na koji će se ovi prostorni podaci georeferencirati.



## 5 Model distribuiranja geopodataka u komunalnim sistemima

### 5.1 Postojeća arhitektura

Od prvih početaka organizovanog života, ljudi su u grupama naseljavali pojedina područja zemljišta. Povećavanjem broja stanovnika, izgradnjom velikog broja objekata, gradovi osnivaju preduzeća čiji je cilj bavljenje poslovima od opšteg interesa. Pored preduzeća koji se bave administrativnim poslovima, osnivaju se i javna preduzeća koja se bave urbanističkim planiranjem, projektovanjem i izgradnjom odgovarajuće infrastrukture.

Javna, odnosno komunalna preduzeća kao što su vodovod, kanalizacija, elektroenergetika, telekomunikacije, naftovod, gasovod, toplovod postavljaju i održavaju instalacije, ali su i u zakonskoj obavezi da vode informacije o njima i njihovom prostornom položaju [61]. Sa druge strane preduzeća kao što su urbanistički zavodi i sva ostala preduzeća koja u svom delokrugu rada koriste prostorne informacije su potencijalni korisnici prostornih informacija. Nadzor, kontrola kvaliteta, primopredaja prostornih podataka definisana je zakonima i pravilnicima i razlikuje se od države do države.

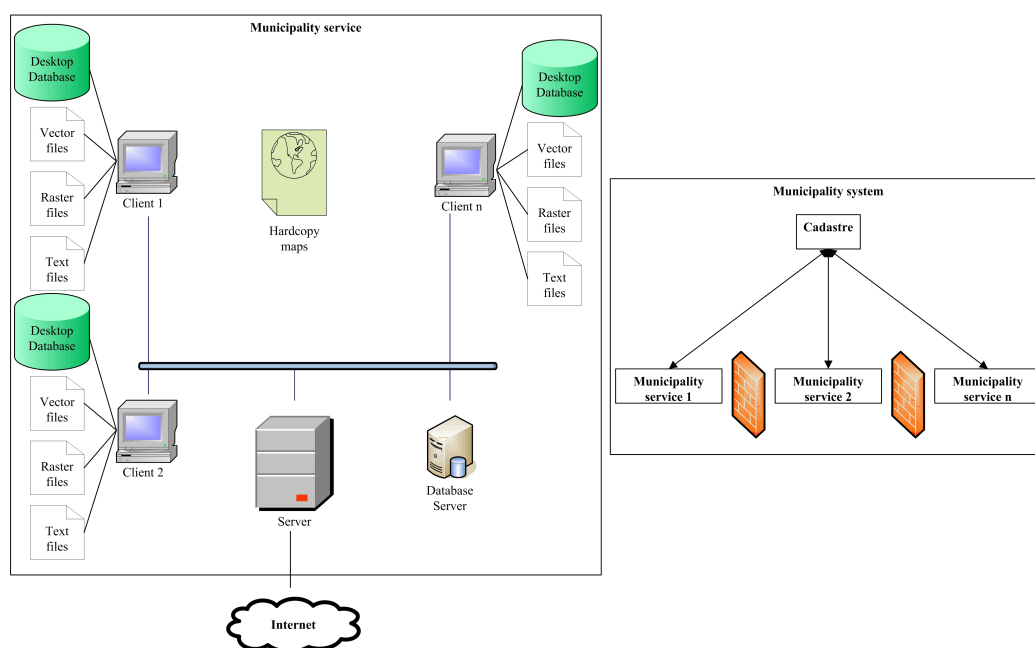
U nekim državama ove funkcije vrše odeljenja katastarsa nepokretnosti koja se bave održavanjem prostornih podataka komunalnih instalacija, dok su komunalne službe korisnici tih podataka i u zakonskoj su obavezi da izvrše prostornu registraciju novopostavljenih instalacija i da ih dostave katastru.

Drugi primer vodjenja prostorne evidencije je takav da komunalne službe imaju svoja specijalizovana odeljenja koja se bave prikupljanjem i upravljanjem prostornih podataka o instalacijama iz svog delokruga, a u obavezi su da dostavljaju podatke katastrima. U oba primera katastar ima ulogu distributivnog centra.

Iako je drugi primer fleksibilniji od prvog, oba slučaja imaju probleme kada je reč o formatima razmene podataka i medijumima kojima se podaci

razmenjuju. Komunalna preduzeća koriste podatke koje održavaju, ali problem projektovanja instalacija zahteva i korišćenje informacija o drugim instalacijama. Uglavnom komunalne službe koriste analogne ili skenirane mape, digitalne CAD crteže ili različita Desktop GIS rešenja [45].

Najčešći primer lošeg upravljanja prostornim informacijama unutar organizacije i medjusobna komunikacija izmedju ovakvih organizacija prikazana je na slici.



Slika 26: Prototip lošeg upravljanja prostornim informacijama

Klijenti koriste prostorne podatke sa lokalnih resursa u različitim vektorskim i rasterskim formatima. Razmenu uglavnom vrše preko LAN-a. Probleme interoperabilnosti rešavaju upotrebom import/export funkcija. Upotreba analognih mapa (hardcopy) dodatno otežava kombinovanje informacija.

Ovakav način vođenja evidencija potpomognut razmenom podataka sa drugim komunalnim preduzećima, korišćenjem CD-ova, DVD-ova ili email-om prouzrokuje sledeće:

- otežano ažuriranje podataka;
- smanjena upotrebljivost podataka;
- onemogućena analiza podataka;
- višestruko repliciranje podataka;
- narušen integritet podataka;
- problemi u komunikaciji;

Zbog svih ovih razloga efikasnost upravljanja gradovima se smanjuje, a sa druge strane povećavanjem broja stanovnika u gradovima rezultira i širenjem komunalne infrastrukture čime se povećavaju pritisci na komunalne službe. Jedini odgovor na ove probleme je korišćenje interneta kao medijuma za razmenu podataka i uvodjenje distribuiranog GIS-a koji će implementirati:

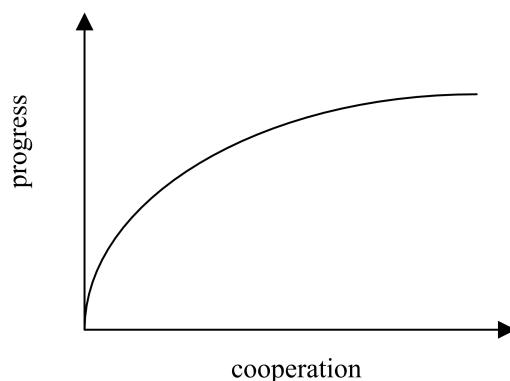
- Service invocation standards: Definisane interfejsa koji dozvoljava različitim sistemima da funkcionišu zajedno.
- Information transfer standards: Definisane sadržaja, strukture i formata prostornih informacija za prenos između različitih processing sistema.

Korišćenjem OpenGIS specifikacija i implementacijom određenih servisa kao što su WMS i WFS, značajno se može povećati uredjenost sistema, poboljšava se komunikacija među korisnicima prostornih informacija, a samim tim ostvaruje se i opšti progres i podizanje nivoa kvaliteta usluga.

## 5.2 Distribuirani sistem baziran na web-u

Jedan od sistema na koji razmena i ažuriranje prostornih podataka značajno utiče na ukupan progres jeste i sistem komunalnih službi gradova. Tehnološki napredak pojedinačnih službi uslovljava podizanje nivoa kvaliteta usluga koje pružaju, ali sistem više povezanih službi u velikoj meri zavisi

od međusobne komunikacije i razmene podataka. Za grad je značajnije unapredjenje celokupnog sistema nego njegovih pojedinačnih komponenti, jer je sistem jak onoliko koliko je njegova najslabija komponenta jaka.



Slika 27: Uticaj saradnje na ukupan progres

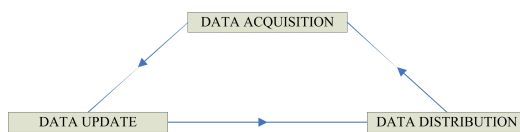
Za uspostavljanje međusobne saradnje komunalnih službi, preduslov je da svaka služba u okviru svoje nadležnosti prikupi i struktuirala svoje podatke prema adekvatnom modelu podataka. U zavisnosti od obima, formata i strukture podataka, neke službe su prinudjene da digitalizacijom postojećih analognih mapa prikupe prostorne podatke, dok druge jednostavno treba samo da ih strukturiraju prema zadatom modelu podataka. Najgori slučaj je sa službama koje dugo godina nisu ažurirali podatke ili ne raspolažu prostornim podacima o svojim instalacijama. One su prinudjene da kombinovanjem geodetskih i geofizičkih metoda otkriju i snime svoje instalacije [38]. Ovo je ujedno i najskuplji scenario ali to je najčešće cena za službe sa siromašnom arhivom [12].

Ne ulazeći u metode prikupljanja podataka i sam model podataka, generalno se kao rezultat dobija prostorna baza podataka. Inicijalno importovanje svih raspoloživih podataka iz relevantnih izvora u prostornu bazu podataka, ne mora da znači da oni u potpunosti odgovaraju stanju u realnosti, ali predstavlja dobro strukturiranu sliku postojeće arhive. Baze podataka sa ovim inicijalnim podacima čine neko nulto stanje. Sa obzirom da prostorni podaci nisu statički i nepromenjivi u toku vremena usled

brojnih radovi na komunalnim instalacijama, ukopavanja i postavljanja novih, menjanja ili uklanjanja starih, neophodno je obezbediti mehanizme za prostorno registrovanje i ažuriranje na postojećim bazama podataka. Za održavanje sistema potrebno je doneti niz pravila i standarda koji će omogućiti ažuriranje baze po izvršenim promenama.

Savremeni tokovi korišćenja i održavanja prostornih podataka nameću potrebu za distribuiranje širokom broju korisnika [10]. U tu svrhu koristan resurs jeste internet ili kada je reč o komunalnim, državnim, lokalnim i gradskim službama odgovarajuće lokalne mreže.

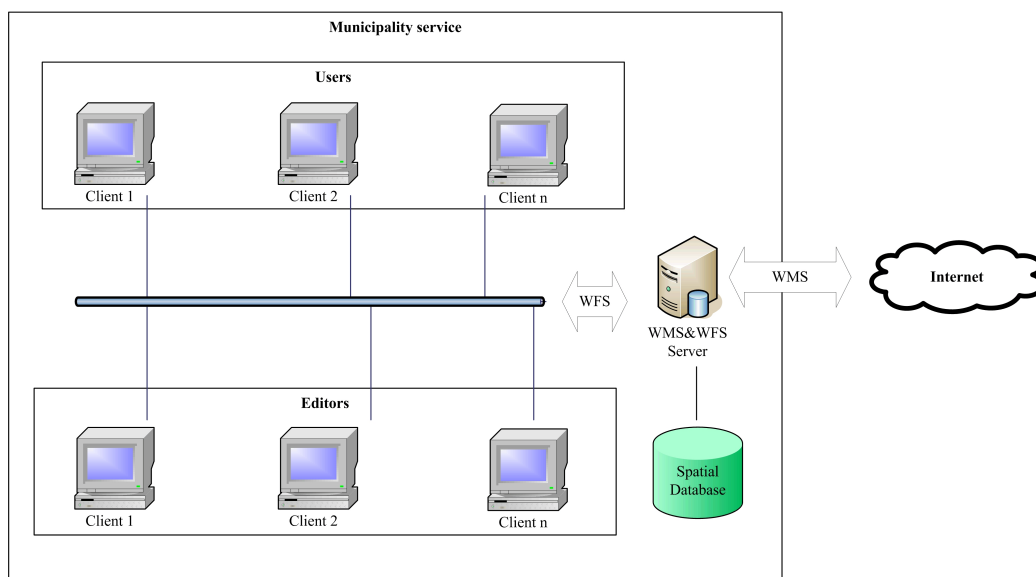
Distribuiranje podataka preko kompjuterske mreže i obavljanje transakcija odnosno ažuriranje podataka zahteva temeljnu analizu i donošenje odgovarajućeg rešenja. Budući da je distribucija podataka cikličnog karaktera [11], OGC web servisi kao što su WMS i WFS omogućuju kreiranje distribuiranog sistema uz poštovanje integriteta podataka i minimalne redundanse.



Slika 28: Ciklični proces održavanja prostornih podataka

Pored prostornih podataka koje poseduju, komunalne službe mogu udružiti snage za prikupljanje podataka koje su opšteg karaktera kao što su ortofoto planovi, digitalni modeli terena [9], informacije kao što nazivi ulica i kućni brojevi i slično. Ovakvim pristupom ovakvi zajednički resursi se koriste racionalno i sa manjim ulaganjima otvara se mogućnost za njihovu periodičnu nabavku u cilju praćenja promena (nabavka ortofoto snimka jedanput godišnje). Značaj ažurnog ortofoto plana opštine koristan je u slučaju analize naselja i priključaka. Na ovaj način lako se mogu prikupiti informacije o bespravnim priključenjima na mrežu komunalnih instalacija.

Kako uz pomoć OGC web servisa unaprediti sistem? Kao prvo svaka organizacija može povećati uredjenost sopstvenog sistema.



Slika 29: Prototip upravljanja prostornim informacijama upotrebom OGC web servisa unutar kompanije

Svi prostorni podaci su zajednički resurs. Podaci su strukturirani i centralizovani. Pristup podacima je definisan u zavisnosti od korisničke grupe kojoj klijent pripada.

Kreiranjem grupa naloga, korisnici podataka se dele na [6]:

- korisnici sa pravom gledanja;
- korisnici sa pravom ažuriranja;
- administratori;

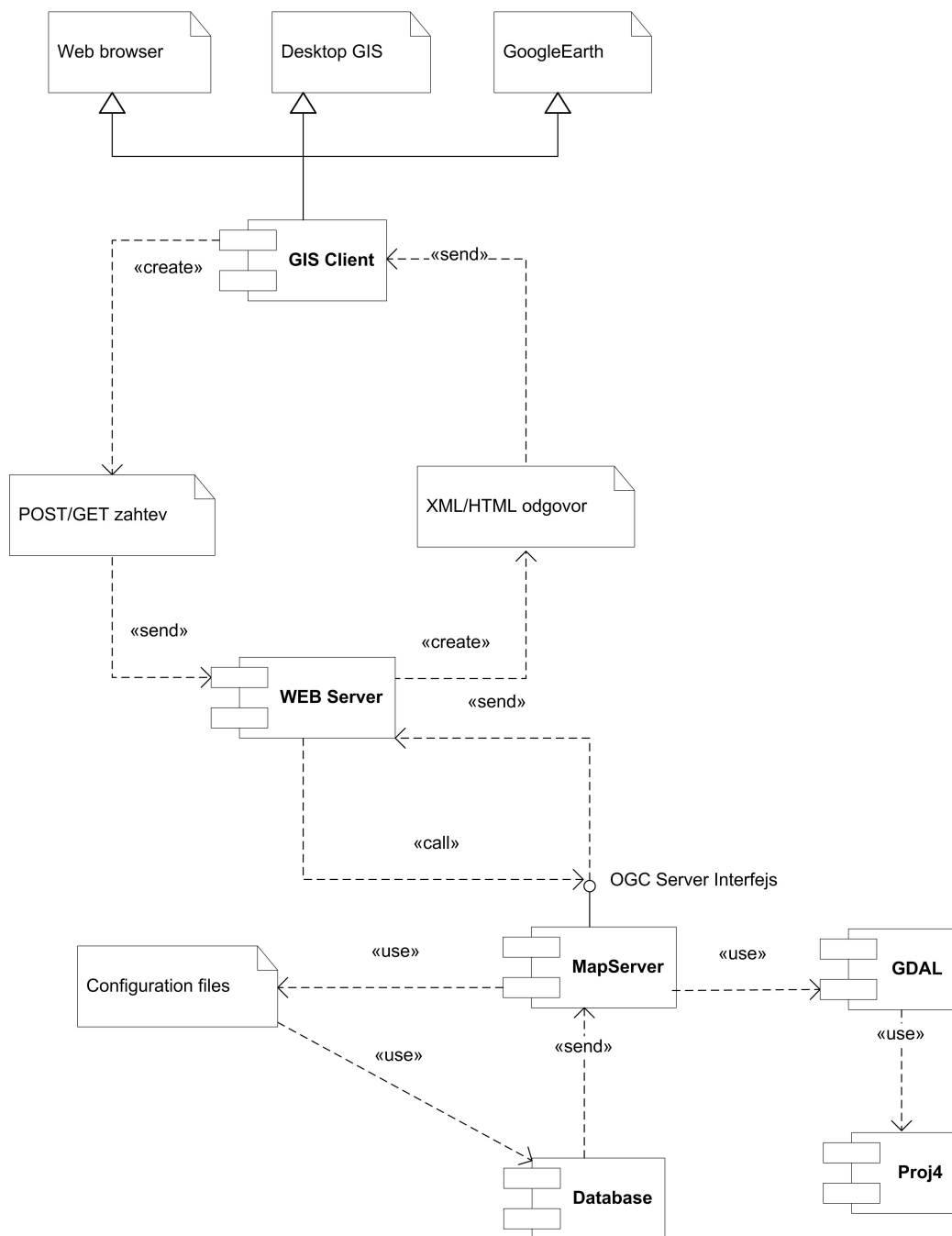
Korisnici sa pravom gledanja koriste wfs servise za pristup podacima. Oni koriste ove podatke u širokom spektru njihovih aktivnosti, istražuju, kreiraju sopstvene mape, vrše analizu i slično.

Korisnici sa pravom ažuriranja su po pravilu manje brojni od korisnika sa pravom gledanja. Njihov zadatak je da vrše ažuriranje podataka iz delokruga službe. Za ove potrebe mogu koristiti Transactional Web Feature Service (WFS-T) ili da jednostavno prepisuju prostorne podatke na serveru novom

verzijom (kreiranje backup starije verzije je poželjno) jednom dnevno, jednom nedeljno ili jednom mesečno.

Administratori se staraju o pravilnom funkcionisanju sistema, dodeli odgovarajućih privilegija i svih drugih problema kojima se administratori sistema bave.

Kao interfejs sa spoljnim klijentima omogućuje se klijentima van kompanije pristup podacima preko wms servisa.

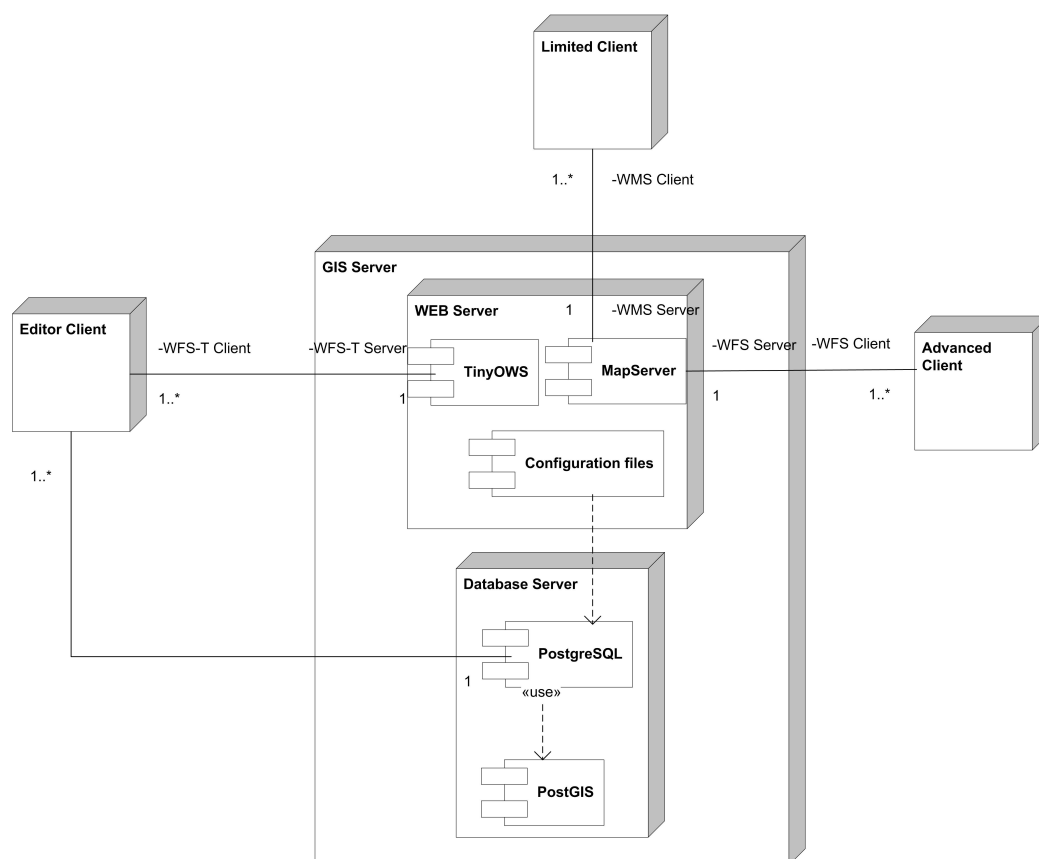


Slika 30: Dijagram komponenti GIS servera

Interakcija klijenta i GIS servera, bilo da je reč o lakim ili naprednijim, odvija se slanjem zahteva web serveru koji poziva CGI program MapServer.

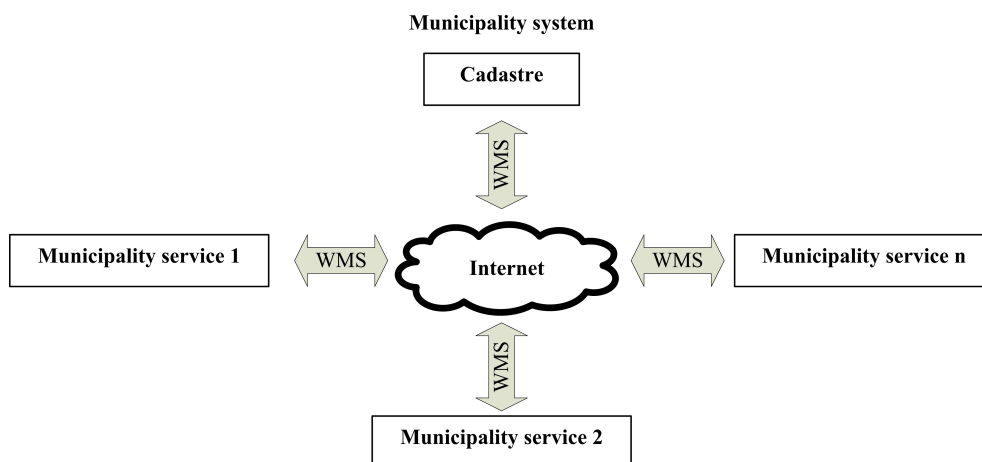


Nakon obrade zahteva, kreira se odgovor u vidu XML datoteke specifikacije servisa ili konkretnog atributa ili mapa od podataka koji čine dati servis. Biblioteka GDAL i proj4 zadužene su za reprojekciju i kreiranje mape u odgovarajućem formatu. Web server ovakav odgovor prosledjuje nazad do klijenta.



Slika 31: Dijagram rasporedjenosti

Povezivanjem ovako organizovanih komponenti u jednu veću celinu dobija se jedan moćan distribuirani sistem sa svim benefitima koje ovakvi sistemi imaju.



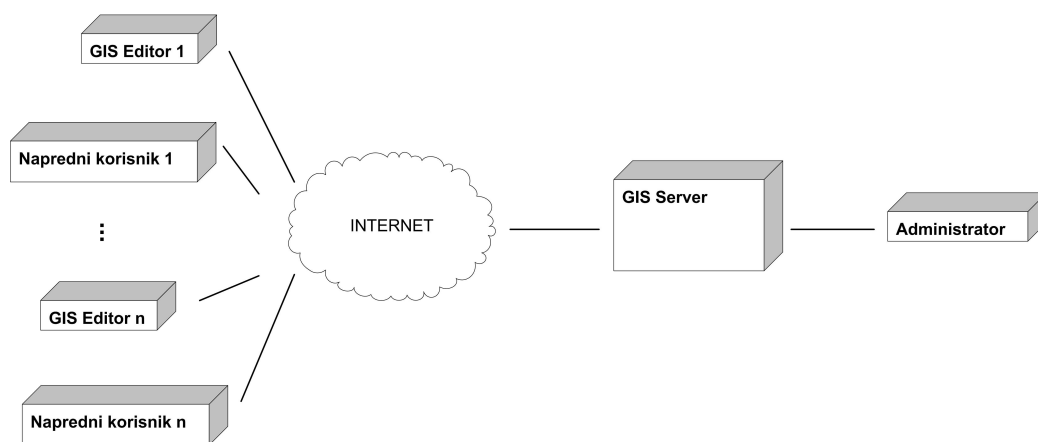
Slika 32: Prototip upravljanja prostornim informacijama upotrebom OGC web servisa unutar složenog sistema od više kompanija

Generalno postoje dva pristupa u organizaciji celokupnog komunalnog sistema [29]:

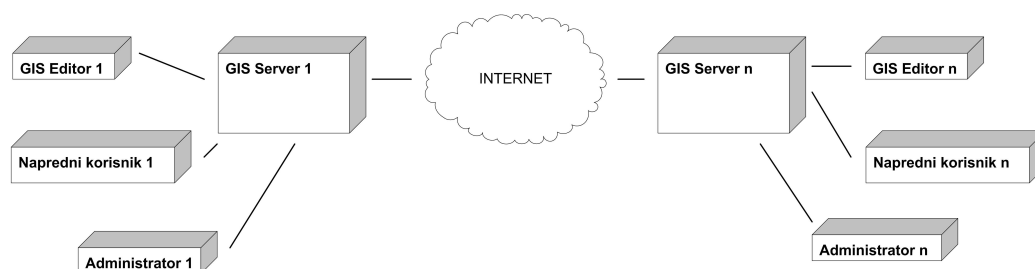
- centralizovani;
- decentralizovani;

Arhitektura centralizovanog sistema oslanja se na jedan GIS server sa više servisa i više baza podataka koje takodje mogu biti na jednoj ili više lokacija. Sve organizacije učesnici održavaju sopstvene baze podataka korišćenjem servisa, a administraciju GIS servera vrši samo jedna organizacija učesnik. U ovakvoj organizaciji poželjno je podizanje alternativnog servera koji će preuzeti funkciju ukoliko dodje do otkaza prvog.

Kod decentralizovanih sistema svaka organizacija učesnik ima sopstveni GIS server, vrši održavanje i administraciju sistema. Ovaj pristup iako robusniji zahteva veće ljudske resurse i usled otkaza nekog servera, izostaće usluga koju data organizacija pruža.



Slika 33: Centralizovani komunalni sistem



Slika 34: Decentralizovani komunalni sistem

Službe stavljaju na raspolaganje javnih podataka svim ostalim službama koje imaju interes da ove podatke koriste. Sa druge strane službe imaju uvid u tuđe ažurne podatke. Da bi neka služba koristila prostorne podatke, ne mora obavezno da emituje svoje podatke. Planeri, urbanisti, ekolozi, biolozi, kao i sve struke koje koriste informacije koje su vezane za geometrijske entitete pokazuju veliko interesovanje za praćenje prostornih promena u nekom vremenskom intervalu. Neki od primera su praćenje izgradnje objekata u gradu u odnosu na komunalnu infrastrukturu, praćenje brzine izgradnje, posmatranje promena na vegetaciji u različitim godišnjim dobima...

Otvorenost GIS-a se ogleda i u povezivanju sa drugim bazama podataka koje mogu biti na lokalnim ili udaljenim računarima. Kombinovanjem

podataka sadržanim u bazama sa GIS-om, mogu se uočiti paterni koji na prvi pogled ne moraju biti vidljivi.

Sistem kao što je grad koji se sastoji i od komunalnih službi koje razmenjuju podatke o prostornim entitetima može biti zatvoren. Jednostavno, oni slobodno razmenjuju podatke, ali ne žele da njihovi podaci budu javni i dostupni na globalnoj mreži. Čak i dok ih međusobno razmenjuju, nisu svi podaci dostupni svima. Svaka služba donosi odluke koje podatke će kome da distribuira. U zavisnosti od poverljivosti podataka mogu se preduzeti različiti bezbednosni pristupi. Bezbednost se može postići na više nivoa. Sistem od više WMS ili WFS servera može da egzistira u okviru LAN ili VPN mreže. Bezbednosna zaštita može biti definisana i u okviru firewall-a. Što se tiče autentifikacije ona može biti definisana kroz HTTP. Svaki korisnik ima svoje ime i šifru za pristup. Ukoliko je ime ili šifra neodgovarajuća, server neće odgovarati na zahteve klijenata. Šifriranje podataka bilo simetričnim bilo asimetričnim ključevima može usporiti komunikaciju jer pored vremena potrebnog za slanje i prijem podataka, troši se vreme i na šifriranje i dešifriranje podataka. Kriptovanje podataka narušava komotitet u radu klijenata, odnosno stvara se utisak da se prostorni podaci dugo učitavaju. Ukoliko se ne radi o strogo poverljivim podacima kriptovanje podataka bi svakako trebalo izbeći, a sa druge strane malo sporije učitavanje podataka je cena koja se mora platiti za ovakvu zaštitu. Sve u svemu svaka služba koja distribuira i koristi podatke mora sagledati karakter svojih podataka i doneti procenu u kojoj meri želi da zaštiti svoje podatke od neovlašćenog korišćenja. Najverovatnije je da će neki podaci biti potpuno dostupni svima, dok će neki biti dostupni samo određenim klijentima. Uvodjenjem kontrole nad pristupom podacima otvara se mogućnost i za komercijalnu distribuciju podataka, odnosno za modernizaciju poslovanja pojedinih službi. Od ovakve komercijalne distribucije podataka najviše koristi imaju službe kao što su katastri, budući da je njihova primarna delatnost komercijalna distribucija podataka.

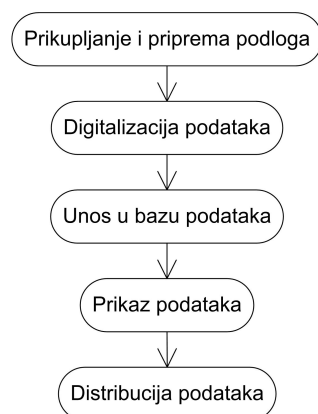
## 6 Implementacija rešenja

U ovom poglavlju biće izložena specifikacija GIS (WMS/WFS) servera pod imenom GEOSERVIS (<http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/>), podignutog na FTN-u, koji predstavlja moguću infrastrukturu za distribuiranje prostornih informacija u komunalnim informacionih sistema. Geoservis je centralizovani GIS server sa više komunalnih servisa i više baza podataka, ali vezan za jednu mašinu i predstavlja test platformu za opisani model.

### 6.1 Prikupljanje podataka

Proces izrade komunalnih informacionih sistema predstavlja simbiozu više tehnologija i alata potrebnih za različita rešenja. Za uspešan razvoj potrebno je obezbediti odgovarajuću metodologiju za pripremu podataka, prikupljanje, kreiranje objektno-relacione baze podataka i unosa podataka, kao i za distribuiranje i prezentovanje podataka korisnicima. Cilj svakog GIS-a jeste prezentovanje podataka sa geometrijskim svojstvima, ali putevi dolaska do krajnjeg rešenja razlikuju se u zavisnosti od izbora pojedinih rešenja u fazi izrade. Na tržištu postoji priličan broj proizvođača sistema za upravljanje geografske baze podataka. Pored razlike u ceni, sistemi se razlikuju po svojim performansama, načinu distribuiranja i zastupljenosti kod većeg ili manjeg broja korisnika. Skoro svi popularni SUGBP imaju medjusobno mogućnost konvertovanja podataka i svi obezbeđuju besplatne alate za prikaz i ograničenu analizu podataka.

Put dolaska do konačnog rešenja, tj. distribuiranog komunalnog informacionog sistema koji će pružati informacije komunalnim službama može se podeliti u nekoliko faza.



Slika 35: Procesi razvoja prostornog IS-a

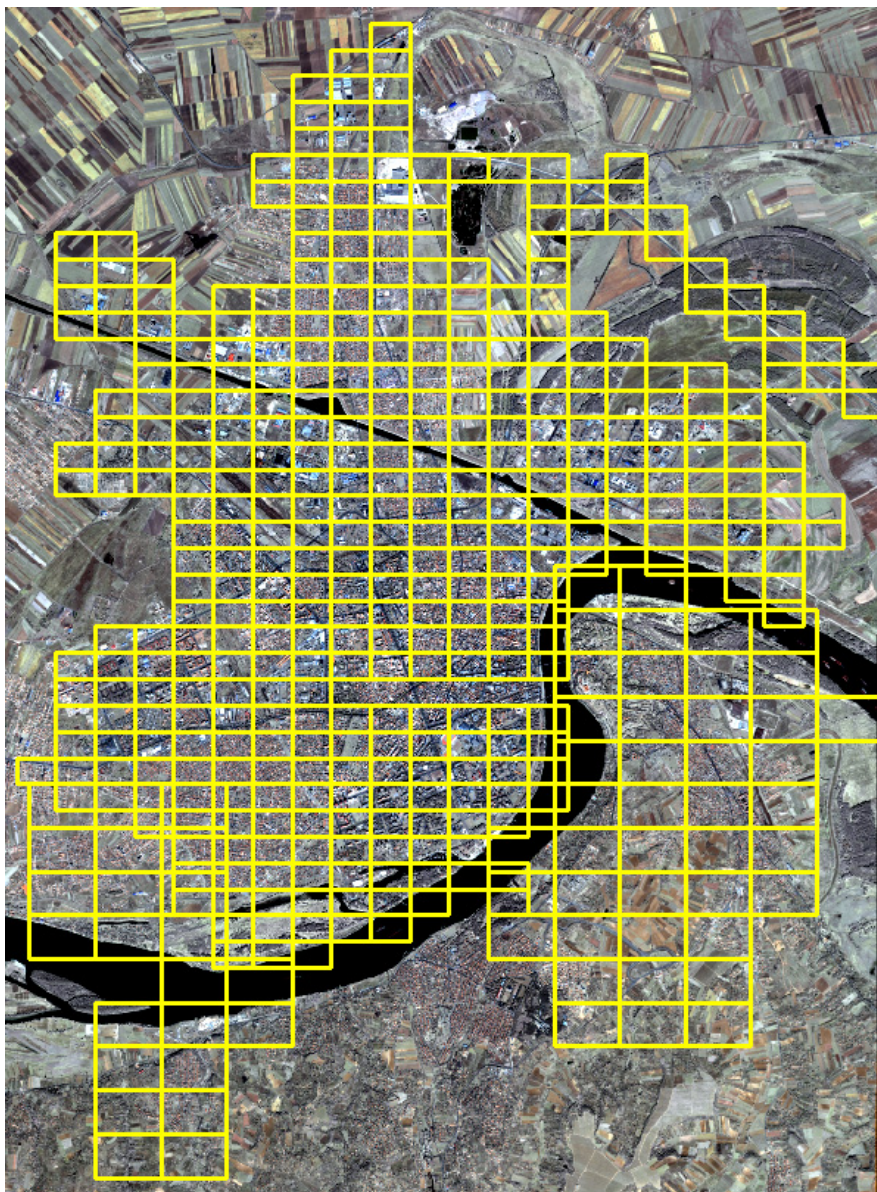
Podaci KIS-a nisu statički i nepromenjivi u toku vremena. Brojni radovi na komunalnim instalacijama, ukopavanje i postavljanje novih, menjanje ili uklanjanje starih, iziskuje i prostorno registrovanje i ažuriranje na postojećim bazama podataka. Za inicijalno punjenje baze podataka potrebno je iskoristiti sve moguće relevantne izvore podataka, a za održavanje sistema potrebno je doneti niz pravila i standarda koji će omogućiti ažuriranje baze po izvršenim promenama.

Izradom projekta i prihvatanjem od strane nadzornog odbora stvorili su se uslovi za realizaciju radova na izradi KIS-a. Izrada KIS-a generalno se može podeliti u nekoliko faza:

- Projekat KIS-a;
- Pripremni radovi;
- Akvizicija podataka;
- Kreiranje GIS-a i distribucija podataka;
- Održavanje sistema i proširenje zahteva;

U okviru pripremnih radova izvršeno je prikupljanje izvora informacija, tj. geodetskih planova katastra podzemnih instalacija i naručen je satelitski

snimak za područje Novog Sada. Pored toga, izvršena je i obuka digitalizatora i organizacija radnih timova. Planovi su prikupljeni iz arhiva SKN Novi Sad i službi koje su planove koristili (JP INFORMATIKA, FTN Gradjevinski odsek, JP Zavod za izgradnju grada, JKP Vodovod i kanalizacija, JKP Novosadska toplana, DP Novi Sad Gas). Kao rezultat prikupljanja izvora informacija, izvršeno je skeniranje 428 karata razmere 1:500 za teritoriju grada Novog Sada i 429 karata razmere 1:1000 za okolna naselja. Ukupan broj skeniranih karata iznosio je 857. Karte 1:1000 se odnose na 14 naselja oko Novog Sada (Begeč, Budisava, Bukovac, Čenej, Futog, Kać, Kamenica, Kisač, Kovilj, Ledinci, Petrovaradin, Rumenka, Stepanovićevo i Veternik). Skeniranje je izvršeno kolor skenerom rezolucije 72 dpi. U okviru pripreme planova podzemnih instalacija, izvršeno je georeferenciranje i otklanjanje linearnih deformacija. Svaka rasterska datoteka i metadatoteka sa geoinformacijama, dobila je naziv odgovarajućeg plana u okviru šeme podele.



Slika 36: Šema podele na listove

Satelitsko snimanje izvršeno je septembra 2004, IKONOS satelitom sa rezolucijom 1m. Snimak je u koloru i obuhvata gradsko područje od oko 100 km<sup>2</sup>. Za digitalizovanje sadržaja rasterskih planova angažovane su četiri ekipe i imenovani su vodje grupa.

U periodu V-XI 2004 izvršena je digitalizacija sadržaja rasterskih planova



po unapred zadatim instrukcijama. Po završetku digitalizacije svake instalacije određenog plana, izvršena je interna kontrola. Nezavisnu kontrolu i nadzor izvršila su stručna lica SKN Novi Sad koja izdaju uverenje da vektorizovani sadržaj, tj. digitalni plan podzemnih instalacija odgovara sadržaju koji se nalazi na analognim planovima, tj. kako bi se obezbedila službenost podataka.

Tokom 2005. godine, izvršeno je kreiranje prazne geo-baze podataka prema projektu i ažuriranje sa prikupljenim podacima. Razvijen je topografski ključ prema specifikacijama RGZ-a. Na bazi atributa gornja kota za sve objekte koje ga sadrže i digitalizovanih izohipsi sa postojećih podloga razmere 1:5000 kreiran je triangularni digitalni model terena. Izvršena je ortorektifikacija i georeferenciranje satelitskog snimka koji služi kao ažurna topografska podloga razmere 1:2500 koja zajedno sa DMT-om i bazom podataka čini bazu GIS za komunalne instalacije.

U cilju distribucije podataka KIS-a širem krugu korisnika, razvijena je web aplikacija korišćenjem MapServer CGI i PHP skripta. Postavljanjem aplikacija na neki od web servera, aplikacija će biti dostupna svakom računaru povezanom na internet koji ima web browser.

Komunalne instalacije su podložne promenama u funkciji vremena. Neke instalacije i objekti ispadaju iz funkcije, druge se postavljaju. Zakonom je definisano snimanje komunalnih instalacija pre zatrpavanja kao i obaveza predaje snimljenih instalacija u propisanoj formi. Kako je komunalni sistem podložan promenama, tako i njegov model, tj. KIS ima dinamički karakter. Pored inicijalnih procesa tokom razvoja KIS-a, prikupljanje podataka, ažuriranje i distribucija imaju cikličnu strukturu.

Održavanje sistema ima veliki značaj, jer samo ažuran KIS ima upotrebnu vrednost. Prikupljeni podaci predstavljaju dobru osnovu za korišćenje u komunalnim službama, ali je potrebno zakonom definisati i instalirati specijalizovano odeljenje koje će vršiti prijem novosnimljenih podataka, ažuriranje i distribuciju.

Korisnički zahtevi koji su definisani za komunalne službe su opšteg

karaktera i imaju sličnu strukturu sa sistemom koji je do devedesetih godina vodio RGZ. Dopuna sistema specijalizovanim podacima određenih službi je korak koji sledi. Komunalne službe imaju sopstvene numeričke podatke koje se mogu povezati sa baznim KIS-om bilo preko ključeva bilo preko prostornog položaja. U ovakve podatke spadaju ulice, kućni brojevi i ostali interni podaci vodovoda, kanalizacije, gasovoda, elektrodistribucije, naftovoda, toplovoda, PTT, ZIG Novog Sada, gradskog zelenila i drugih.

### **6.1.1 Priprema izvora podataka**

Katastar podzemnih instalacija grada Novog Sada i okolnih naselja vodio je podatke o instalacijama i njihovom položaju na analognim geodetskim planovima razmere 1:500 za gradski reon i 1:1000 za okolna naselja. Do pred kraj XX veka ovi planovi su se redovno održavali po pravilnicima Republičkog geodetskog zavoda. Komunalne službe za čije potrebe je vršeno geodetsko snimanje, bile su u obavezi da vrše overu kod RGZ-a, tj. planovi su kontrolisani i deponovani u okviru katastra nepokretnosti. Zbog nepovoljnih prilika u zemlji krajem veka i nepoštovanja utvrdjenih pravila održavanja katastra podzemnih instalacija, napravljeni su određeni propusti u održavanju. Deo ukopanih instalacija nije prostorno registrovan, a deo je snimljen tako da ne odgovara propisanom standardu. Pored toga komunalne službe poseduju izvestan broj interne dokumentacije koja nikad nije objedinjena.

Pored svih problema i nedostataka, analogni planovi nastali su kao rezultat geodetskog snimanja i zadovoljavajuće su geometrijske tačnosti i kao takve predstavljaju dobru osnovu za inicijalno prikupljanje podataka. Priprema planova za digitalizaciju obuhvata skeniranje planova, otklanjanje deformacija i georeferenciranje odnosno smeštanje plana u koordinatni sistem.

Ažuran satelitski snimak visoke rezolucije može obezbediti niz dopunskih informacija. Prednost satelitskog snimka u odnosu na fotogrametrijski ogleda

se u ceni i teritoriji koju obuhvata. Satelitski snimci metarske rezolucije mogu poslužiti za bolju vizualizaciju, ali i analizu podataka kao što su namena površina, sagledavanje broja novopodignutih objekata i komunalne infrastrukture, otkrivanje bespravničkih priključaka...

Priprema izvora podataka podrazumeva kreiranje šeme podele regiona obuhvaćenog zadatkom, skeniranje i otklanjanje deformacija i georeferenciranje planova razmera 1:500 i 1:1000 i obrada satelitskog snimka. Svaka rasterska datoteka ima odgovarajuću metadatoteku koja nosi informaciju o koordinatama gornjeg levog ugla i veličini piksela u metrima u realnosti.

Predložena metodologija prikupljanja podataka bazira se na digitalizaciji sadržaja skeniranih analognih planova katastra podzemnih instalacija. Za teritoriju grada Novog Sada, na raspolaganju su analogni geodetski planovi razmere 1:500, a za okolna naselja 1:1000. Postupak prikupljanja podataka za potrebe KIS-a, može se podeliti u nekoliko faza:

- Skeniranje planova;
- Otklanjanje deformacija i georeferenciranje skeniranih planova;
- Izrada uputstva za digitalizaciju i priprema;
- Formiranje i obuka radnih timova;
- Digitalizacija;
- Kontrola vektorizovanog sadržaja;
- Spajanje vektorizovanog sadržaja u celinu;

Obzirom na razmeru i informacije koje nose boje objekata na planovima, potrebno je izvršiti skeniranje oko 1000 planova za teritoriju grada Novog Sada i okolnih naselja, kolor skenerom rezolucije ne manje od 100 piksela po 1cm. U razmeri 1:500 sa ovom rezolucijom, piksel u realnosti iznosi 5x5cm. Format dobijenog rastera je TIFF jer sadrži fotometričke vrednosti i zbog

korišćenja u kombinaciji sa TFW datotekama koje nose informacije vezane za georeferenciranje.

Tokom vremena analogne karte, čak i one koje su izradjene na kvalitetnijem materijalu, a usled promena temperature i vlažnosti se deformišu. Deo deformacije prouzrokovao je i samim postupkom skeniranja. Ove deformacije pripadaju grupi sistematskih grešaka i mogu se u većoj meri ukloniti. Potrebno je izvršiti kalibraciju za piksele koji reprezentuju koordinatnu mrežu. Očitavanjem vrednosti u koordinatnom sistemu rastera i korespondiranjem odgovarajućih koordinata u državni koordinatni sistem, može se izvršiti rektifikacija rastera. Mereni pikseli koordinatne mreže dobiće teoretske okrugle vrednosti koordinata, a za ostale piksele vrednost se proračunava. Ovakav postupak se realizuje ocenom koeficijenata polinoma drugog stepena i poznat je kao nelinearna transformacija. Kao izlaz iz procesa otklanjanja deformacija i georeferenciranja dobija se novi raster istog formata, ali isečen po koordinatnom okviru i orjentisan prema pravcu severa i propratni TFW fajl sa informacijama o georeferenciranju. TFW je textualna datoteka sledeće strukture:

ImeFajla.tfw

m  
r  
r  
-n  
a  
o

EOF

gde je:

m – veličina piksela u metrima u realnosti po apcisi

n – veličina piksela u metrima u realnosti po ordinati

r – rotacija (u slučaju da je raster orjentisan ka pravcu severu,  $r=0$ )

a – apscisa gornjeg levog ugla u državnom koordinatnom sistemu

o – ordinata gornjeg levog ugla u državnom koordinatnom sistemu

Prefiks minus ispred vrednosti  $n$  javlja se zbog suprotne orijentacije ordinate kod slikovnog i državnog koordinatnog sistema. TIFF datoteka sa prpratnom istoimenom TFW datotekom često se naziva GEOTIFF.

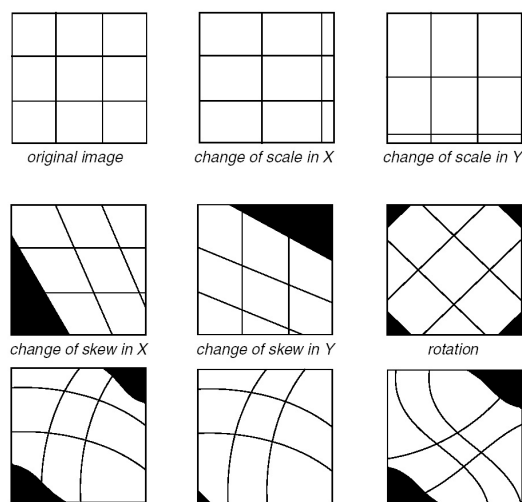
U zavisnosti od prirode deformacija (linearne, nelinearne), odredjivanjem seta slikovnih koordinata pojedinih piksela i korespondiranjem teoretskih koordinata, odredjuju se koeficijenti polinoma. Preporuka je da se za polinomsku transformaciju rastera koriste polinomi maksimalno do trećeg reda, zbog prekida prve i druge vrste. Ako se koriste polinomi prvog reda reč je o linearnim transformacijama. Polinomi višeg reda koriste se za nelinearne transformacije rasterskih snimaka. Kao set tačaka za ocenu koeficijenata polinoma mogu se koristiti karakteristični objekti identifikovani na karti čije su koordinate poznate (ćoškovi zgrada, presek ulica) ili ukoliko je na originalnoj karti nanescena koordinatna podela. Minimalan broj tačaka za kalibraciju u zavisnosti od reda polinoma računa se po formuli  $((r + 1) * (r + 2))/2$ , gde je  $r$  red polinoma. Tako da je za polinom prvog reda minimalan broj potrebnih tačaka 3, za drugi 6, a za polinom trećeg reda 10 tačaka. Ukoliko je moguće potrebno je odrediti što veći broj tačaka za kalibraciju.

### 6.1.2 Digitalizacija podataka

Postupak digitalizacije podataka podrazumeva prevodjenje rasterske slike u vektorski format. Postoje metode potpuno automatizovane vektorizacije. Ovakva metoda realizuje se pomoću inteligentnih algoritama i daje dobre rezultate kod prepoznavanja teksta, simbola ili sličnog sadržaja na kartama.

Poluautomatska vektorizacija podrazumeva automatsku vektorizaciju uz nadzor operatera. Pogodna je za vektorizaciju izolinija i svaki put kada algoritam naidje na mesto gde treba da se donese odluka, zahteva se interakcija operatera.

Najčešće korišćena metoda za vektorizaciju sadržaja karata jeste man-



Slika 37: Linearne i nelinearne transformacije

ualna metoda. U većini slučajeva kada je sadržaj karte kompleksan, a postupak vektorizovanja suviše inteligentan, ova metoda najčešće predstavlja jedini mogući izbor. Postupak vektorizacije sastoji se iz učitavanja georeferencirane karte i precrtavanja sadržaja. Za programski paket AutoCAD postoji već velik broj korisnika, a i za korisnike koji se po prvi put susreću, vreme potrebno za obuku je zanemarljivo zbog intuitivnosti samog alata. U postupku digitalizacije bitno je sagledati obim posla, rokove i prosečno vreme potrebno za digitalizaciju lista prosečne gustine detalja, kako bi se angažovao dovoljan broj digitalizatora. Radi što bolje unutrašnje kontrole, najbolji način za organizaciju je grupisanje digitalizatora u radne timove. Svaki tim mora imati rukovodioca čija je obaveza da kontroliše, pruža potrebne informacije i da dostavlja vektorizovan materijal.

Najčešći program koji se koristi za digitalizaciju sadržaja geodetskih planova jeste AutoDesk-ov AutoCAD. Razlog odabiranja ovog alata jeste upravo taj što postoji velik broj obučениh operatora, a i obuka početnika ne predstavlja veći problem ukoliko postoji niz instrukcija i pravila koja treba da slede. Pravila je potrebno tako koncipirati, da se izbegnu kasnije komplikacije kod punjenja baze podataka i da suviše ne opterećuju operatora sa

unošenjem atributa koji se kasnije upitima ažuriranja mogu popuniti.

1. Osnovna jedinica za digitalizaciju je jedan geodetski plan. Svaka komunalna instalacija digitalizuje se posebno, tj. Svaki plan ima onoliko crteža koliko na njemu ima instalacija. Usvaja se konvencija imenovanja crteža po nazivu TIFF datoteke i dodaje se sufiks "\_VM" za vodovodnu mrežu, odnosno "\_KM, \_EM, \_TM, \_TK, \_NM, \_GM" za ostale mreže.

2. Tačkasti entiteti koji su na rasteru predstavljeni simbolom ili tačke-pikiri, koje označavaju tačku preloma polilinije ili poligona, digitalizuju se AutoCAD blokom sa atributima koji ima izgled i naziv definisan u topografskom ključu. Korisnik orjentiše blok kao što je orjentisan na karti. Težište bloka poklapa se sa težištem simbola na karti. Svi blokovi smešteni su u sloju SYMBOL. Ukoliko pored simbola na rasteru stoji kota terena, voda ili dna, korisnik je obavezan da popuni odgovarajuće vrednosti atributa bloka, ukoliko ne postoji, atributi imaju NULL vrednost. Na osnovu koda topografskog znaka, odnosno naziva bloka može se izvršiti klasifikacija i tipizacija svakog tačkastog entiteta.

3. Površinski entiteti digitalizuje se zatvorenom 2D polilinijom od tačke-pikira do tačke-pikira, koristeći svojstvo snap to node. Poligoni su smešteni u sloju koji nosi naziv klase koju reprezentuje (npr. P\_OKNO\_VM, L\_OBJEKTI\_VM).

4. Linijski entiteti digitalizuje se 2D polilinijom od tačke-pikira do tačke-pikira, koristeći svojstvo snap to node. Polilinije su smeštene u sloju koji nosi naziv klase koju reprezentuje (npr. L\_VOD\_VM, L\_PRIKLJUČAK\_VM). Na mestima gde na karti pored voda postoji informacija o materijalu ili prečniku, hijerarhiji, tipu i sl., koristeći svojstvo snap to nearest digitalizuje se AutoCAD blok "oznaka" sa atributima definisanim za odgovarajuću klasu. Korisnik unosi samo one attribute koji su upisani na karti pored cevi. Digitalizacija vodova prethodi digitalizaciji priključaka. Vod se digitalizuje od tačaka račvanja ili početka/kraja kao jedinstvena polilinija. Za instalacije za koje pad, tj. smer toka ima značaj, digitalizovati poliniju u smeru toka.

5. Neki poligonski entiteti sadrže tekstualnu oznaku. Ove oznake često

identifikuju obejekat. Digitalizuju se blokom sa nazivom "oznaka" i korisnik unosi atribut "tekst". Insertna tačka oznake je sadržana u poligonu.

U cilju boljeg nadzora i praćenja procesa prikupljanja podataka, potrebno je kreirati šemu podele i jednoznačno definisati nazive planova. Za sve kodove topografskog ključa koji se predstavljaju simbolom, potrebno je napraviti AutoCAD blokove sa nazivom koda i odgovarajućim atributima. Pored simbola, za uspešnu akviziciju podataka koriste se blokovi sa nazivom "oznaka" i atributima i blokovi "tekst".

U skladu sa rokovima potrebno je formirati više timova za digitalizaciju. Tokom obuke potrebno je izvršiti transfer tehnologije kako bi operatori samostalno vršili digitalizaciju, upoznati operatore sa sadržajem instrukcija i odabrati iskusnije članove koji će imati ulogu rukovodioca tima.

Rukovodilac tima za digitalizaciju sa svojim pomoćnicima vrši internu kontrolu digitalizovanog sadržaja i izdaje potrebna uputstva operatorima.

Po završetku digitalizacije svih planova, vektorizovani sadržaj se sklapa u celinu tako da jedna celina predstavlja jednu instalaciju na teritoriji jedne katastarske opštine.

### **6.1.3 Unos u bazu podataka**

Razvoj i implementacija komunalnog informacionog sistema za grad Novi Sad bazira se na ESRI ArcGIS tehnologiji. ArcCatalog i ArcMap predstavljaju centralne aplikacije paketa ArcGIS. Obe aplikacije imaju mogućnost direktnog čitanja AutoCAD datoteka i kao crteža u celini i kao crteža raslojenog na tačkaste, linijske, poligonske i tekstualne objekte. Za klasifikovanje i povezivanje objekata na raspolaganju su standardni SQL upiti bazirani na vrednostima atributa i prostorni upiti bazirani na lokaciji. Pored toga Data InterOperability je ekstenzija ArcGIS-a koja prikazuje strukturu izvornih podataka i strukturu odredišne baze podataka sa mogućnošću definisanja putanje i uslova. Data InterOperability je korisnički orjentisan i ima grafički interfejs za manipulaciju podacima u dizajnerskom modu. Za



smeštanje podataka može se koristiti većina poznatih DBMS.

Potrebno je izvršiti projektovanje i implementaciju komunalnog informacionog sistema koji će obezbediti korisnicima brz pristup podacima, njihovu analizu i pretraživanje, kao i kreiranje i štampanje karata sa potrebnim sadržajem. Obzirom na značaj podataka, potrebno je obezbediti njihovu službenost, odnosno podaci koji su sadržani u bazi podataka moraju imati težinu koju trenutno imaju zvanični podaci službe za katastar nepokretnosti Novi Sad. Trenutno važeći podaci nalaze se u analognom obliku, tj. u obliku karata. Karte katastra podzemnih instalacija za urbani deo Novog Sada su u razmeri 1:500, a okolnih naselja 1:1000. Digitalna baza katastra vodova predstavlja objektno-orjentisan model podataka sa objektima vodova i raslojena je po sledećim temama:

- Vodovodna mreža;
- Kanalizaciona i drenažna mreža;
- Toplovodna mreža;
- Elektroenergetska mreža;
- Telekomunikaciona mreža;
- Naftovodna mreža;
- Gasovodna mreža;
- Ostali objekti;

U postupku izrade baze podataka prikupljaju se podaci o sledećim vodovima, pripadajućim postrojenjima i uređajima:

Vodovodna mreža: reni bunari i cevasti bunari, rezervoari i vodotornjevi, pogoni za preradu vode, kontrolno-merna mesta, rasteretne komore, crpne stanice cisterne kao stalni objekti, filterske instalacije, mesta odvajanja (račvanja), vertikalni i horizontalni lomovi trase cevovoda, zatvarači, blindirane cevi, hidranti, vodovodna okna (sa vazдушnim ventilima, ispuštima i

regulatorima pritiska), vodomeri, katodna zaštita, vodovodni priključci (kod blokovske izgradnje i slobodno stojećih objekata do fasadnog zida, a do prvog okna odnosno skloništa vodomera iza regulacione linije kod individualne izgradnje), fontane, javne česme, kaptaže, kontrolne komore, taložnici, prolaz cevovoda ispod ili iznad objekata i vodovodni tuneli;

Kanalizaciona i drenažna mreža: crpne stanice, postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, istovarišta otpadnih voda (fekalija), kanalizacioni kanali opšteg (mešovitog) ili posebnog (separatnog) sistema, kanalizacioni kolektori, natkriveni prirodni vodotoci, ulični i drugi odvodnici sa priključcima (kod blokovske izgradnje i slobodno stojećih objekata do fasadnog zida, a do prvog okna iza regulacione linije kod individualne izgradnje), septičke jame (ukoliko je za njihovu izgradnju propisana obaveza pribavljanja dozvole), galerije, reviziona okna, komore, ventilacioni otvori, slivnici za odvod atmosferske vode, taložnici, kolektorski izlivi u recipijent, prelivne brane, otvoreni odvodni kanali, podzemni pokriveni betonski bazeni za kišnicu (retenzija), ulični otvoreni kanali za odvodjenje atmosferskih voda, interceptor (kanali ispod reka) sa sifonom, drenažne cevi, zatvoreni kanali, kontrolna okna, crpne stanice, slivnici i izlivi;

Toplovodna mreža: toplane, kotlarnice, toplovodne stanice i podstanice, toplovodni kanali, cevovodi sa priključcima do zida zgrade, kompenzator na trasi toplovoda, kontrolna okna ili komore sa zatvaračima i kontrolnim aparatima, cisterne tečnog goriva, kanali sa cevima za gorivo od cisterne do toplane-kotlarnice, veza toplovodnog kanala sa kanalizacijom, vazdušni cevovodi na stubovima odnosno uporištima, oznake upozorenja (stubići, kape) na površini zemljišta;

Elektroenergetska mreža: hidroelektrane i termoelektrane, transformatorske stanice, električno postrojenje na otvorenom prostoru, ispravljačke i pretvaračke stanice, agregatne stanice, komandno-kontrolni i dispečarski centri, nadzemni vodovi i stubovi za prenos električne energije visokog i niskog napona, javne rasvete, kontakti vodovi za javni gradski, železnički, rudnički i industrijski saobraćaj, stubovi za nošenje kontaktnih vodova, stubovi

sa linijskim rastavljačima, reflektori i stubovi saobraćajne signalizacije, podzemni vodovi visokog i niskog napona za prenos električne energije, javne rasvete, kablovi za potrebe vuče i regulisanja saobraćaja, kablovska okna, kablovska kanalizacija, kablovi u zaštitnoj cevi, kablovski razvodni ormani, priključni ormani, kablovske spojnice, belege za kabl, rezerva kabla, kablovske glave za prelaz sa podzemne na nadzemnu mrežu, kontroleri, semaforska okna, uzemljenja transformatorskih stanica i drugi objekti i uređaji iste ili slične namene;

Telekomunikaciona mreža: telefonske centrale i podcentrale, kablovska kanalizacija sa oknima i galerijama, armirani kablovi i komunikacioni kablovi sa optičkim vlaknima u rovu, koaksialni kablovi, informatički kablovi, kablovske kućice, pojačivačke kućice i kućišta, gasna kućišta i kućni priključci do zida zgrade, signalno-sigurnosni i tehnički uređaji, javne telefonske govornice, alarmni telefoni, telefoni na taksi stanicama, nadzemne linije sa telefonskim i telegrafskim stubovima, radio relejni, antenski i televizijski stubovi, repetitori, radioantene, predajnici i vodovi kablovske televizije;

Naftovodna mreža: bušotine, sabirni bušotinski vodovi, sabirne stanice, rezervoarski prostori sa tankovima, baklje, protivpožarne, otpremne i pumpne stanice, cevovodi, okna, čistačke stanice, blok-stanice, bočni ventili i zatvarači, elementi katodne zaštite, prolazi ispod i iznad objekta, odušne cevi, stubovi za obeležavanje trase sa stacionažom i oznake upozorenja, stanice i pumpe za snadbevanje gorivom i mazivom;

Gasovodna mreža: bušotine, sabirni, transportni i razvodni vodovi, protivpožarne i kompresorske stanice, okna, blok stanice, čistačke stanice, kondenzacioni lonci, bočni ventili, prolazi ispod i iznad objekata, odušne cevi i odušne kape, zatvarači, račvanja, elementi katodne zaštite, stubovi za obeležavanje stacionaže trase, merno-regulacione stanice, redukcione stanice, mesta promene prečnika cevi i skladišta prirodnog gasa;

Vlasništvo nad podacima ostaje nepromenjeno. RGZ po službenoj dužnosti vodi informacije o prostornim entitetima i dužan je da sprovodi kontrolu i ažuriranje. Korisnici se unapredjuju jer im je omogućen kvalitetniji

pristup podacima i izvršavanje upita nad bazom podataka. Pored toga podaci koji su u vlasništvu pojedinih komunalnih kuća, mogu se povezati sa podacima koje su u vlasništvu RGZ-a ili drugih komunalnih kuća.

Objekti DPKV-a mogu se prikazati uz pomoć sledećih geometrijskih entiteta:

- Tačka (point);
- Polilinja (polyline);
- Poligon (polygon);

Klasom point predstavljaju se sve pojave koje nemaju dužinu ili površinu. Klasom polyline predstavljaju se sve pojave koje imaju dužinu, ali ne i površinu, odnosno sve pojave linijskog karaktera. Klasom polygon predstavljaju se sve pojave koje imaju površinu.

Klasom point prikazuju se sledeći objekti:

Vodovodna mreža: arterski bunar, česma dvorišna, prskalica za navodnjavanje, mesto račvanja, verikalni i horizontalni lom trase cevovoda, zatvarač, vazdušni ventil, vodomer, redukcija voda, hidrant;

Kanalizaciona mreža: taložnik, otvor za ubacivanje snega, ventilacioni otvor, olučnjak, mesto račvanja, verikalni i horizontalni lom trase cevovoda, slivnik, prelivna brana;

Toplovodna mreža: oznake upozorenja, elementi katodne zaštite, odušne cevi, odušne kape, mesto račvanja, verikalni i horizontalni lom trase cevovoda, zatvarač, ventil;

Elektroenergetska mreža: stub za prenos električne energije visokog i niskog napona, javne rasvete, stub za nošenje kontaktnih vodova, stub sa linijskim rastavljačima, reflektor, stub saobraćajne signalizacije, kablovski razvodni orman, priključni orman, kablovska spojnica, belega za kabl, rezerva kabla, kablovska glava za prelaz sa podzemne na nadzemnu mrežu, kontroler, uzemljenje transformatorske stanice, sonda za uzemljenje, mesto račvanja, verikalni i horizontalni lom trase voda, zatvarač, ventil;

Telekomunikaciona mreža: kablovski nastavak, pojačavačka kućica, podzemno pojačavačko kućište, prelaz sa kablovske na vazdušnu mrežu, TT stubić za obeležavanje trase, kablovski razdelnik, radio, relejni, antenski i televizijski stub, podzemno gasno kućište, mesto račvanja, verikalni i horizontalni lom trase voda, telefon na taksi stanicama, alarmni telefon, javna telefonska govornica;

Naftovodna mreža: mesto račvanja, verikalni i horizontalni lom trase voda, baklja, odušna cev, katodna zaštita, stub za obeležavanje trase, oznaka upozorenja, pumpa za snadbavanje gorivom i mazivom;

Gasovodna mreža: kondenzni lonac, odušna cev, odušna kapa, stub za obeležavanje trase sa stacionažom, oznake upozorenja, element katodne zaštite, mesto račvanja, verikalni i horizontalni lom trase cevovoda;

Klasom point ili polygon prikazuju se sledeći objekti:

Vodovodna mreža: cevasti bunar, javna česma, fontana, vodovodno okno (sa vazdušnim ventilom, regulatorom pritiska, zatvaračem);

Kanalizaciona mreža: kontrolno okno drenažne mreže, reviziono okno sa ili bez kaskade;

Toplovodna mreža: kontrolna okna ili komore sa zatvaračima i kontrolnim aparatima, lira – kompenzator na trasi toplovoda, toplovodne stanice i podstanice;

Elektroenergetska mreža: kablovska i semaforska okna, transformatorske stanice;

Telekomunikaciona mreža: okno kablovska kućica;

Naftovodna mreža: protivpožarna stanica, blok stanica, bušotina, okno sa bočnim ventilom ili zatvaračem;

Gasovodna mreža: protivpožarna stanica, blok stanica, redukciona stanica, okno sa bočnim ventilom ili zatvaračem;

Klasom polyline prikazuju se sledeći objekti:

Vodovodna mreža: priključak, ispust;

Kanalizaciona mreža: kontrolno priključak, ulični odvodnik, prelivna brana;

Toplovodna mreža: priključak;

Elektroenergetska mreža: kablovski nadzemni vodovi za prenos električne energije visokog i niskog napona, javne rasvete, kontaktni vodovi za javni gradski, železnički, rudnički i industrijski saobraćaj, podzemni kablovi visokog i niskog napona za prenos električne energije, javne rasvete, kablovi za potrebe vuče i regulisanja saobraćaja, kablovi u zaštitnoj cevi;

Telekomunikaciona mreža: armirani kabl, komunikacioni kabl sa optičkim vlaknima, koaksijalni kabl, informatički kabl, kabl kabovske televizije, kabl interne televizije, vod u zaštitnoj cevi;

Naftovodna mreža: priključak, kanal snimljen jednom linijom;

Gasovodna mreža: priključak, kanal snimljen jednom linijom, vod u zaštitnoj cevi;

Klasom polyline ili polygon prikazuju se sledeći objekti:

Vodovodna mreža: cevovod, blindirana cev, vod u zaštitnoj cevi, prolaz cevovoda ispod objekta, vodovodni tunel, kanal;

Kanalizaciona mreža: otvoreni kanal, zatvoreni kanal, cev, kanalizacioni kolektor, interceptor, vod u zaštitnoj cevi;

Toplovodna mreža: cevovod, toplovodni kanal, kanal sa cevima za gorivo od cisterne do toplane – kotlarnice, drenaža – veza toplovodnog kanala sa kanalizacijom, prolaz cevovoda ispod objekta, prolaz cevovoda iznad objekta;

Elektroenergetska mreža: kablovska kanalizacija;

Telekomunikaciona mreža: kablovska kanalizacija;

Naftovodna mreža: cevovod, sabirni bušotinski vod, prolaz voda ispod i iznad objekta;

Gasovodna mreža: cevovod, cevovod kompresije vazduha, pepelovod, prolaz voda ispod i iznad objekta, sabirni bušotinski vod, razvodni vod, transportni vod;

Klasom polygon prikazuju se sledeći objekti:

Vodovodna mreža: reni bunar, rezervoar, vodotoranj, pogon za preradu vode, kontrolno – merno mesto, rasteretna komora, crpna stanica, cisterna kao stalni objekat, filterska instalacija, kaptaza, kontrolna komora, taložnik;

Kanalizaciona mreža: natkriveni prirodni vodotok, ulični otvoreni odvodni kanal, komora sa ustavom, crpna stanica, postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda, istovarište otpadnih voda, septička jama, galerija, uliv, retenzija;

Toplovodna mreža: toplana, kotlarnica;

Elektroenergetska mreža: hidroelektrana, termoelektrana, električno postrojenje na otvorenom prostoru, ispravljačka ili pretvaračka stanica, agregatna stanica, komandno – kontrolni centar, dispečarski centar, kablovska galerija;

Telekomunikaciona mreža: telefonska centrala, analogna telefonska centrala, digitalna telefonska centrala, kablovska galerija;

Naftovodna mreža: sabirna stanica, otpremna stanica, pumpna stanica, čistačka stanica, rezervoar, stanice za snadbavanje gorivom i mazivom;

Gasovodna mreža: kompresorska stanica, čistačka stanica, merno – regulaciona stanica, bušotina rezervoar;

#### **6.1.4 Pomoćni sadržaj**

Kada je reč o upotrebi GIS-a, svakako de se ne može zaobići i korišćenje tipova podataka u rasterskom formatu. U tu svrhu se često koriste skenirane geografske karte i geodetski planovi svih razmera, satelitskih i fotogrametrijskih snimaka i svih ostalih rasterskih formata koji se mogu georeferencirati. Prednost ovakvih tipova podataka ogleda se u mogućnosti korišćenja ažurnih podloga. Planeri, urbanisti, ekolozi, biolozi, kao i sve struke koje koriste informacije koje su vezane za geometrijske entitete pokazuju veliko interesovanje za praćenje prostornih promena u nekom vremenskom intervalu. Neki od primera su praćenje izgradnje objekata u gradu u odnosu na komunalnu infrastrukturu, praćenje brzine izgradnje, posmatranje promena na vegetaciji u različitim godišnjim dobima... Ekspanziji u korišćenju satelitskih snimaka doprinela je i relativno niska cena u odnosu na ostale metode prikupljanja prostornih podataka, veličina oblasti

snimanja, brzina dobijanja obradjenog satelitskog snimka i zadovoljavajuć kvalitet. Kvaliteti satelitskih snimaka ogledaju se u rezoluciji koja zavisi od senzora koji vrše snimanje. Rezolucija snimka obrnuto je proporcionalna ceni. Kvalitet snimanja može iznositi i do 60cm. Snimci rezolucije od 30 metara mogu se besplatno naći na internetu. Ukoliko se ukaže potreba za većim kvalitetom snimka, fotogrametrijski snimci se mogu izraditi sa rezolucijom od 15cm.

Značaj ažurnog satelitskog snimka katastarske opštine kod administracije podacima komunalnih informacionih sistema koristan je u slučaju analize naselja i priključaka. Na ovaj način lako se mogu prikupiti informacije o bespravnim priključenjima na mrežu komunalnih instalacija.

Pored rasterskih podataka često se ukazuje potreba i za visinsku predstavu terena. Ovakve informacije mogu se koristiti kod planiranja drenažnih sistema. Na osnovu digitalnih modela terena (DMT) i namene površina (asfaltne, travnate površine pod objektima) može se izvršiti simulacija odvoda padavina. DMT pružaju značajne informacije kod projektovanja releja, repetitora i sl. DMT može se kombinovati sa rasterom radi bolje vizualizacije.

## 6.2 Kompjuterski serveri

Kompjuterski serveri predstavljaju kompjuterske sisteme koji obezbeđuju suštinske servise na kompjuterskoj mreži do korisnika velikih organizacija ili drugih korisnika na internetu.

Za njih je neophodno obezbediti stabilno napajanje, dobar internet pristup, poboljšanu bezbednost. Dobra je praksa uskladištiti ih u specijalnim klimatizovanim prostorijama bez nepotrebnih potrošača u koje spadaju i monitori. Pristup serverima se vrši preko spoljnih udaljenih računara koji su takodje u mreži, preko ssh mrežnog protokola za daljinsku administraciju sistema.

Najčešće uloge servera su:



- aplikacioni serveri – posvećeni pokretanju širokog spektra softverskih aplikacija;
- komunikacioni serveri – posvećeni komunikacionim mrežama;
- zvučni, video i serveri slika – za emitovanje i puštanje multimedijalnih sadržaja;
- serveri za administraciju imena (DNS serveri);
- serveri datoteka;
- serveri igara;
- proxy serveri;
- serveri baza podataka;
- serveri štampanja, skeniranja;
- web serveri;
- katalog serveri – centralna tačka pretrage informacija na distribuiranoj mreži;

Što se tiče hardvera, radi se često o moćnim kompjuterima, sa jakim procesorima, dobrim unutrašnjim hladjenjem, sa velikim kapacitetima za skladištenje podataka. Detaljnja specifikacija hardvera geoservisa data je u prilogu.

### **6.3 Operativni sistemi**

Sistemske softveri kao što su operativni sistemi čine okvir i temelj su stabilnosti ne samo sistema, već i servisa pokrenutih u cilju klijenata korisnika. Njihova uloga je da budu domaćini aplikacijama koje klijenti koriste. Njihova svrha je da upravljaju hardverskim resursima preko

sistemskih zahteva. Dok danas Microsoft Windows pokriva oko 90% klijentskog PC tržišta, generalno na serverima su uglavnom koriste Unix-like sistemi kao što su Unix, FreeBSD, Debian, Gentoo, Fedora, Mandriva, Slackware i drugi.

Operativni sistem geoservis-a je Gentoo distribucija Linux-a.

Gentoo je vrsta pingvina, simbola OS Linux, dok je kao kompjuterski operativni sistem izgradjen na Linux kernelu i Portage package management sistemu za upravljanje paketa. Distribuirana se slobodno i spada u open source softvere. Za razliku od ostalih distribucija, administrator sam prevodi izvorni kod prilagođavajući ga sopstvenim potrebama i performansama raspoloživog hardvera. Glavni nedostatak je što instalacija sistema traje duže, ali su sve biblioteke i programi optimizovani za kompjuter na kome se izvršavaju, postoji bolja kontrola svega što se instalira i na kraju krajeva vreme izvršenja je kraće. Zahvaljujući portage sistemu, Gentoo je idealan i siguran serverski operativni sistem, radna stanica, platforma za razvoj. Može se koristiti i kao operativni sistem na mikrokompjuterima [36]. Verzija kernela na geoservisu je 2.6.27.

## 6.4 WEB Server

Kako se za distribuiranje GIS podataka sa servera do klijenta koristi http platforma, neophodan je web server. Pored samog operativnog sistema, pouzdanost i stabilnost web servera je ključna, budući da je njegova uloga da prima zahteve od korisnika i da vraća odgovore. Web server je pristupna tačka do servisa koje server obavlja i jedan od kompjuterskih programa koji je najčešće izložen napadima. Dobro konfigurisan web server mora uspešno odolevati napadima i virusima, ali i prihvatati zahteve i vraćati odgovore do klijenata kojima je i namenjen. Web server geoservisa je nginx.

Iako Apache web server, zauzima oko polovinu tržišta, dok nginx svega 10%, nginx je po svim performansama u klasi najstabilnijih i najbržih web servera [42]. Prva verzija izašla je 2002. godine i za kratko vreme zauzela

10% tržišta. Koristi vrlo male kompjuterske resurse i što je najvažnije, nginx je open source.

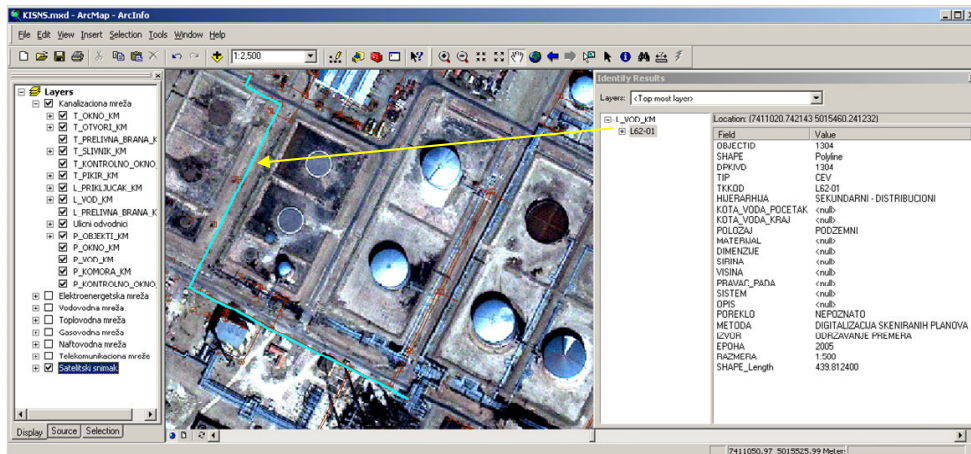
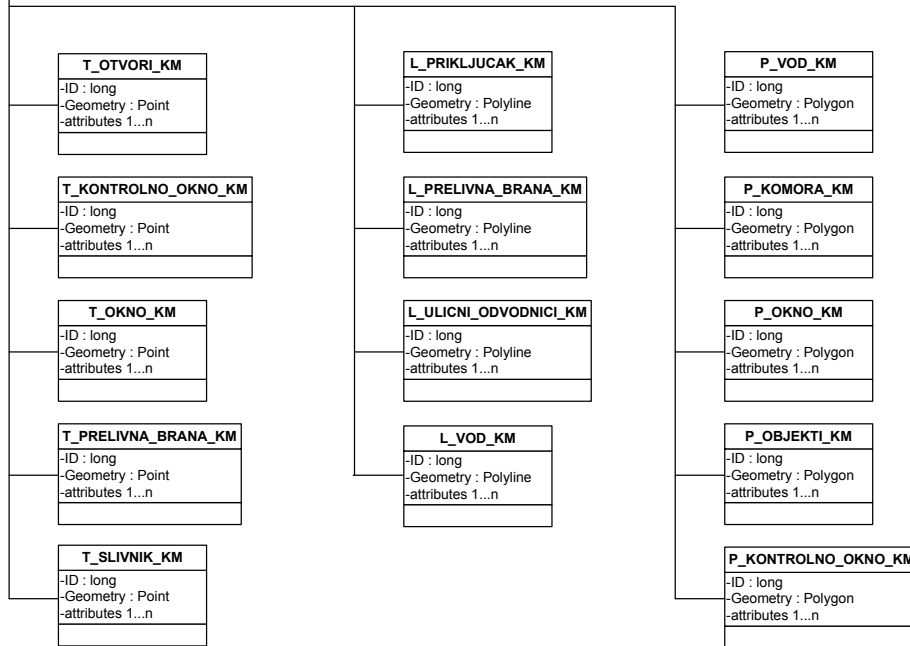
## 6.5 MapServer

MapServer je server prostornih podataka, pisan u programskom jeziku C, koji služi za dinamičko generisanje mapa i davanja informaciju o sadržaju mapa. MapServer je razvijen na Univerzitetu u Minesoti u okviru ForNet projekta u saradnji sa NASA i odelenjem za upravljanje prirodnim resursima Minnesota. MapServer ima mogućnost rada sa brojnim rasterskim i vektorskim formatima i može se podići na različitim operativnim sistemima uključujući Windows, Linux, Mac... Ima podršku za script jezike i pogodan je za podešavanje prema korisničkim zahtevima. Koristeći moćan algoritam za reprojekciju u letu, ima mogućnost kombinovanja podataka iz različitih koordinatnih sistema. Trenutno, MapServer je najbrži dinamički GIS server. Na geoservisima je podignut MapServer, verzija 5.2.1. Trenutna verzija MapServer-a je 5.6.3 i u toku je migracija sistema na najnoviju verziju. Kao primer implementacije OGC servisa, podignuti su sledeći servisi za grad Novi Sad:

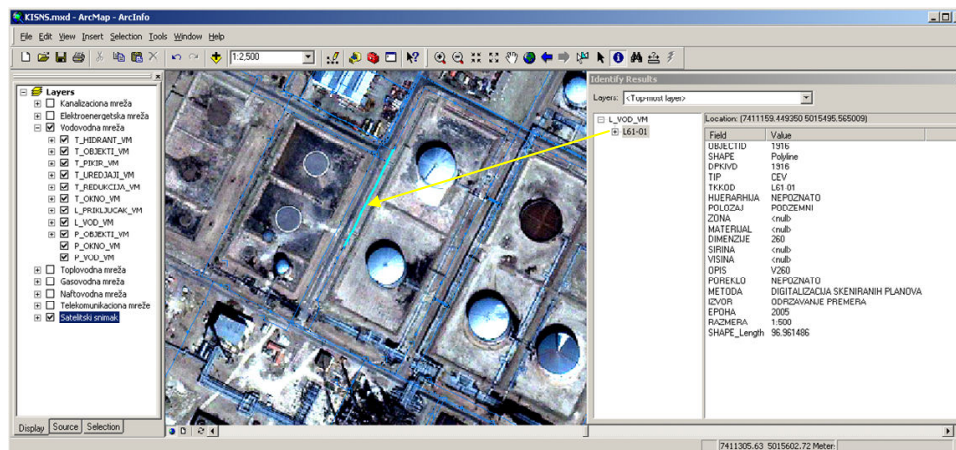
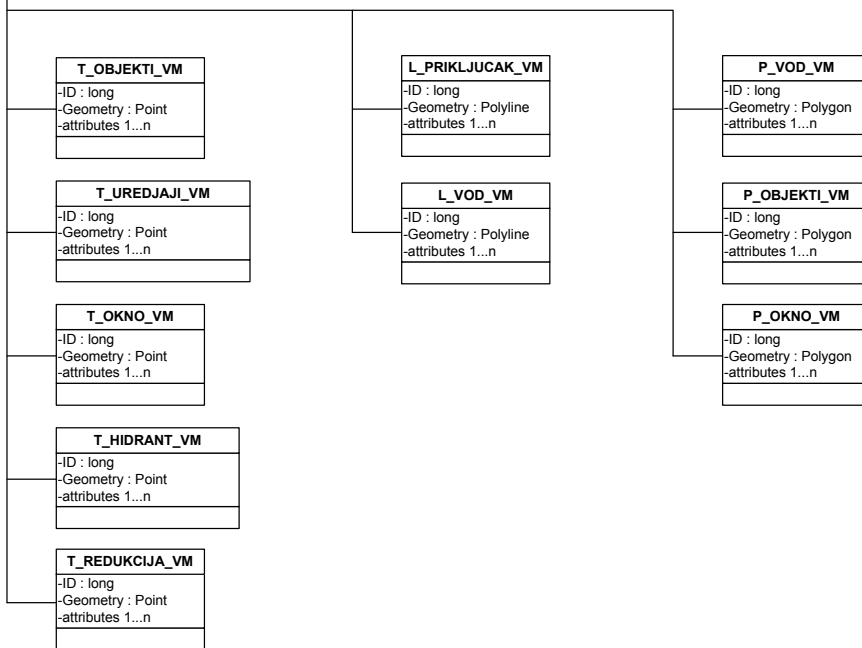
Naziv servisa	URL adresa
Toplovod	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSToplana.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSToplana.map</a>
Vodovod	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSVodovod.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSVodovod.map</a>
Kanalizacija	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSKanalizacija.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSKanalizacija.map</a>
Naftovod	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSNaftovod.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSNaftovod.map</a>
Telekomunikacije	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSTelekomunikacije.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSTelekomunikacije.map</a>
Elektroenergetika	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSElektroenergetika.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSElektroenergetika.map</a>
Gasovod	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSGasovod.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NSGasovod.map</a>
Ortofoto plan	<a href="http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NoviSad.map">http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?map=NoviSad.map</a>

UML modeli [8] podataka za korišćene servise dati su na sledećim dijagramima.

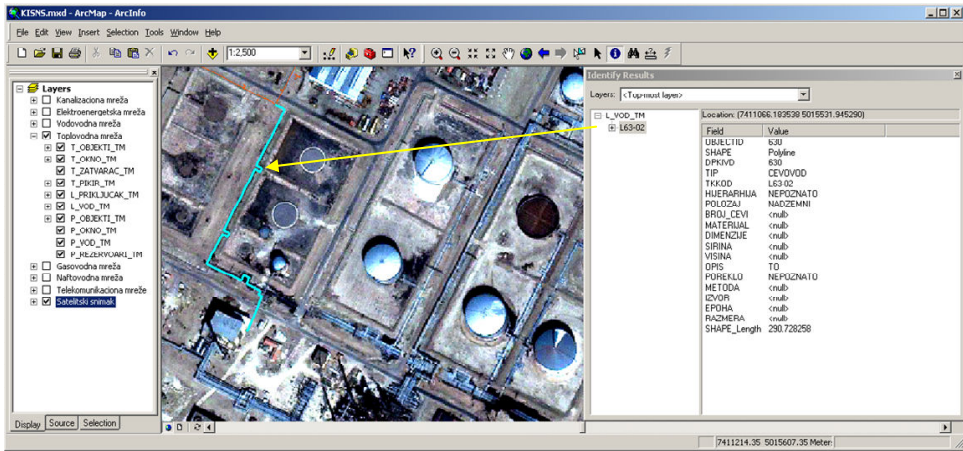
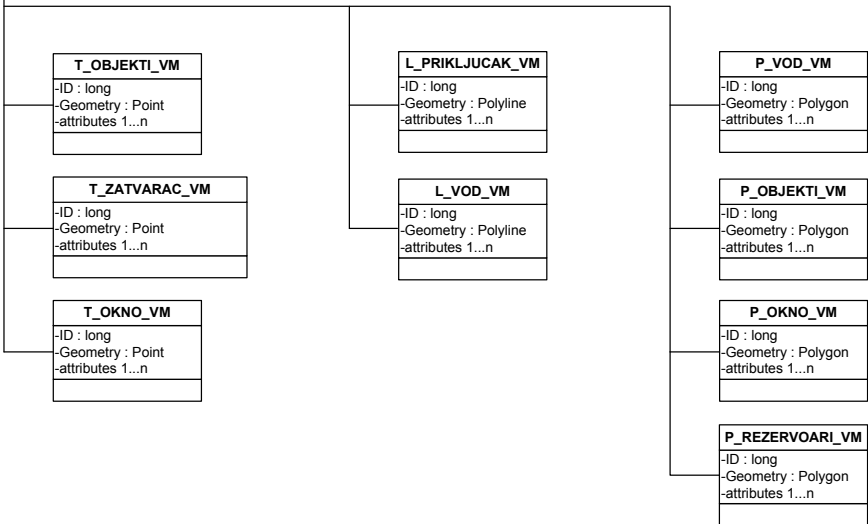
# KANALIZACIONA MREŽA



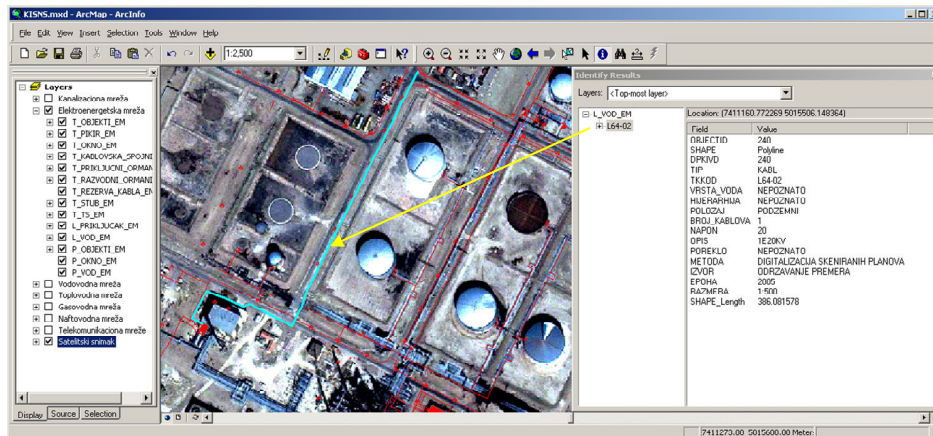
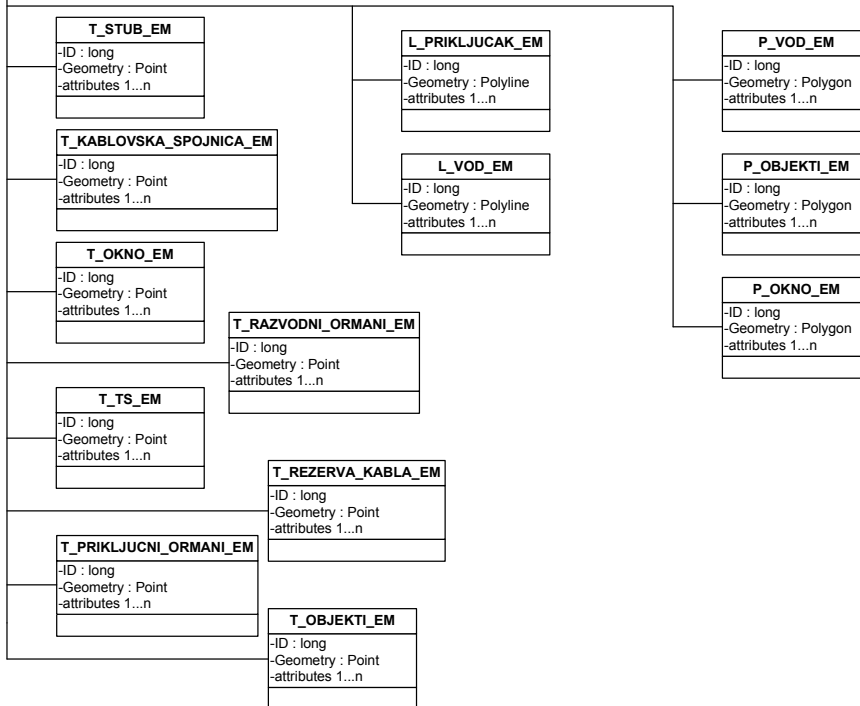
## VODOVODNA MREŽA



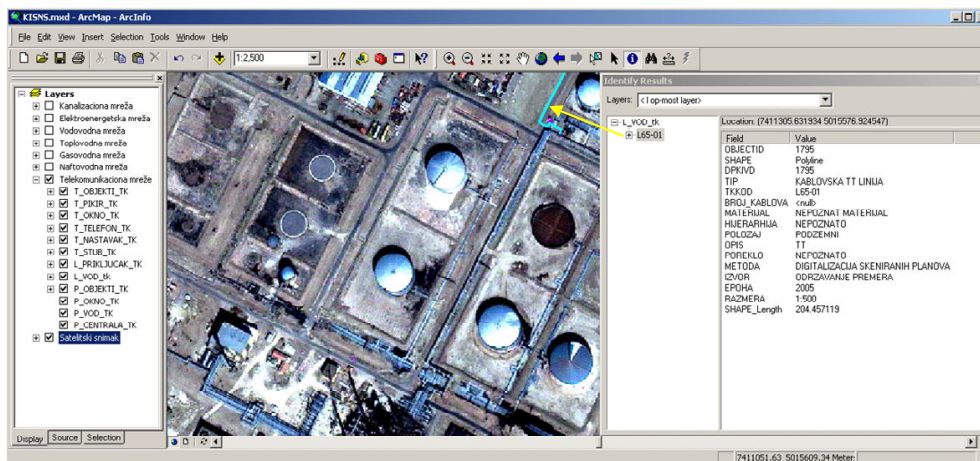
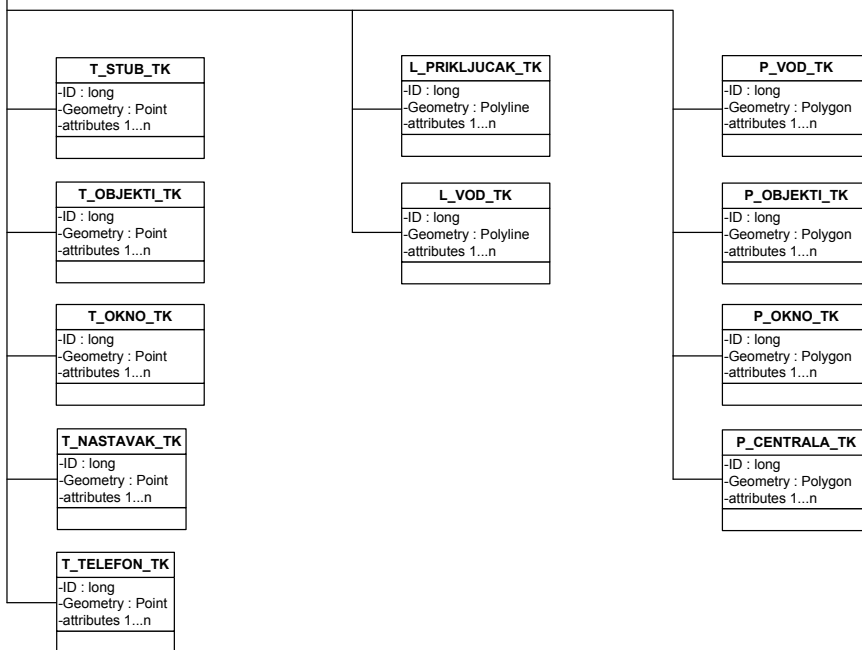
# TOPLOVODNA MREŽA



# ELEKTROENERGETSKA MREŽA

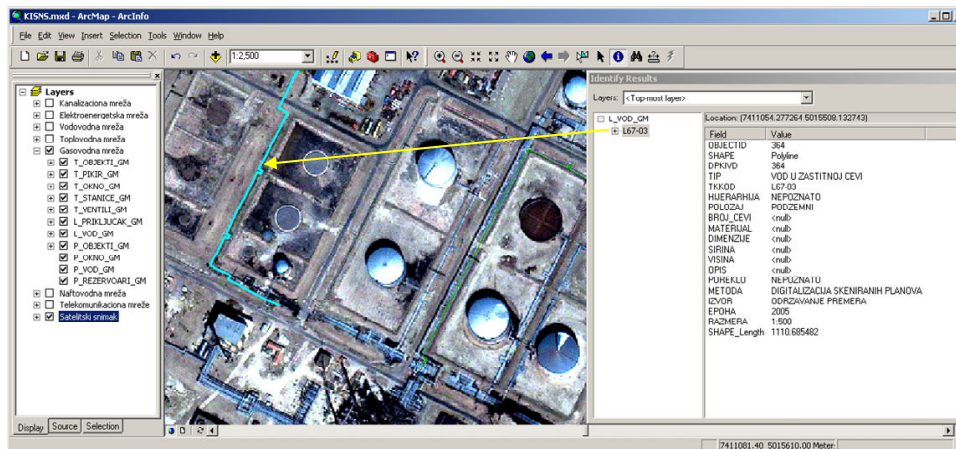
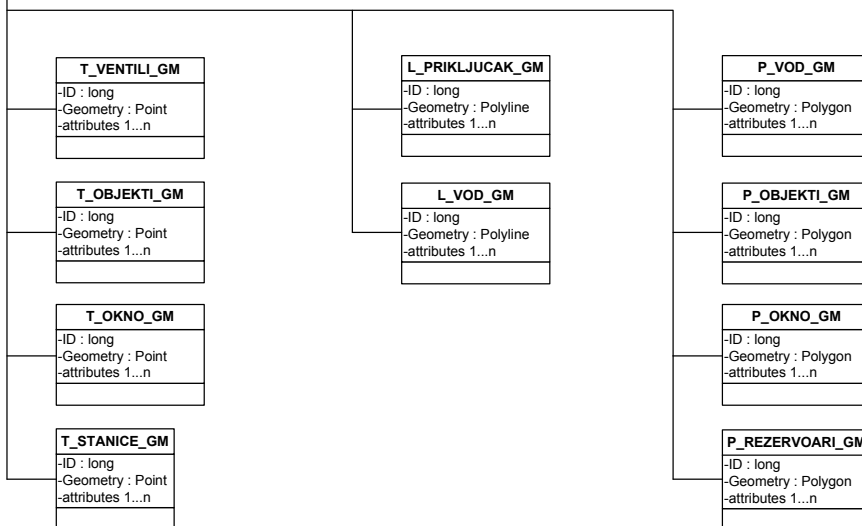


## TELEKOMUNIKACIONA MREŽA

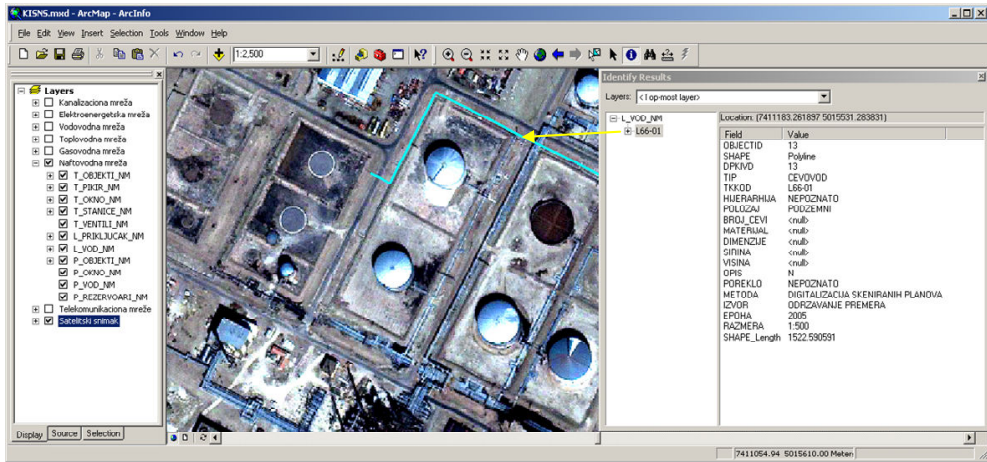
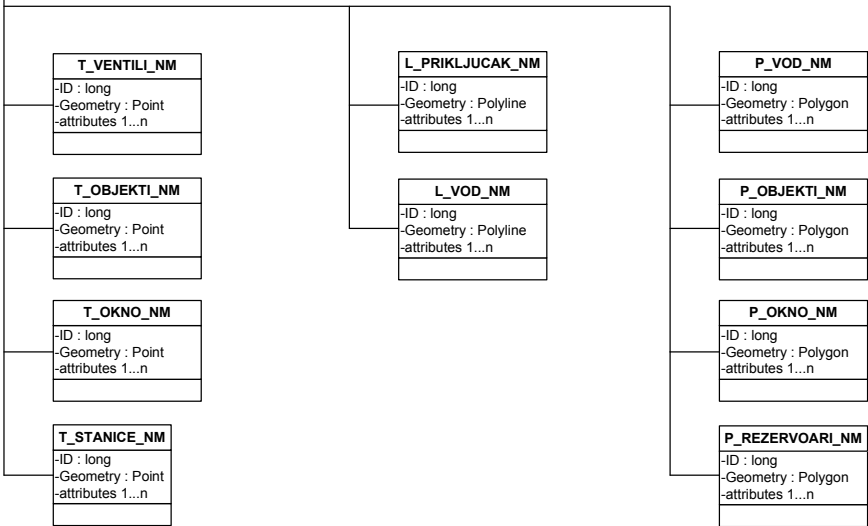




## GASOVODNA MREŽA



# NAFTOVODNA MREŽA



## 6.6 Baze podataka

SUBP gde su smešteni komunalni podaci Novog Sada je PostgreSQL. Za svaku komunalnu celinu kreirana je posebna baza podataka po modelu RGZ-a. PostgreSQL je objektno-relacioni sistem za upravljanje bazama podataka, baziran na POSTGRES verziji 4.21, razvijenog na Univerzitetu Kalifornija u odeljenju za računarske nauke Berkli [56].

POSTGRES je bio pionir u nekim konceptima koje su postale dostupne u komercijalnim bazama tek dosta kasnije. PostgreSQL je open-source izdanak originalnog berklijevog koda. Podržava veliki deo SQL standarda i obezbedjuje mnoge savremene karakteristike:

- kompleksne upite;
- strane ključeve (foreign keys);
- trigere;
- preglede (views);
- transakcioni integritet;

PostgreSQL može biti slobodno korišćen, modifikovan i distribuiran od strane svakog korisnika za bilo kakvu upotrebu, bila ona privatna, komercijalna ili akademska.

PostGIS je slobodan program otvorenog koda koji daje podršku PostSQL-u za prostorne objekte. PostGIS prati specifikaciju Simple Features za SQL specifikaciju OGC-a.

## 6.7 Pristup servisima

Pristup komunalnim servisima generalno se može podeliti u nekoliko kategorija u zavisnosti od stepena složenosti klijentske aplikacije. Zajedničko

za sve klijentske aplikacije koje pristupaju ovim servisima je to da je neophodan pristup internetu.

### 6.7.1 Laki klijenti

Najjednostavniji pristup komunalnim servisima jeste preko web-browsera. Jedino što je potrebno da bi se servisima pristupilo jeste računar sa pristupom internetu, web-browser (Internet Explorer, Firefox, Chrome...) i URL adresa (<http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/test/KomunalniServisi.html>) slika 21.

Ovakav vid pristupa daje mogućnost razgledanja mape, štampanje i slično. Mapa se sastoji od bazne mape (ortofoto, GoogleEarth, VirtualEarth ili državna karta) i slojeva komunalnih instalacija.

Da bi se omogućilo kombinovanje sopstvenih servisa sa mapama komercijalnih provajdera kao što su Google Maps, OpenStreetMap, Microsoft Virtual Earth, Yahoo Maps i ostali, neophodno je osvrnuti se na Sfernu Merkatorovu projekciju. Brojni provajderi koriste ovu projekciju za prikaz mapa. Ovaj termin se odnosi na činjenicu da ti provideri koriste Mercatorovu projekciju koja tretira Zemlju kao sferu sa poluprečnikom jednakim velikoj poluosi WGS84 elipsoida. To utiče na brzinu mapiranja, ali i na deformacije.

U cilju preklapanja slojeva OGC servisa, neophodno je dodati mogućnost ovim slojevima za mapiranje u Sfernoj Merkatorovoj projekciji. Ova projekcija ima svoj EPSG kod, i njegova vrednost je EPSG:900913. Prostorna referenca u proj4 formatu data je sledećom rečenicom:

```
+proj=merc +a=6378137 +b=6378137 +lat_ts=0.0 +lon_0=0.0 +x_0=0.0 \
+y_0=0 +k=1.0 +units=m +nadgrids=@null +no_defs
```

Sve što je potrebno za uspešan preklap slojeva sa mapama navedenih provajdera jeste dodavanje ove prostorne reference u datoteku koju čita MapServer radi reprojekcije. Pored toga potrebno je omogućiti podacima koji se preklapaju sa mapama komercijalnih provajdera da koriste ovaj koordinatni sistem.

## 6.7.2 GoogleEarth

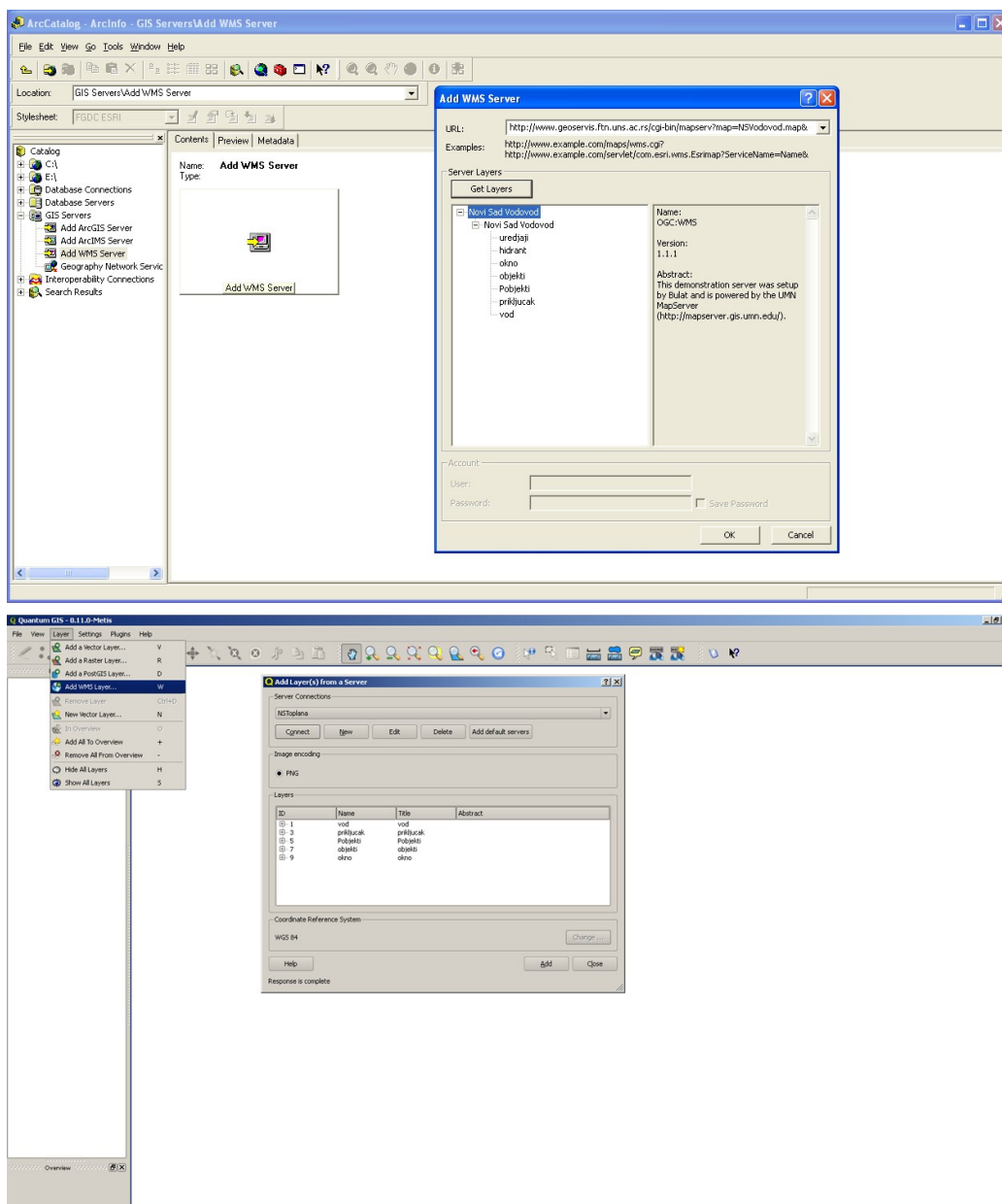
Jedan od popularnijih softvera za razgledanje satelitskih snimaka i drugih prostornih informacija koji implementira OGC WMS servis jeste GoogleEarth. Najjednostavniji način za pristup komunalnim servisima jeste enkapsulacija URL adresa unutar kml datoteke. KML datoteka od verzije 2.2 je usvojena kao jedan od OGC standarda [49].

Primer implementacije komunalnih servisa Novog Sada unutar kml datoteke: `http://www.geoservis.ftn.uns.ac.rs/test/KomunalniServisi.kml`

## 6.7.3 Klijenti sa potpunom funkcionalnošću

Desktop GIS sistemi kao što su ArcGIS, MapInfo, AutoCAD od komercijalnih ili QGIS od otvorenih rešenja, spadaju u kategoriju popularnijih rešenja kada je reč o sistemima za upravljanje prostornim informacijama. Mogućnost direktnog čitanja velikog broja rasterskih i vektorskih formata u kombinaciji sa brojnim funkcijama i alatima čine ova rešenja primenjivim u brojnim oblastima kao što su katastar, prostorno planiranje, poljoprivreda i slično. Skoro svi popularni komercijalni i otvoreni sistemi imaju mogućnost dodavanja i OGC WMS i WFS servisa potpuno transparentno kao da je reč o podacima sa lokalnog računara. Budući da WMS server generiše odgovor u vidu mape male veličine, često se stiče utisak čak i pri relativno malim brzinama konekcije ka internetu da se podaci učitavaju brže od rasterskih ortofoto planova sa lokalnog računara. Korišćenje podataka sa udaljenih servera uz mogućnost dodavanja podataka iz sopstvenih resursa, daje široke mogućnosti od kreiranja novih planova i karata sve do analize i podrške pri donošenju odluka.

Povezivanje ESRI ArcGIS [20] i QGIS Desktop klijent sistema sa WMS serverom prikazano je na slici.



Slika 38: ArcGIS Deskotop i QGIS klijent

## 6.8 Diskusija rezultata

Najveći broj opština u svetu i kod nas implementira komercijalne tehnologije kao osnovnu platformu za razvoj distribuiranih GIS sistema i pored toga što

postoje i alternativna rešenja. Otvara se pitanje da li implementirati komercijalna ili otvorena rešenja? Oba rešenja implementiraju OGC standarde, imaju svoje razloge "za" i "protiv", oba imaju za cilj snadbevanje klijenata prostornim podacima. Ne ulazeći u klijentski deo koji je jedan od aduta komercijalnih rešenja, kada je reč o distribuiranim informacionim sistemima, korisno je napraviti bar jedno poredjenje.

Prednosti komercijalnih rešenja:

- kraće vreme za implementaciju;
- bolja podrška;
- popularnost u odnosu na "open source" filozofiju;

Nedostaci komercijalnog rešenja:

- brzina;
- windows platforma;
- stabilnost;
- izvorni kod nije dostupan;
- cena;

Komunalne službe moraju imati u vidu prednosti i nedostatke oba tipa rešenja. Potrebno je realno sagledati sopstvene kapacitete i potrebe i doneti odluku koja od ova dva rešenja su bolja u datim okolnostima.

## 7 Zaključak

Projektovanju komunikacija između službi u gradovima može se pristupiti na više načina, ali je optimalno kreirati takav složen sistem gde će podaci biti nezavisni od sistema koji ih koristi. Ovo podrazumeva uvođenje odgovarajuće konvencije, odnosno donošenje odgovarajućeg standarda o formatu podataka. Kada je reč o prostornim podacima OGC web servisi propisuju ovakve standarde i otvoreni su za implementaciju. Sve više softverskih klijenata ima podršku za korišćenje ovakvih usluga i pored osnovnih mogućnosti koje ovi servisi pružaju, moguća je i nadogradnja kako bi se odgovorilo na neke specifične zahteve klijenata. Dogovorom više poslovnih jedinica koje po svojoj prirodi posla međusobno komuniciraju i razmenjuju prostorne podatke može se izgraditi jedan složen sistem baziran na OGC web servisima. Ovakav sistem je pre svega moderan, uređen i orijentisan je ka potrebama klijenata. Razmenom podataka između jednog prostornog servera i nekoliko klijenata već se ostvaruju neke prednosti klijent – server arhitekture, a šta se tek dešava razmenom podataka između sa jedne strane više prostornih servera a sa druge strane hiljade klijenata? Budući da korisnici ovih informacija mogu da ih koriste u radu uz saznanje da rade sa ažurnim informacijama koje su im uvek dostupne, ostvaruje se ukupan progres celog složenog sistema koji na ovakav način unapređuje usluge koje pruža krajnjim korisnicima odnosno građanima.

U okviru ovog rada dat je pogled sa akcentom na komunalne službe gradova, ali je model primenjiv i u svim ostalim složenim sistemima unutar kojih se razmenjuju prostorni podaci, bilo da su to kompanije ili sektori unutar jedne kompanije.

Još jedna velika prednost kada je reč o distribuiranim sistemima je ta što se klijenti snabevaju informacijama kao što su satelitski snimci visoke rezolucije ili rasterskim mapama koji u zavisnosti od rezolucije i veličine oblasti koju prikazuju u svom izvornom obliku mogu da budu veličine i po više GB. Čak i moćni Desktop računari sa softverima koji su optimizovani za



rad sa velikim rasterima imaju poteškoće kod učitavanja ovakvih podataka. Tu nastupaju prostorni serveri čija je uloga da generišu mape po zahtevu klijenata za određenu oblast i u određenoj razmeri u formatu pogodnim za slanje preko web-a.

Sve popularnije elektronsko poslovanje sada je moguće primeniti i u domenu prostornih podataka. Uvodjenjem elektronskog poslovanja u distribuciju prostornih podataka ostvaruju se brojne prednosti počev od povećanja efikasnosti pa do smanjenog broja angažovanja ljudskih resursa i skraćanja vremena isporuke podataka klijentima. Klijent ne dobija podatke u formatu koji zahteva određenu transformaciju, formatiranje i obradu, već ih odmah može koristiti.

Jedna sjajna ideja kao što su OGC web servisi sada otvara mnoga pitanja vezana za njihovu primenu. Potrebno je uložiti vreme za prezentovanje ove tehnologije u gradovima ili drugim sredinama koje razmenjuju prostorne podatke, upoznati menadžment koji donosi odluke sa benefitima i već sa prvim implementacijama kao domino efekat će brojni gradovi iskazati potrebu za uvođenjem ovakve tehnologije. Verujem da će rezultati biti impresivni i da će se posle kratkog vremena ostvariti progres kakav malo ko može da zamisli.

Kako je navedeno u diskusiji rezultata, razvoj distribuiranih GIS sistema može se zasnivati i na rešenjima otvorenog koda. Ovakva rešenja su robusna i kvalitetna i za sisteme kao što su komunalne službe koje imaju razvojne jedinice, svakako predstavljaju bolje rešenje. Sve komunalne službe mogu formirati i jednu zajedničku razvojnu jedinicu koja će preuzeti obaveze razvoja i održavanja celokupnog GIS sistema na nivou grada ili opštine.

Smernice daljih istraživanja odnose sa na praćenje razvoja novih verzija standarda i razvoj alata koji implementiraju OGC WFS-T protokole. Budući da MapServer implementira WMS 1.1.1 i osnovni WFS 1.0.0 standard, potrebno je usmeriti istraživanja na prošireni WFS-T koji omogućuje transakcije, odnosno ažuriranje prostornih podataka.

Sredinom 2010. godine razvijen je TinyOWS WFS-T server visokih

performansi. WFS servis, a samim tim i GML postali su široko dostupni u SDI arhitekturi. WFS-T daje mogućnost ažuriranja objekata skladištenih na serveru kroz standardni web interfejs. Razmena velike količine podataka predstavlja jedan od najvećih problema i potrebno je obezbediti zavidan kvalitet usluga GIS aplikacija zasnovanih na webu poštujući dva osnovna zahteva: visoke performanse i uskladjenost sa standardima.

TinyOWS se podiže paralelno sa MapServerom kao fast-CGI aplikacija, pristupa podacima skladištenim u PostgreSQL DBMS i može unaprediti opisani sistem svojstvom ažuriranja. Ovakav sistem ažuriranja daje alternativu ažuriranja prostornih podataka na serveru koristeći OGC standarde i svakako predstavlja velik doprinos na polju distribucije geopodataka.

## 8 Literatura

- [1] Pilar Garcia Almirall. The socio-economic impact of the spatial data infrastructure of catalonia. Technical report, Joint Research Centre, 2008.
- [2] Alessandro Annoni. Lessons learnt from italian nsdi. Technical report, Infrastructure for Spatial Information in Europe, 2004.
- [3] Autodesk. *ACAD Reference Guide*, 2009.
- [4] P. Becker. *GIS Development guide*. National center for Geographic Information and Analysis, New York, 1996.
- [5] J. Begović and D. Smiljković. *Katastar zemljišta i podzemnih vodova*. Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [6] P. Benka and V. Bulatović. Distribucija gis podataka putem wms servera za potrebe melioracija. In *Savetovanje o melioracijama*, 2008.
- [7] D. Blagojević. *Satelitska Geodezija*. Naučna knjiga, Beograd, 1994.
- [8] G. Booch, J. Rumbaugh, and J. Jacobson. *UML vodič za korisnike*. ZET Biblioteka, Beograd, 2000.
- [9] M. A. Brovelli, M. Cannata, and U. M. Longoni. Managing and processing lidar data within grass. In *Open source GIS - GRASS users conference 2002*, 2002.
- [10] V. Bulatović. Distribuiranje prostornih informacija. *Geodetska služba*, 36(105):13–20, 2007.
- [11] V. Bulatović. Razvoj prostornih informacionih sistema. Master's thesis, FON, Beograd, 2007.

- [12] V. Bulatović, T. Ninkov, and Z. Sušić. Open geospatial consortium web services in complex distribution systems. *Geodetski list*, 64(1):13–29, 2010.
- [13] ESRI Support Center. What is raster data? [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=What\\_is\\_raster\\_data%3F](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=What_is_raster_data%3F). Online; accessed 28-July-2010.
- [14] N. Chrisman. *What does GIS mean?* Wiley-Blackwell, 1999.
- [15] City and Country of San Francisco. <http://gispub02.sfgov.org/>. Online; accessed 18-July-2010.
- [16] J. Coppock and D. Rhind. *The History of GIS*. Longman Scientific & Technical, Harlow, 1991.
- [17] T. Erl. *Service-Oriented Architecture - Concepts, Technology, and Design*. Prentice-Hall, 2005.
- [18] ESRI. Esri shapefile technical description. <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>. Online; accessed 29-July-2010.
- [19] ESRI. Geospatial service-oriented architecture (soa). Technical report, ESRI, 2007.
- [20] ESRI. *ArcGIS Desktop Reference Guide*, 2009.
- [21] T. Foresman. *The History of GIS*. Prentice Hall- Gale, 1997.
- [22] Open Source Geospatial Foundation. <http://trac.osgeo.org/proj/>. Online; accessed 29-July-2010.
- [23] Open Source Geospatial Foundation. <http://www.gdal.org/>. Online; accessed 29-July-2010.
- [24] Open Source Geospatial Foundation. <http://www.gdal.org/ogr/>. Online; accessed 29-July-2010.

- [25] The Open Source Geospatial Foundation. Gis concepts. [http://grass.osgeo.org/wiki/Gis\\_Concepts](http://grass.osgeo.org/wiki/Gis_Concepts). Online; accessed 28-July-2010.
- [26] Carlos A. Furuti. Map projections. <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/Dither/CartIntro/cartIntro.html>. Online; accessed 28-July-2010.
- [27] Bernhard Hoffman-Wellenhof and Helmut Moritz. *Physical Geodesy*. Institute fur Navigation and Satellitengeodasie, Tehnische Universitat Graz, 2005.
- [28] INSPIRE. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>. Online; accessed 31-July-2010.
- [29] Katedra za automatiku i upravljanje sistemima. [http://ccd.uns.ac.rs/aus/drus/drus\\_doc/geomatika/D02%20Distribuirani%20sistemi.pdf](http://ccd.uns.ac.rs/aus/drus/drus_doc/geomatika/D02%20Distribuirani%20sistemi.pdf). Online; accessed 31-July-2010.
- [30] D. Krafzig, K. Banke, and D. Slama. *Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices*. Prentice-Hall, 2005.
- [31] GIS Kragujevac. <http://gis.kragujevac.org.rs/>. Online; accessed 3-July-2010.
- [32] K. Kraus and N. Pfeifer. Advanced dtm generation from lidar data. Technical report, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna, 1975.
- [33] J. Kurose and K. Ross. *Umrežavanje računara*. ZET Biblioteka, Beograd, 2005.
- [34] Leica Geosystem GIS and Mapping. *ERDAS Field Guide*, 2007.
- [35] Leica Geosystem GIS and Mapping. *ERDAS IMAGINE Field Guide*, 2007.

- [36] Gentoo Linux. <http://www.gentoo.org/doc/en/list.xml>. Online; accessed 30-July-2010.
- [37] P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire, and D. Rhind. *Geographic Information Systems and Science*. Wiley, Chichester, 2002.
- [38] D. Maguire, M. Goodchild, and D. Rhird. *GIS Data Capture*. Longman Scientific & Technical, Harlow, 1991.
- [39] V. Milovanović. *Matematička Kartografija*. Građevinski fakultet, Beograd, 1981.
- [40] M. Neteler and H. Mitasova. *A GRASS GIS Approach*. Springer, New York, 2008.
- [41] E. Newcomer and G. Lomow. *Understanding SOA with Web Services*. Addison-Wesley, 2005.
- [42] NGINX. <http://wiki.nginx.org/Main>. Online; accessed 30-July-2010.
- [43] GIS Niš. <http://gis.ni.rs/>. Online; accessed 3-July-2010.
- [44] T. Ninkov. Gis technology and its application. *Engineering Bulletin of Energoprojekt Company*, 1996.
- [45] T. Ninkov, Z. Radić, and B. Stišović. Application of geographic information systems in civil engineering and building construction. *Gradjevinski kalendar*, 1996.
- [46] Open Geospatial Consortium Inc. <http://www.opengeospatial.org/standards/cat>. Online; accessed 25-July-2010.
- [47] Open Geospatial Consortium Inc. About ogc. <http://www.opengeospatial.org/ogc>. Online; accessed 19-July-2010.

- [48] Open Geospatial Consortium Inc. All registered products. <http://www.opengeospatial.org/resource/products>. Online; accessed 21-July-2010.
- [49] Open Geospatial Consortium Inc. Kml. <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>. Online; accessed 19-July-2010.
- [50] Open Geospatial Consortium Inc. Ogc abstract specification overview. <http://www.opengeospatial.org/standards/as>. Online; accessed 29-July-2010.
- [51] Open Geospatial Consortium Inc. The open geospatial consortium's web map service (wms) approved as international organization for standardization (iso) standard. <http://www.opengeospatial.org/pressroom/pressreleases/436>. Online; accessed 21-July-2010.
- [52] Open Geospatial Consortium Inc. Opengis web feature service implementation specification. [http://www.opengeospatial.org/standards/wfs04-094\\_Web\\_Feature\\_Service\\_Implementation\\_Specification\\_V1\[1\].1.pdf](http://www.opengeospatial.org/standards/wfs04-094_Web_Feature_Service_Implementation_Specification_V1[1].1.pdf). Online; accessed 21-July-2010.
- [53] Open Geospatial Consortium Inc. Opengis web map server cookbook. [http://www.opengeospatial.org/resource/cookbooksOpenGIS\\_WMS\\_Cookbook\\_V1\[1\].0.2.pdf](http://www.opengeospatial.org/resource/cookbooksOpenGIS_WMS_Cookbook_V1[1].0.2.pdf). Online; accessed 21-July-2010.
- [54] Open Geospatial Consortium Inc. Opengis web map service implementation specification. [http://www.opengeospatial.org/standards/wms06-042\\_OpenGIS\\_Web\\_Map\\_Service\\_WMS\\_Implementation\\_Specification.pdf](http://www.opengeospatial.org/standards/wms06-042_OpenGIS_Web_Map_Service_WMS_Implementation_Specification.pdf). Online; accessed 21-July-2010.
- [55] OpenLayers. <http://dev.openlayers.org/apidocs/files/OpenLayers-js.html>. Online; accessed 29-July-2010.
- [56] PostgreSQL. <http://www.postgresql.org/docs/9.0/interactive/intro-what-is.html>. Online; accessed 17-July-2010.

- [57] Quantum GIS. Quantum gis user guide version 0.8.
- [58] B. Radenković. *Distribuirani računarski sistemi*. FON, 2002.
- [59] RGZ. Pravilnik o katastru vodova. Službeni glasnik, 46/99.
- [60] RGZ. *Strategija uspostavljanja infrastrukture prostornih podataka u Srbiji*. RGZ, 2009.
- [61] Republika Srbija. Zakon o državnom premeru i katastru i upisima prava na nepokretnosti. Službeni glasnik, 83/92, 53/93, 67/93, 48/94, 12/96, 34/01, 25/02.
- [62] Wolfgang Stoessel. E-government and sdi in bavaria, germany. In *FIG Workshop on eGovernance, Knowledge Management and eLearning, Budapest, Hungary, 2006*.
- [63] GIS Subotica. <http://www.suboticagis.rs/>. Online; accessed 3-July-2010.
- [64] OASIS SOA Reference Model TC. Reference model for service-oriented architecture 1.0. Technical report, OASIS, 2006.
- [65] GIS Užice. <http://www.graduzice.org/>. Online; accessed 3-July-2010.
- [66] UMN MapServer. New users. [http://mapserver.gis.umn.edu/new\\_users](http://mapserver.gis.umn.edu/new_users). Online; accessed 25-July-2010.
- [67] UMN MapServer. Wellcome to mapserver. <http://mapserver.gis.umn.edu/>. Online; accessed 25-July-2010.
- [68] UMN MapServer. Wfs servers with mapserver. [http://mapserver.gis.umn.edu/docs/howto/wfs\\_server](http://mapserver.gis.umn.edu/docs/howto/wfs_server). Online; accessed 25-July-2010.
- [69] UMN MapServer. Wms servers with mapserver. [http://mapserver.gis.umn.edu/docs/howto/wms\\_server](http://mapserver.gis.umn.edu/docs/howto/wms_server). Online; accessed 25-July-2010.



- [70] P. Vanicek. An online tutorial in geodesy. <http://einstein.gge.unb.ca/tutorial/tutorial.htm>. Online; accessed 28-July-2010.
- [71] Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/GIS>. Online; accessed 28-July-2010.
- [72] M. Worboys and M. Duckham. *A Computing Perspective*. CRC Press, 2004.
- [73] M. Zeiler. *Modeling Our World*. ESRI PRESS, California, 1999.

# A Konfiguraciona datoteka MapServer-a za WMS servis Elektroenergetika

```
MAP
  NAME "Novi Sad Elektroenergetika"
  STATUS ON
  EXTENT 7402000 5006000 7415000 5022000
  SIZE 400 300
  SHAPEPATH "./data"
  SYMBOLSET "./etc/symbols.sym"
  IMAGETYPE PNG
  IMAGECOLOR 255 255 255
  UNITS METERS
  OUTPUTFORMAT
    NAME "png"
    MIMETYPE "image/png"
    DRIVER "GD/PNG"
    EXTENSION "png"
    IMAGEMODE PC256
    #IMAGEMODE RGB
  END
  WEB
    IMAGEPATH "/mape/tmp/"
    IMAGEURL "/tmp/"
    METADATA
      "wms_title"      "Novi Sad Elektroenergetika"
      "wms_onlineresource"  "http://geoservis.ftn.uns.ac.rs/cgi-bin/mapserv?
                            map=NSElektroenergetika.map"
      "wms_srs"       "EPSG:31277 EPSG:4326 EPSG:900913"
      "wms_feature_info_mime_type"  "text/html"
      "wms_abstract"  "This demonstration server was setup by Bulat and is
                        powered by the UMN MapServer (http://mapserver.gis.umn.edu/)."
```

```

UNITS METERS
SIZEUNITS PIXELS
TOLERANCE 10
PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
METADATA
  "wms_title"      "vod"
  "wms_include_items" "all"
END
PROJECTION
  "init=epsg:31277"
END
CLASS
  NAME "vod"
  TEMPLATE "query.html"
  STYLE
    SYMBOL 0
    COLOR 255 0 0
    SIZE 1
    MINSIZE 1
    MAXSIZE 100
  END
END
LAYER
  NAME "prikljucak"
  STATUS ON
  DATA "L_PRIKLJUCAK_EM"
  TYPE LINE
  UNITS METERS
  SIZEUNITS PIXELS
  TOLERANCE 10
  PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
  METADATA
    "wms_title"      "prikljucak"
    "wms_include_items" "all"
  END
  PROJECTION
    "init=epsg:31277"
  END
  CLASS
    NAME "prikljucak"
    TEMPLATE "query.html"
    STYLE
      SYMBOL 0
      COLOR 255 0 0
      SIZE 1
      MINSIZE 1

```

```

        MAXSIZE 100
    END
END
END
LAYER
    NAME "Pobjekti"
    STATUS ON
    DATA "P_OBJEKTI_EM"
    TYPE POLYGON
    UNITS METERS
    SIZEUNITS PIXELS
    TOLERANCE 10
    PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
    METADATA
        "wms_title"    "Pobjekti"
        "wms_include_items" "all"
    END
    PROJECTION
        "init=epsg:31277"
    END
    CLASS
        NAME "Pobjekti"
        TEMPLATE "query.html"
        STYLE
            SYMBOL 0
            COLOR 255 0 0
            SIZE 1
            MINSIZE 1
            MAXSIZE 100
        END
    END
END
LAYER
    NAME "objekti"
    STATUS ON
    DATA "T_OBJEKTI_EM"
    TYPE POINT
    UNITS METERS
    SIZEUNITS PIXELS
    TOLERANCE 10
    PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
    METADATA
        "wms_title"    "objekti"
        "wms_include_items" "all"
    END
    PROJECTION
        "init=epsg:31277"

```

```

END
CLASS
  NAME "objekti"
  TEMPLATE "query.html"
  STYLE
  SYMBOL 4
  COLOR 255 0 0
  SIZE 10
  MINSIZE 1
  MAXSIZE 100
  END
END
END
LAYER
  NAME "okno"
  STATUS ON
  DATA "T_OKNO_EM"
  TYPE POINT
  UNITS METERS
  SIZEUNITS PIXELS
  TOLERANCE 10
  PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
  METADATA
    "wms_title"      "okno"
    "wms_include_items" "all"
  END
  PROJECTION
    "init=epsg:31277"
  END
  CLASS
    NAME "okno"
    TEMPLATE "query.html"
    STYLE
    SYMBOL 7
    COLOR 255 0 0
    SIZE 10
    MINSIZE 1
    MAXSIZE 100
    END
  END
END
END
LAYER
  NAME "spojnica"
  STATUS ON
  DATA "T_KABLOVSKA_SPOJNICA_EM"
  TYPE POINT
  UNITS METERS

```

```

SIZEUNITS PIXELS
TOLERANCE 10
PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
METADATA
  "wms_title"      "spojnica"
  "wms_include_items" "all"
END
PROJECTION
  "init=epsg:31277"
END
CLASS
  NAME "spojnica"
  TEMPLATE "query.html"
  STYLE
  SYMBOL 2
  COLOR 255 0 0
  SIZE 10
  MINSIZE 1
  MAXSIZE 100
  END
END
LAYER
  NAME "stub"
  STATUS ON
  DATA "T_STUB_EM"
  TYPE POINT
  UNITS METERS
  SIZEUNITS PIXELS
  TOLERANCE 10
  PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
  METADATA
    "wms_title"      "stub"
    "wms_include_items" "all"
  END
  PROJECTION
    "init=epsg:31277"
  END
  CLASS
    NAME "stub"
    TEMPLATE "query.html"
    STYLE
    SYMBOL 5
    COLOR 255 0 0
    SIZE 10
    MINSIZE 1
    MAXSIZE 100

```

```

        END
    END
END
LAYER
    NAME "ormani"
    STATUS ON
    DATA "T_PRIKLJUCNI_ORMANI_EM"
    TYPE POINT
    UNITS METERS
    SIZEUNITS PIXELS
    TOLERANCE 10
    PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
    METADATA
        "wms_title"      "ormani"
        "wms_include_items" "all"
    END
    PROJECTION
        "init=epsg:31277"
    END
    CLASS
        NAME "ormani"
        TEMPLATE "query.html"
        STYLE
            SYMBOL 3
            COLOR 255 0 0
            SIZE 10
            MINSIZE 1
            MAXSIZE 100
        END
    END
END
LAYER
    NAME "razvodnik"
    STATUS ON
    DATA "T_RAZVODNI_ORMANI_EM"
    TYPE POINT
    UNITS METERS
    SIZEUNITS PIXELS
    TOLERANCE 10
    PROCESSING "CLOSE_CONNECTION=DEFER"
    METADATA
        "wms_title"      "razvodnik"
        "wms_include_items" "all"
    END
    PROJECTION
        "init=epsg:31277"
    END
END

```

```
CLASS
  NAME "razvodnik"
  TEMPLATE "query.html"
  STYLE
  SYMBOL 6
  COLOR 255 0 0
  SIZE 10
  MINSIZE 1
  MAXSIZE 100
END
END
END
```