



Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet

Univerzitet Singidunum



Verka Jovanović
Branislav Đurđev
Zoran Srdić
Uglješa Stankov

GIS

GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI

Beograd, 2012.

UNIVERZITET U NOVOM SADU

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Verka Jovanović
Branislav Đurđev
Zoran Srdić
Uglješa Stankov



GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI

Prvo izdanje

Beograd, 2012

GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI

Autori:

dr Verka Jovanović, *Univerzitet Singidunum, Beograd*
dr Branislav Đurđev, *Univerzitet u Novom Sadu*
dr Zoran Srdić, *Vojnogeografski institut, Beograd*
dr Uglješa Stankov, *Univerzitet u Novom Sadu*

Recenzenti:

dr Dragan Mihajlović, *Univerzitet u Beogradu*
dr Branko Ristanović, *Univerzitet u Novom Sadu*

Izdavači:

UNIVERZITET SINGIDUNUM, Beograd, Danijelova 32
UNIVERZITET U NOVOM SADU, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 5

Za izdavača:

dr Milovan Stanišić
dr Neda Mimica-Dukić

Lektura:

Mirjana Blažić-Mikić

Priprema za štampu:

Novak Njeguš

Dizajn korica:

Aleksandar Mihajlović

Godina izdanja:

2012.

Tiraž:

500 primeraka

Štampa:

Stojkov štamparija doo
Novi Sad

ISBN: 978-86-7912-86-408-1

Copyright:

© 2012. Univerzitet Singidunum, Univerzitet u Novom Sadu

Izdavač zadržava sva prava.

Reprodukcija pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljeno.

Sadržaj

UVOD	1
1 OSNOVE GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA	3
1.1. Opšta svojstva sistema	3
1.1.1. Informacije	4
1.1.2. Informacioni sistemi	8
1.2. Definisanje geografskih informacionih sistema	9
1.2.1. Snaga GIS-a	12
1.2.2. Funkcijsko i konceptualno svojstvo GIS-a	13
1.2.3. Tehnološko svojstvo GIS-a	14
1.3. Komponente geografskih informacionih sistema	15
1.3.1. Hardverska osnova GIS-a	16
1.3.2. Softverska GIS arhitektura i funkcionalnost	17
1.3.3. Kadrovska osnova GIS-a	20
2 NASTANAK I FAZE RAZVOJA GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA	23
2.1. Faza tehnološkog i naučnog razvoja	23
2.2. Ekspanzija i komercijalizacija GIS-a	27
3 STRUKTURA PROSTORNIH PODATAKA I MODELI	31
3.1. Temeljne osobine podataka	32
3.2. Tematske karakteristike podatka	32
3.3. Vrste geografskih podataka	34
3.3.1. Rasterski podaci	34
3.3.2. Vektorski podaci	40
3.3.3. Alfa-numerički podaci	41
3.3.4. Digitalni model visina	42

3.4. Prikupljanje i unos podataka	45
3.4.1. Izvori podataka u GIS	47
3.4.2. Kvalitet GIS podataka i pronalaženje greške	50
3.5. Daljinska detekcija	51
3.6. Sistem za globalno pozicioniranje	55
3.7. Modeliranje podataka	62
3.7.1. Konceptualno, logičko i fizičko modeliranje	63

4**BAZE GEOGRAFSKIH PODATAKA****67**

4.1. Struktura baze podataka	67
4.1.1. Sistem za upravljanje bazom podataka	68
4.1.2. Server aplikacija	69
4.1.3. Web server	70
4.1.4. Korisničke aplikacije	70
4.1.5. Pakovanje podataka u DBMS tabele	71
4.2. Geografske baze podataka i funkcije	73
4.2.1. Razvoj modela podataka u geografskim informacionim sistemima	73
4.2.2. Složenost sistema datoteka u GIS-u	75
4.2.3. Definicija geografske baze podataka	79
4.2.4. Arhitektura geografske baze podataka	81
4.2.5. Projektovanje geografske baze podataka	82
4.3. Efikasno rukovanje GIS podacima	90
4.3.1. Editovanje i održavanje/ažuriranje podataka	92
4.3.2. SQL tipovi podataka	94
4.3.3. Primeri SQL naredbi	94

5**STANDARDI U GIS-U****96**

5.1. Osnova za geoprostornu standardizaciju	99
5.2. Standardni opis modela podataka geografskih informacija	99
5.3. Standardi za upravljanje geografskim informacijama	100
5.4. Standardi za geoinformacione usluge	100
5.5. Standardi za kodiranje geografskih informacija	101
5.6. Standardi za specifične tematske oblasti	102

6	OSNOVNE GIS FUNKCIJE	103
6.1.	Podrška sistemu odlučivanja	103
6.2.	Prostorna analiza i vizualizacija	105
6.3.	Socio-ekonomska GIS analiza	112
6.4.	Tematsko kartiranje	116
7	OBLASTI PRIMENE GIS-A	123
7.1.	Projektni i višekorisnički GIS	123
7.2.	Glavne oblasti primene GIS-a	124
7.3.	Primena GIS-a u turizmu	131
7.3.1.	Primena GIS-a na strani turističke ponude	132
7.3.2.	Primena GIS-a na strani turističke tražnje	141
8	WEB GIS	147
8.1.	Internet, Web i mobilni Web	147
8.2.	Web GIS koncept	151
8.2.1.	Definisanje Web GIS-a	153
8.2.2.	Karakteristike Web GIS-a	155
8.3.	Nastanak i razvoj Web GIS-a	157
8.3.1.	Web GIS u Web 2.0 eri	159
8.3.2.	Arhitektura Web GIS-a	163
8.4.	Podela i funkcije Web GIS-a	167
8.5.	Polja upotrebe Web GIS-a	170
9	RAZVOJ GIS-A U SRBIJI	172
9.1.	Primeri upotrebe GIS-a na području grada Beograda	174
	Literatura i izvori podataka	181
	GIS rečnik	189
	Prilozi - tematske karte	195

Skraćenice

A/D	Analog to digital	GIF	Graphics Interchange File; Graphics Interchange Format
AM/FM	Automated mapping/facilities management	GIS	Geographic(al) information system (science, service)
ANSI	American National Standards Institute	GML	Geography Markup Language
API	Application program interface	GPS	Global positioning system(s)
AV	Audio-visual	GRS 80	Geodetic Reference System of 1980
BLOB	Binary large object	H/W	Hardware
BPI	Bits per Inch	HDD	Hard disk drive
CAD	Computer-aided drafting; Com- puter assisted design	HP	Hewlett-Packard (corp.)
CAM	Computer aided mapping	I/O	Input/output
CD	Compact disc	IAEG	International Association of Engineering Geologists
CDR	CorelDraw format	IAG	International Association of Geodesy
CD-ROM	Compact Disk-Read Only Memory	IAGS	Inter-American Geodetic Sur- vey
CD-RW	Compact Disk ReWritable	IAH	International Association of Hydrogeologists
CGI	Computer Graphics Interface	IBG	Inst. of British Geographers
CGM	Computer graphics metafile	IBM	International Business Ma- chines (corp.)
COGO	COordinate GeOMetry	ISO	The International Organization for Standardization
CPU	Central processing unit	IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics
DBMS	Database management system	IUGS	International Union of Geologi- cal Sciences
DDL	Data Definition Language	IUSM	International Union for Sur- veying and Mapping
DEM	Digital Elevation Model	JFIF	JPEG File Interchange Format
DIGEST	Digital Geographic Information Exchange Standard	JGW	JPEG with World File
DIGIT	Digitally Integrated Geographic Information Technologies	JPEG	Joint Photographic Experts Group
DPI	Dots per inch	JPG	Joint Photographic Experts Group format
DTED	Digital Terrain Elevation Data (U.S. government)	KB	Kilobyte
DTM	Digital Terrain Model		
DXF	Digital Exchange Format		
GB	Gigabyte		
GI	Geographic information; Geo- spatial information		

LAN	Local area network	SPOT	Systeme Probatoire d'Observation del la Terre
LANDSAT	Land Satellite	SQL	Standard Query Language; Structured Query language
MATLAB	Matrix Laboratory	SQL/MM	SQL - support Multi Media format
MB	Megabyte	TB	Terabyte
MGRS	Military Grid Reference System	TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
MP	Bitmapped image format (Microsoft Corp.)	TIF	Tagged Image File
NAD	North American Datum	TIFF	Tagged Image File Format
NASA	National Aeronautical and Space Administration	TIGRIS	Topologically Integrated Geographic Resource and Information System
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	TIN	Triangulated irregular network
ODBC	Open Database Communication	URL	Universal Resource Locator; Uniform Resource Locator
OEM	Original Equipment Manufacturer	USGS	United States Geological Survey
OGC	Open GIS Consortium	UTC	Universal Coordinated Time
OGIS	Open GIS	UTM	Universal Transverse Mercator (map projection)
P.M.	Prime meridian	VGA	Video Graphics Adaptor
PCX	PC Paintbrush Export Format	VML	Vector Markup Language
PDA	Personal digital assistant; Portable data access	VPF	Vector Product Format
PDF	Platform Data File; Portable Document Format	W3C	World Wide Web Consortium
PS	Post Script	WAN	Wide area network
RADAR	Radio Detecting and Ranging	WGS 84	World Geodetic System of 1984
RAM	Random Access Memory	WMF	Windows Metafile Format
RDBMS	Relational Database Management System	WWW	World Wide Web
ROM	Read-Only Memory	XML	eXtensible Markup Language
RPF	Raster product format		
SCSI	Small computer system interface		
SDB	Spatial data base		
SDBMS	Spatial database management system		
SDE	Spatial Database Engine (ESRI)		



Uvod

Koncipiranjem knjige **Geografski informacioni sistemi** išlo se u susret potreba-
ma šireg kruga korisnika od analitičara, planera, projektanata, vladinih službi,
do donosioca odluka i biznis lidera. Ogromna količina podataka u realnom prostoru
i sve bolja sredstva za njihovo prikupljanje, pakovanje, analizu i modeliranje dostu-
pni su i upotrebljivi zahvaljujući primeni računara. Geografski informacioni sistemi
su tehnološki razvijani da bi njegove bazične operacije postale matrica za temeljno
poznavanje realnog sveta. Sa razvojem savremenih informacionih i komunikacionih
tehnologija, informacioni sistemi su postali sredstva integrisanog, multidisciplinar-
nog pristupa u istraživanju resursa, bez obzira na razmere prostora i stepen varija-
cija pojava u njemu.

Ova knjiga spada u stručno delo u oblasti geografskih informacionih sistema i
nauke koja pokriva široko područje koje se izučava na nivou diplomskih i posledi-
plomskih studija u svetu i kod nas. Knjiga je zajedničko izdanje Univerziteta „Sin-
gidunum“ i Univerziteta u Novom Sadu i predviđena je da bude udžbenik iz predmeta
Geografski informacioni sistemi.

Doba informacionih i komunikacionih tehnologija ima obeležje intenzivnih pro-
mena bez presedana pokazujući tendenciju daljeg ubrzanja i rastuće neizvesnosti.
Prepoznatljiv je upliv savremenog procesa koji se označava rečju „globalizacija“ i
najčešće dovodi u vezu sa razvojem i upotrebom informacionih i komunikacionih
tehnologija.

Geografska informaciona nauka u svom okrilju ustanovila je ideju najjače GIS
analize koju je moguće odbraniti. GIS analitički alati se razvijaju uz sve brže priklju-
čivanje internetu, što zajedno čini logično sačinjen nastavak i celinu. Eksploatacija
GIS-a pruža napredne mogućnosti doprinoseći boljoj tehnologiji, poboljšanju per-
formansi sistema, nauci i menadžmentu.

Efikasno korišćenje GIS-a nije moguće ako ga shvatamo kao magičnu crnu kutiju.
On se skoro nikada ne primenjuje u strogo kontrolisanim uslovima nalik na labo-
ratorije. Realni svet, prirodna sredina, najčešće neodređena, sa pojavama hazarda i
ređom kontrolom zapravo predstavlja GIS laboratoriju.

GIS nauka koja traga za razumevanjem, pronalaženjem i predviđanjem pokretač-
ke snage sveta, temeljno proučava relacije između ljudi i fizičkog okruženja, odnosno
životne sredine.

Naučno razumevanje neodređenosti i nesavršenosti realnog sveta, odnosno geografskog prostora, pomaže nam u donošenju pravilnih sudova i zaključaka u analizama održivog razvoja, što se očekuje pri svakom korišćenju GIS-a.

Digitalne prostorne i neprostorne informacije su centar primenjivog i realnog GIS-a. Ako ih nema na raspolaganju, sve je skupo: njihovo prikupljanje, prikazivanje i ažuriranje. Ako postoje, sve je jeftinije, što je dovoljno dobar uslov za ostvarivanje poslovnog cilja. To je istovremeno podsticaj za sve obimniju prodaju geografskih informacija (g-commerce) i snabdevanje lokalnog biznisa u funkciji rentabilnog otvaranja novih trgovinskih centara i stvaranja poslovnih relacija sa drugim organizacijama u okruženju. Način na koji se geografske informacije kreiraju i koriste kroz GIS ima direktan uticaj na nas kao stanovništvo, na pojedinca, na preduzeća, poslodavce i zaposlene. To se argumentuje podacima da GIS ima sve veći značaj i udeo u industriji informacionih i komunikacionih tehnologija (ICT).

U organizacijama, savremeni menadžment koristi GIS alate, informacije, znanje i veštine ostvarujući uspešnost na lokalnom i svetskom nivou. Izbor, instalacija i pokretanje GIS-a nisu samo tehnološki deo preduzeća već je njegov značaj znatno kompleksniji.

GIS doprinosi poznavanju uslova potrebnih za pokretanje preduzeća i realnih uslova poslovanja u datoj sredini, odnosno sticanju potpunijih znanja o prednostima, rizicima i ograničenjima da bi se ova poslednja dva izbegla. Praktična vrednost GIS-a je u prostornom i vremenskom pozicioniranju radnog okruženja što doprinosi boljim relacijama unutar preduzeća i odnosima prema sve zahtevnijim klijentima.

Geografski informacioni sistem ili sistemi za prikupljanje, obradu, arhiviranje, analizu i prikaz prostornih informacija našli su primenu u mnogim tokovima rada, kapitala, trgovine, transfera ideja i znanja. U prvom delu knjige posebna pažnja biće posvećena teorijskim osnovama geografskog informacionog sistema i nauke, i njihovoj funkcionalnoj razlici u odnosu na klasične informacione sisteme.

Ako uz pomoć *klasičnih informacionih sistema* dobijamo odgovore na pitanja - **šta je to što se nalazi u našem realnom okruženju i kakvih je svojstava?**, uz pomoć *geografskih informacionih sistema* dobijamo odgovore na pitanja - **gde se nešto nalazi i kada (vreme)?**

1

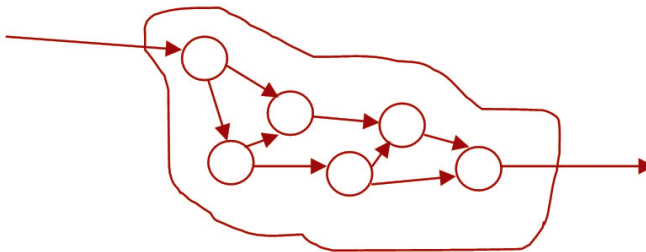
OSNOVE GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA

1.1. Opšta svojstva sistema

Predušlov za razumevanje i usvajanje pojma geografskih informacionih sistema je poznavanje pojmova - sistem, informacije i informacioni sistem. Iako ne postoji jednoznačna definicija *sistema*, pod tim pojmom se podrazumeva skup elemenata koji su međusobno povezani i koji se ponašaju po određenim zakonitostima. Osnivač opšte teorije sistema Ludvig fon Bertalanfi, u najopštijem smislu sistem definiše kao „kompleks elemenata koji se nalaze u uzajamnoj povezanosti“. Slične definicije nalazimo i kod drugih autora poput - „sistem je uzajamna povezanost najrazličitijih elemenata“; „sistem je skup međusobno zavisnih elemenata“; „sistem je skup objekata i relacija između objekata i njihovih atributa“.

Mogu se nabrajati mnoge, slične definicije koje na najopštiji način objašnjavaju pojam sistem. Ta činjenica navodi na zaključak o prisustvu sistema u svim čovekovim delatnostima i okruženju, kojima se različito pristupa sa stanovišta teorije i prakse. U savremenoj nauci i svakodnevnom životu „sistem“ i „informacija“ su često izgovorene reči koje svakome znače nešto drugo. Tako, na primer, sistem se može definisati kao skup raznorodnih prirodnih i veštačkih elemenata materijalnog, energetskog i informacionog karaktera koji su međusobno povezani tako da se svojim interakcijama ulazne veličine i oblika (materija, energija i informacije) transformišu u nove veličine i oblike. Okolina deluje na sistem i sistem na okolinu. Dejstvo okoline na sistem opisuje se kao „ulaz“, dok se dejstvo sistema na okolinu opisuje kao „izlaz“.

Jedan sistem se u najopštijem smislu definiše kao skup objekata, relacije između objekata i njihovih atributa na koji okolina deluje preko ulaza i koji na okolinu deluje preko izlaza (šematski prikazano na Slici 1).



Slika 1. Skup, svojstva i veze između elemenata sistema

Elementi sistema čine njegovu strukturu, a veze među njima određuju stepen složenosti, karakteristike i vrstu sistema. Najopštija podela sistema podrazumeva prirodne i veštačke sisteme. Osnovno obeležje prirodnih sistema su prirodne zakonitosti bez neposrednog uticaja čoveka. Nasuprot tome, veštačke sisteme je direktno ili indirektno stvorio čovek, ali su i tu prisutna mnoga svojstva prirodnih sistema poput stabilnosti, otvorenosti, itd. I prirodni i veštački sistemi imaju svojstvo dinamičnosti, odnosno moguću promenu stanja u *vremenu*. U GIS-u se dodaje stanje sistema u *prostoru* i skup promenljivih veličina koje određuju ponašanje sistema. Ponašanje sistema je važno svojstvo za njihovo upravljanje i kontrolu. U stohastičkim sistemima prepoznaje se karakter slučajnosti koje se ne odvijaju prema unapred utvrđenom zakonu, dok se kod determinističkih sistema u svakom trenutku može identifikovati stanje i ponašanje koje je poznato, određeno i ograničeno.

Nezavisno od vrste, svi sistemi poseduju osnovne karakteristike kao što su: način postanka, oblik postojanja, ponašanje, stabilnost, način organizovanja, povezanost sa okolinom, unutrašnje relacije, stepen otvorenosti i kompleksnost.

Imajući u vidu pojam „geografski sistem“ i neophodno definisanje lokacije svakog fenomena i pridodatih atributivnih svojstava, GIS je specijalna klasa sistema koja prati ponašanje svakog elementa sistema i pruža odgovor na pitanje - gde?

1.1.1. Informacije

Informacije su podaci uređeni u modele koji imaju sadržajno (smisljeno), vremensko i formalno značenje. Termin informacije se koristi bilo u užem ili opštem značenju. U užem značenju, informacije se lišavaju smisla i tada su sinonim podacima. Drugi ih definišu kao nešto što može biti digitalizovano, odnosno predstavljeno u digitalnom obliku. Informacije su različite od podataka jer to implicira određeni stepen selekcije, organizacije i pripreme za upotrebu kako bi informacije služile nekom cilju ili da se njihovom upotrebom postigne neki stepen interpretacije, odnosno tumačenja. Vrednost koju informacija dobija obradom podataka iskazuje se kroz attribute. Njen informacioni kvalitet čine sledeći atributi: tačnost, upotrebljivost, dostupnost, aktuelnost jezička i terminološka određenost.

Prema GIS rečniku „**informacija**“ znači: „*Obaveštenje koje je rezultat sakupljanja, analize ili sumiranja podataka u smislenom obliku*“, dok termin „**geografska informacija**“ označava fenomen direktno ili indirektno vezan za lokaciju na Zemljinoj površi.

Sve informacije referentno vezane za Zemlju, čije je primarno svojstvo određena lokacija, jesu geografske informacije. U istom značenju se koristi termin prostorne informacije. One se mogu odnositi na relativno male površi kao što su zgrade, pojedinačna stabla drveća, do velikih površi i globalnih pojava poput vulkanskih pojaseva, klimatskih zona i ekonomskog razvoja kontinentalnih razmera. Smatra

se da **70% - 80% svih informacija ima prostornu karakteristiku**. Kao primer mogu se navesti informacije o lokaciji poslovnih objekata, stambenih jedinica, put do određenog mesta, *prenaseljenost, zagađenje, prirodne nepogode*. Osnovna karakteristika prostornih informacija je znanje o lokaciji određenog fenomena u odnosu na ostale objekte i pojave u okruženju. Ovakve karakteristike geografskih informacija su doprinele da se geografski informacioni sistem razlikuje od ostalih IS. GIS sadrži informacije o objektima i fenomenima koji po pravilu imaju prostornu adresu.

Informacije je često skupo proizvoditi, ali kada su digitalizovane one su jeftine za reprodukciju i distribuciju. Geografski skupovi podataka, na primer, mogu biti veoma skupi da se prikupe i sastave, ali se vrlo jeftino mogu kopirati i razmenjivati. U Tabeli 1. prikazana je infrastruktura za donošenje odluka. Druga karakteristika geografskih informacija je da im se lako dodaju vrednosti kroz proces obrade i da se lako spajaju sa drugim informacijama. GIS pruža te mogućnosti jer koristi alat za kombinovanje informacija iz različitih izvora.

Tabela 1. Infrastruktura za donošenje odluka (Longley & all, 2005)

<i>Infrastruktura za donošenje odluka</i>	<i>Lako deljenje sa svima</i>	<i>GIS primeri</i>
Mudrost/Um ↑	- Nemoguće	- Razvijene politike i prihvaćene od zainteresovanih strana
Znanje ↑	- Teško (posebno prećutna znanja)	- Lična znanja o lokacijama (mestima) i onome šta se tamo nalazi
Dokaz ↑	- Često nije lako	- Rezultati GIS analiza ili scenarija
Informacija ↑	- Lako	- Sadržaj baze podataka sastavljene od sirovih podataka
Podatak	- Lako	- Sirove činjenice

Dokazi su, smatra se, kuća na pola puta između informacija i znanja. Prvo, potrebno je prikupiti raznovrsne informacije iz različitih izvora, koje se odnose na specifične potvrđene probleme i doslednosti.

Glavni pokušaji u tome učinjeni su u medicini gde se izvode dokazi iz skupova ponekad kontradiktornih informacija, prikupljenih iz izvora širom sveta, što je poznato kao „meta analiza“ ili uporedna analiza rezultata mnogih prethodnih studija.

Znanje ne nastaje jednostavno niti se lako dolazi do velike količine informacija. Informacijom se smatra dodata vrednost koja se dobija zasnovanim tumačenjem

na određenom kontekstu, iskustvu i slučaju. Jednostavno, iz informacija koje su dostupne u knjizi, na internetu ili mapi, znanje nastaje tek kada se one pročitaju i razumeju.

Informacije se različito tumače i koriste kod čitalaca u zavisnosti od njihovog prethodnog iskustva, stručnosti i potreba. Važno je znati da se razlikuju dve vrste znanja: kodifikovano i nekodifikovano (prećutno, neiskazano).

Pod kodifikovanim znanjem podrazumevamo ono koje može biti zapisano i relativno lako preneto drugima. Nekodifikovano (prećutno) znanje često se sporo stiče i mnogo teže prenosi. Takav primer je znanje izgrađeno zanatom, razumevanje određenih pojava na tržištu, ili znanje stečeno korišćenjem određenih tehnologija, znanje jezika.

Neki su tvrdili da su znanje i informacije fundamentalno drugačiji. Razlikuju ih najmanje tri važne osobine:

- ◆ **Informacije** postoje samostalno, dok **znanje** podrazumeva znalca, onog ko ga poseduje, i ono je uvek blisko, intimno, vezano za čoveka.
- ◆ **Znanje** se teže odvaja od znalca nego informacije, kao i njihov transport, prijem i prenos između ljudi. Sem toga, kvantifikacija znanja je mnogo teža nego kvantifikacija informacija.
- ◆ **Znanje** zahteva mnogo više apsorpcije - mi ga radije apsorbuemo nego što ga pasivno držimo. Dok smo često u situaciji da posedujemo konfliktne informacije, sa znanjem to nije slučaj. Retko želimo da zadržimo konfliktna znanja.

Podaci, informacije, dokazi i znanje u GIS-u se koriste u kontekstu donošenja odluka ili davanja saveta na najvišem nivou hijerarhije u odlučivanju. To njegovo svojstvo svrstava ga u napredne sisteme za podršku odlučivanju.

Ljudi su akumulirali ogromna skladišta podataka o celom svetu, uključujući i podatke o tome kako nešto *izgleda*, ili kakve je **forme** i kako nešto *radi* ili u kom *dinamičkom procesu* nastaje. Neki od tih procesa su prirodni i ugrađeni u dizajn planete, kao što su procesi tektonskih pokreta koji dovode do zemljotresa ili procesi atmosferske cirkulacije koji dovode do uragana.

Ostali problemi koje rešavamo uz pomoć GIS-a su antropogenog porekla i imaju sve veći uticaj na naše prirodno okruženje (npr: sagorevanje fosilnih goriva, seča šuma i gajenje useva). Problemi te vrste nameću postojanje zakona, regulative i prakse. Jedan od propisa u prostornom planiranju odnosi se na striktnu namenu određene parcele zemljišta i korišćenje u planirane svrhe.

Znanje o tome kako svet funkcioniše vrednije je od znanja o tome kako svet izgleda jer takvo znanje može da se koristi za predviđanje.

Mesta na površini Zemlje su dramatično različita na različitim geografskim lokacijama. Ako se uporedi naseljeni predeo centralne Evrope sa pustinjama na jugozapadu

SAD, sve je drugačije. Ali ako se uporede procesi sagorevanja fosilnih goriva koji utiču na poremećaje u atmosferi, oni u Kini kao i u Evropi, u suštini su isti, iako im pejzaži izgledaju veoma različito. Nauka se bavi vrednostima opšteg i specifičnog znanja vrednujući *procese* više nego *formu*.

Geografi su posebno bili svedoci dugogodišnjih rasprava koje traju vekovima, između konkurentnih potreba **idiografske** geografije (razmatra faktografiju), koja se fokusira na opis **oblika** naglašavajući specifičnosti mesta, i geografije koja ima za cilj da otkrije opšte naučne zakonitosti u izučavanju procesa, u anglosaksonskoj naučnoj literaturi imenovane kao „**nomothetic geography**“.

Jedna od najvažnijih zasluga GIS-a kao alata za rešavanje problema leži u njegovoj sposobnosti da kombinuje opšta znanja sa specifičnim. GIS softver implementira opšta naučna znanja, a baza podataka u GIS-u predstavlja određene specifične informacije. Na taj način GIS rešava stare rasprave između faktografske geografije i one koja se bavi naučnom verifikacijom pojava i procesa. Kombinovanjem opštih naučnih znanja sa specifičnim informacijama, podacima, odnosno faktografijom, GIS rešava stari problem koristan za obe strane.

Opšte GIS znanje se pojavljuje u mnogim oblicima. Klasifikacija znanja je verovatno najjednostavniji, gotovo rudimentaran postupak koji ima široku primenu u geografskom rešavanju problema. Na primer, u mnogim regionima učinjeni su naponi da se ograniči čestina poplava u interesu očuvanja prirodnih staništa kao i njihov uticaj na resurse vode. Da bi ovi naponi bili podržani ulažu se sredstva u mapiranje poplavnih područja, uglavnom na osnovu aero-fotografije i satelitskih snimaka. Ove mape predstavljaju jednostavnu prostornu klasifikaciju zemljišta koristeći uspostavljena pravila za definsanje poplavnih terena.

Složeniji oblici znanja uključuju poznavanje *postavljenih pravila*, na primer, onih koja određuju kako se mogu koristiti poplavljani tereni. Drugi primer su pravila koja se odnose na pustinjske predele u vezi sa njihovim korišćenjem, odnosno prime propisa o striktnoj zabrani izgradnje puteva u pustinjama.

Veliki deo znanja dobijen radom naučnika najčešće je imenovan kao **zakon**, poput dela Isaka Njutna „Zakon kretanja“. Po tom zakonu materija se ponaša na savršeno predvidiv način (npr. kretanje planeta) mada je kasnije Ajnštajn dokazao odstupanja od predviđanja, što je objašnjavao svojom teorijom relativiteta. Zakoni na nivou veoma predvidivog kvaliteta su malobrojni u realnom geografskom prostoru.

Iz realnog sveta, u procesu primene GIS-a, jedino je geografska razmera „laboratorija“ dostupna svima. Ostale mogućnosti kontrole svih uslova u geografskom prostoru su znatne neizvesnosti. To se naročito komplikuje u socio-ekonomskoj oblasti, gde je uloga ljudskih asocijacija u stalnim pokušajima odupiranja krutim zakonima koji ih sprečavaju u raznovrsnim namerama. Tako, na primer, dok istraživači tržišta koriste modele prostorne interakcije uz pomoć GIS-a da bi predvideli koliko će ljudi kupovati u svakom šoping-centru u gradu, zamašna greška u predviđanjima

je neminovna. I pored toga rezultati naučnih istraživanja imaju veliku vrednost u strateškom planiranju lokacija za razvoj maloprodaje.

Rešavanje socio-ekonomskih problema obuhvata nekoliko različitih faza i komponenti. Prvo, mora da postoji cilj, ili posebna želja koja treba da se ostvari. Često je to želja da se nešto maksimizira ili minimizira (pronađe najmanja cena, najkraće rastojanje, ili bar vreme, ili najveći dobitak, ili najpreciznije moguće predviđanje). Ovi ciljevi su materijalno izraženi, to jest oni se mogu meriti dobro definisanim skalama. Drugi, nematerijalni, ciljevi su mnogo teži, pogotovu ako ih je nemoguće izmeriti. Oni se odnose na maksimiziranje kvaliteta života i zadovoljstva uz istovremeno smanjenje uticaja na životnu sredinu. Ponekad je jedini način realizacije nematerijalnih ciljeva anketiranje ljudi ili fokus grupa koje pronalaze prednost među alternativama. Veliki deo znanja stiže se uključivanjem ljudsko-istraživačkih subjekata koji su u ostvarivanju nematerijalnih ciljeva važan deo GIS-a.

Jedan problem, često, može da ima više ciljeva. Na primer, kompanija koja nudi usluge brzih obroka na gradilištima hoće da poveća broj sajtova koji su dostupni u radno vreme tokom dana i istovremeno da maksimizira očekivani rezultat pregledom najunosnijih sajtova. Ili pak, drugi primer - distributeri energije žele da lociraju nove koridore, minimiziraju troškove, dok u isto vreme traže da se minimizira uticaj na životnu sredinu. Za rešavanje takvih problema koristi se metod poznat kao **više kriterijumsko odlučivanje** (multicriteria decision making - MCDM).

1.1.2. Informacioni sistemi

U mnogim studijama informatike i računarstva značajno mesto zauzimaju informacioni sistemi koji su najčešće opisivani kao sofisticirani programi ili serija programa, dizajnirani na način da predstavljaju i upravljaju velikim količinama podataka. Jedna od najopštijih definicija pod informacionim sistemom podrazumeva skup metoda, postupaka i resursa oblikovanih tako da bi se ostvarilo postizanje nekog cilja (Martin, 2005; Stankić 2008).

Sa razvojem računara došlo je do mnogo intenzivnije upotrebe informacija i do povećanog poverenja u donošenje upravljačkih odluka na bazi informacija. Kako je informacija postala raspoloživa, došlo se do zaključka da je ona važan organizacioni faktor, baš kao što su radna snaga, sredstva, patenti i drugo.

Informacioni sistemi pomažu da se upravlja znanjem. Informacioni sistemi i informacije o količini i rasporedu zemaljskih resursa postaju sve dragoceniji, a savremeno društvo traga za najefikasnijim modelima održivih sredstava za život. To podrazumeva ne samo poznavanje prostornih i vremenski raspoloživih resursa, već i najefikasnije metode upravljanja tim resursima. Posmatrano kroz istoriju, njihovo smanjenje je za posledicu imalo civilizacijska urušavanja. A novi vek je vreme agresivnih konfrontacija u čijoj osnovi su namere za osvajanjem, upravljanjem i korišćenjem preostalih resursa.

Kao elementi svakog informacionog sistema danas se uglavnom navode:

- ◆ tehnička oprema,
- ◆ programska oprema,
- ◆ organizaciona podrška i
- ◆ kadrovska podrška (Stankić i Stankić 2008).

Sve ono što je u vezi sa fizičkom realizacijom računara naziva se tehnička oprema, a sve ono što je u vezi sa programima naziva se programska oprema. Organizacionu podršku čine organizacione metode i postupci za usklađivanje svih delova informacionog sistema u organizacionu celinu. Kadrovsku podršku čine kadrovi koji rade na poslovima koji omogućavaju da informacioni sistem ostvari svoju funkciju, ali ga sačinjavaju i krajnji korisnici informacionog sistema (Stankić i Stankić 2008).

Svi informacioni sistemi mogu se široko podeliti na *neprostorne* i *prostorne* informacione sisteme.

Logično je da su informacioni sistemi našli svoje mesto u i okviru poslovnih organizacija. Ovakve sisteme možemo nazvati *poslovni* ili *menadžment informacioni sistemi*. Poslovni informacioni sistem se može razumeti kao integralni sistem koji obuhvata ljude i opremu za obezbeđivanje informacija za podršku funkcionisanja organizacije. Informacioni sistem bilo kog ekonomskog subjekta jedan je od njegovih podsistema. Zbog toga i cilj informacionog sistema mora da bude usklađen sa opštim poslovnim ciljevima, tj. informacioni sistem svojim funkcionisanjem mora da poboljša funkcionisanje celog poslovnog sistema kako bi se postigli što bolji rezultati poslovanja (Stankić i Stankić 2008). Svaki poslovni informacioni sistem bi trebalo da uključuje poslovna pravila, jer ona čine bitan element modelovanja i definisanja poslovnih informacionih sistema (Badia, 2006). Većina informacionih sistema, uključujući i poslovne informacione sisteme, ne povezuju svoje podatke sa odgovarajućim prostornim lokacijama. Na primer, platni spisak kompanije se obično vezuje za odgovarajuću osobu, a ne za specifičnu lokaciju (Oliver and Mahood, 2002). Sa druge strane GIS čini prostorni informacioni sistem.

1.2. Definisane geografskih informacionih sistema

Postoje brojne definicije GIS-a koje su zasnovane na ciljevima raznovrsnih namena i funkcija. Definicija geografskog informacionog sistema je imala više saznanjnih faza. Poznavao i teoretičari u oblasti informacionih sistema i novih tehnologija najpre su saopštavali nova saznanja i ideje o GIS-u.

Imajući u vidu specifičnost elemenata geografskih informacionih sistema, prve definicije su po logici polazile od informatičkih principa. Postojećim definicijama u teoriji informacija i informacionih sistema dodata su teorijska saznanja o prostoru i vremenu.

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

Najveći broj definicija GIS-a može se svrstati u grupu definicija koje su zasnovane na GIS-u kao sredstvu za rad, zatim u grupu definicija koje su zasnovane na bazama podataka i u definicije koje se zasnivaju na organizaciji.

U prvu grupu definicija **GIS-a kao sredstvu/alatu/za rad** ubrajaju se sledeće:

- ◆ GIS je moćan skup sredstava za prikupljanje, memorisanje, pretraživanje po potrebi, transformacije i prikazivanje prostornih podataka iz stvarnog sveta (Burrough, 1986).
- ◆ GIS je sistem za prikupljanje, memorisanje, proveru, rukovanje, analizu i prikazivanje podataka koji su prostorno vezani za Zemlju (Department of Environment, 1987).
- ◆ GIS je informaciona tehnologija koja memoriše, analizira i prikazuje kako prostorne tako i neprostorne podatke (Parker, 1988).
- ◆ GIS je kompjuterski sistem sposoban za integraciju, skladištenje, editovanje, analizu i prikaz informacija vezanih za prostornu lokaciju.

U drugu grupu definicija **zasnovanih na bazama podataka** ubrajaju se sledeće:

- ◆ GIS je sistem baza podataka u kojem je većina podataka prostorno indeksirana i nad kojima se upravlja nizom postupaka da bi odgovorili na upite o prostornim entitetima koji se nalaze u bazi (Smith et al., 1987).
- ◆ GIS je bilo koji niz postupaka zasnovanih na ručnoj ili kompjuterskoj obradi, koji se koristi za memorisanje i manipulaciju geografski referenciranim podacima (Aronoff, 1989).
- ◆ Geografski informacioni sistem (GIS) je sistem za kreiranje i upravljanje prostornim podacima sa pripadajućim atributima.

U treću grupu definicija **zasnovanih na organizaciji** spadaju:

- ◆ GIS čini automatizovani skup funkcija koje stručnjacima obezbeđuju napredne mogućnosti memorisanja, pretraživanja, manipulacije i prikazivanja geografski lociranih podatka (Ozemoy et al., 1981).
- ◆ GIS predstavlja institucionalnu celinu, koja odražava organizacionu strukturu koja integriše tehnologiju sa bazama podataka, ekspertska i stalna finansijska podrška u toku vremena (Carter, 1989).
- ◆ GIS je sistem podrške u odlučivanju koji obuhvata integraciju prostorno referenciranih podatka u okruženje za rešavanje problema (Cowen, 1988) (kao što je citirano u Burrough and McDonnell, 2006). Kukrika (2000) GIS deli prema aspektu sa kojeg se on definiše i tako izdvaja jezičke, tehničke, funkcionalne, strateške, poslovne i opšte definicije.

Jezička definicija se izvodi na osnovu zasebnih definicija pojmova koje ova sintagma sadrži. Korišćenjem velikog broja akronima, sinonima i termina sa povezanim

značenjem stvara se određena konfuzija. GIS – Geografski informacioni sistem, predstavlja doslovni prevod engleskog originala „Geographical Information System“ ili „Geographic Information System“. To je sinonim za termine Geoinformacioni sistemi i Prostorni informacioni sistemi. Grafički informacioni sistem se takođe može shvatiti kao sinonim za GIS, ali bi upotrebu ovog termina trebalo izbegavati, pošto može asocirati na primenu poslovne grafike i različite vrste grafičkih prikaza i informacija, koje se nikako ne mogu povezati sa geografskim prostorom.

Tehničke definicije posmatraju GIS kao skup softverskog alata koji se koristi za unos, čuvanje, manipulisanje, analizu i prikazivanje geografskih informacija. Ove definicije naglašavaju istorijski razvoj GIS-a, kao kombinaciju računarski podržanog dizajna i efikasne manipulacije digitalnim kartografskim podacima integrisanih sa sve moćnijim softverom baza podataka.

Funkcionalne definicije insistiraju na tome šta GIS može da uradi, umesto da govore o tome šta on u stvari jeste. Funkcionalna definicija odgovara na pitanja „zašto?“, „gde?“ i „kada?“ postoji potreba za pregledom i analizom prostornih podataka i kako to GIS omogućuje.

Strateške definicije posmatraju GIS pre svega kao sistem za donošenje odluka. Upotrebom GIS-a uprošćeno je i ubrzano donošenje svake odluke koja uzima u obzir lokaciju. U okviru ove grupe definicija, GIS je shvaćen kao filozofija, način donošenja odluke u organizaciji, gde su sve informacije centralizovane i povezane sa svojom lokacijom.

Prema *poslovnoj definiciji* GIS je pre svega veliki biznis. To je tržište koje brzo raste i dobija sve veće uvažavanje u poslovnim krugovima. GIS je postao popularan i dostupan u većoj meri u protekle tri decenije. Pomerajući se iz oblasti akademskog istraživanja, tehnologija je prvo prilagođena za potrebe velikih organizacija, kao što su lokalne vlasti, agencije za zaštitu okoline, servisi za hitne akcije i sl. U skorašnje vreme GIS je pronašao veliku primenu na desktop računarima, kako bi se mogao primeniti u svakoj mogućoj oblasti poslovnih aktivnosti.

Opšte definicije određuju GIS kao bazu podataka posebne namene, u kojoj se kao osnovni kohezivni faktor koristi opšteprihvaćeni prostorni koordinatni sistem. Osnovne komponente GIS-a u ovom slučaju su: unos podataka, spremanje, pretraživanje i upiti nad podacima, obrada podataka, transformacije, analize i modeliranje prostornih podataka, uključujući i prostorne statistike, prikaz prostornih podataka u formi geografskih karata, izveštaja i planova (Kukrika, 2000).

Analizirajući prethodne definicije, njihovu složenost i suštinu, stepen i primenu GIS znanja u najopštijem smislu, izvedena definicija opšteg smisla bi mogla da glasi:

Geografski informacioni sistem je organizovan skup računarskog hardvera, softvera, podataka, osoblja i mreža radi efikasnog prikupljanja, skladištenja, ažuriranja, rukovanja, analize, modelovanja, prenosa i prikaza svih oblika prostornih informacija.

Osim brojnih definicija i naučnih objašnjenja geografskih informacionih sistema (GIS) posmatrano iz ontološkog ugla, oni se mogu klasifikovati i prema njihovim konceptualnim, tehnološkim i funkcijskim svojstvima.

1.2.1. Snaga GIS-a

Geografski informacioni sistemi su zasnovani na svojevrsnim principima, a najprodornija reč koja ih objašnjava je *integracija*. Realno posmatrano, snaga geografskog informacionog sistema, za razliku od ostalih informacionih sistema, jeste u njegovoj sposobnosti da integriše (ujedini) prostorne i neprostorne informacije. To svojstvo je najveći izvor moći i prilagodljivosti pri susretu sa korisničkim zahtevima. Integracija u GIS konceptu ima nekoliko značenja:

- a. nosi zajedno prostorne podatke iz brojnih izvora uključujući mape, instrumentalna merenja sa terena, zasebne sisteme.
- b. vezuje prostorne podatke o objektima i atributima u jedinstven, koherentni model (ESRI, 1990).

Podaci o prostoru ili geokodirani podaci (objekti) i podaci o njihovim osobinama (atributi) podržani su softverskim modulima za rukovanje takvim informacijama.

U geografskom informacionom sistemu podaci o lokacijama predstavljeni su topološkim modelom prostora, dok su tematski podaci spakovani u tabele kao standardne relacione baze.

Na prvi princip (integracije) nastavlja se drugi, pod imenom *uređenost i dostupnost*. Princip uređenosti u GIS-u postiže se skladnim odnosom hardverskih komponenti, softvera, baza podataka i kompetentnih stručnjaka. Noviji GIS softverski paketi sadrže rešenja automatskog uređivanja podataka i funkcija višestrukog sprezanja grafičkih i alfanumeričkih podataka.

Tehnološko okruženje u kome se razvija GIS zahteva razvoj specifične komunikacije između stvaralaca i korisnika. Na tom zahtevu je utemeljen princip *terminološke i jezičke određenosti*. Prirodni jezici svakodnevne komunikacije (srpski, nemački, engleski, francuski, italijanski) osnova su za nastanak mnogih, tehničkih, formalnih jezika. Jezička i terminološka određenost govornih jezika ima tri osnovne komponente:

1. rečnik i terminologiju;
2. gramatiku i sintaksu;
3. semantiku (pojmovno značenje reči).

Jezik GIS-a ima formalizovan karakter definisan ISO standardima. Sastoji se od:

1. terminologije,
2. sintakse i
3. SQL.

Prirodni jezici nisu pogodni za opisivanje rada informacionog sistema zbog mnogih jezičkih dvosmislenosti. Rešenje je pronađeno u upotrebi formalnih jezika, mada

su oni često nerazumljivi za većinu ljudi. Stoga je usvojen standardizovani zahtev za jezičkim i terminološkim modelom koji organizuje prirodne jezike tako da eliminiše dvosmislenost i omogućava efikasnu komunikaciju i razumevanje. Rečnik i terminologija, s obzirom na prostor u kome je nastao GIS, pripadali su ili još uvek pripadaju, anglosaksonskoj školi. Razmena proizvoda koji u sebi imaju vizuelne simbole jednostavnija je od onih koji uključuju lingvističku komponentu. Sa razvojem komercijalnog softvera i nacionalnih geografskih informacionih sistema, taj odnos je donekle izmenjen.

Princip GIS-a čiji smisao najbrže usvajaju stvaraoci i korisnici je *vizuelizacija*. Uz pomoć vizuelnog iskaza smisao i stepen apstrakcije mnogih informacija se lakše razume i trajnije pamti. U najsavremenijim uslovima analize složenih geografskih fenomena spajaju se multimedijalni slojevi podataka uključujući grafiku, sliku, zvuk, tekst, boju, broj, pokret.

Američka nacionalna naučna fondacija (US National Science Foundation) je još 1986. godine potpomogla rasprave o unapređenju naučno-istraživačkih programa koji se bave vizuelnim računarskim alatima i poslovima. Prednost je data hardveru, softveru i vizuelnim interfejs alatima i tehnikama za grafičko procesiranje. Precizirajući značenje vizuelizacije, narednih godina su utvrđene temeljne definicije i terminološki određen pojam vizuelizacije. Prva usvojena definicija je glasila: vizuelizacija je metod računanja koji transformiše simbole u geometriju omogućavajući istraživačima da prate njihovu simulaciju. Vizuelizacija pojednostavljuje tumačenje slikovnog zapisa i sintezu njegovih karakteristika. Ona je istovremeno alat za interpretaciju multidimenzionalnih podataka kojima se hrani kompjuter. Takođe, pod pojmom vizuelizacija podrazumeva se mehanizam za komunikaciju između čoveka i kompjutera (McCormick and all. 1987).

U GIS-u je vizuelizacija proces sažimanja informacija u svrhu saznanja, komunikacije i interpretacije formi i struktura iz realnog sveta. To vizuelno predstavljanje može biti simboličko, grafičko u vidu ikona ili čestih formi poput teksta, formule, zvuka. Digitalna kartografija je vizuelni iskaz GIS-a koji pruža brojne mogućnosti poput geovizuelizacije, animacija i trodimenzionalnog modeliranja, prostorne analize jednostavnog preklapanja i kreiranja tematskih karata.

1.2.2. Funkcijsko i konceptualno svojstvo GIS-a

Uglavnom, sve što se dogodi, dogodi se negde. Mesto događaja i odvijanja svih ljudskih aktivnosti je referentno vezano za Zemlju i određeno jedinstvenom lokacijom. Geografski informacioni sistemi su specijalizovani sistemi koji prate ne samo pojave, aktivnosti, događaje, već i to **gde** se pojave, aktivnosti i događaji nalaze. Na taj način geografska lokacija ili **gde** se nešto nalazi postaje bitan atribut aktivnosti, rukovođenja, strategija, planova i odluka. Ovo, ključno svojstvo GIS-a, postiže se

spregom tri savremena tehnološka segmenta: geografskih informacionih sistema; sistema za globalno pozicioniranje (GPS) i daljinske detekcije (RS-Remote Sensing).

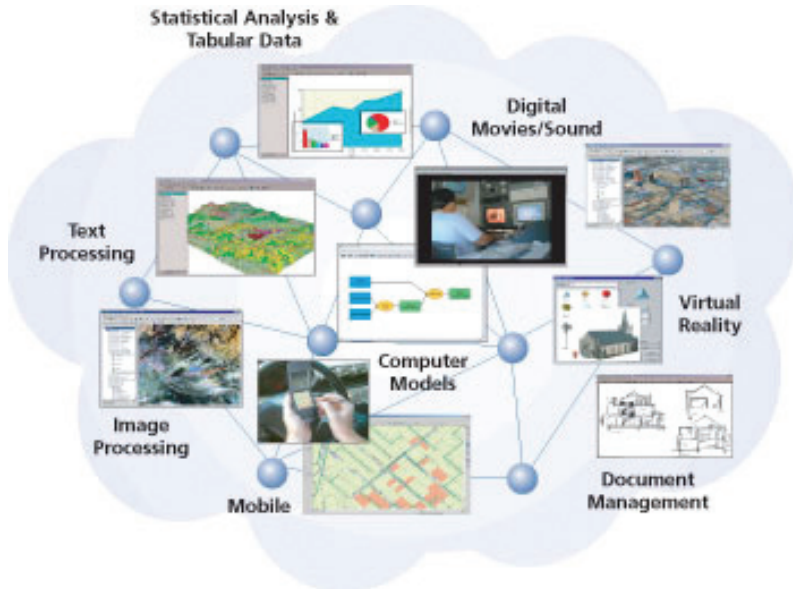
Konceptualno, geografski informacioni sistem obuhvata sve aspekte jednog geosistema i ima mogućnost procesiranja širokog skupa informacija o prirodi, stanovništvu i privredi. *Geografski prostor je realni sistem visokog nivoa složenosti. Procese unutar sistema prati nagli porast broja informacija o strukturama, funkcijama i relacijama.*

Međuzavisnost prostornih entiteta je višedimenzionalna, a različite potrebe korisnika zahtevaju visok stepen sinhronizacije većeg broja stručnjaka. Savremeni procesi u realnom geografskom prostoru izučavaju se primenom složenih analiza i raznovrsnih modela. Modeli otkrivaju nove ili ranije neidentifikovane relacije unutar sistema i time unapređuju jednostavno razumevanje sopstvenog okruženja.

1.2.3. Tehnološko svojstvo GIS-a

Tehnološki posmatrano, geografski informacioni sistem je kompjuterski sistem koji čine hardver, softver, prostorni podaci, tematski podaci, analitički alati za upravljanje, analizu i pokazivanje svih formi geo-referenciranih podataka.

Disciplina pod imenom Geografski informacioni sistem nastala je zahvaljujući digitalnoj tehnološkoj revoluciji koja se razvija i primenjuje u gotovo svim poljima čovekovog delovanja. U geografskom informacionom sistemu se uz pomoć novih tehnologija rukuje mapama odnosno kartografskim slojevima sa zasebnim podacima o pojavama i procesima na Zemlji. Svako svojstvo pojave u realnom svetu se nalazi u tabelama atributa i povezano je sa pozicijom na karti. Sa GIS-om se istražuju prostorni elementi i njihove osobine, bilo da se radi o tipu zemljišta, tragovima kriminalnih mreža, migracijama živog sveta, pronalaženju najboljih lokacija za biznis, tragovima zagađenja atmosfere ili donošenju odluka za rešavanje raznovrsnih problema.



Slika. 2. Integracija različitih izvora podataka u digitalnom obliku

Geografski informacijski sistem se projektuje tako da je moguće preuzimanje podataka iz različitih izvora, uključujući karte, satelitske fotografije, pisani tekst i statističke podatke. GIS senzori mogu direktno da skeniraju neke od navedenih podataka. Ukoliko operater skenira kartu ili fotografiju, specijalizovanim softverom ih konvertuje i dalje aranžira kao GIS bazu podataka (Slika 2).

Primena GIS-a kontinuirano raste. Korišćenje GIS-a omogućilo je da inženjeri mogu da projektuju puteve i saobraćajne sisteme; naučnici mogu da istražuju promene u životnoj sredini; vlade mogu da planiraju korišćenje zemljišta; vatrogasci i policajci mogu da planiraju rute svojih hitnih intervencija; biznismeni pronalaze i analiziraju tržišta. Mnogi privatni poslodavci koriste GIS da bi optimalno planirali svoje servisne usluge.

1.3. Komponente geografskih informacijskih sistema

GIS sadrži tri važne komponente – *kompjuterski hardver*, niz *aplikacionih softverskih modula* i odgovarajući *organizacioni sadržaj*, koji obuhvata obučene ljude. Sve navedeno treba da je usklađeno, kako bi sistem mogao da bude funkcionalan (Burrough, McDonnell, 2006). Pored, kompjuterskog hardvera, kompjuterskog softvera i kadra, osnovu svakog GIS-a čine, svakako, i *podaci* (Kukrika, 2000). O podacima će biti reči u narednim poglavljima knjige.

1.3.1. Hardverska osnova GIS-a

Glavne hardverske komponente GIS-a čine: računar, memorijski uređaji, skeneri, digitajzeri, ploteri, štampači i računarske mreže (Slika 3).



Slika 3. Glavne hardverske komponente GIS-a (Izvor: Burrough, McDonnell, 2006)

Računar ima hard disk drajv za memorisanje podataka i programa, dok se dodatna memorija može obezbediti kroz mrežu, optičkim CD/DVD-ROM-ovima i drugim sličnim uređajima.

Digitajzer ili skener se koristi za konvertovanje karata i dokumenata u digitalni oblik, kako bi se oni koristili u kompjuterskim programima.

Digitajzer se sastoji od table i kursora sa tasterima koji se koristi za snimanje lokacija na karti kroz x,y koordinate. Digitajzeri malih dimenzija nazivaju se *digitizing tablet*, a digitajzeri velikih dimenzija *digitizing tables*.

Skener je ulazni uređaj za konvertovanje analognih podataka u digitalne slike, crteže ili tekst najčešće sa papira u računar. Za dobijanje GIS podataka, skener konvertuje karte urađene na papirnoj podlozi u rasterske slike visoke rezolucije koje se direktno ili naknadno koriste za dobijanje vektorskih prikaza.

Plotter je uređaj odnosno automatizovan tehnički crtač koji predstavlja izlaznu jedinicu za izradu GIS prikaza na papiru ili filmu.

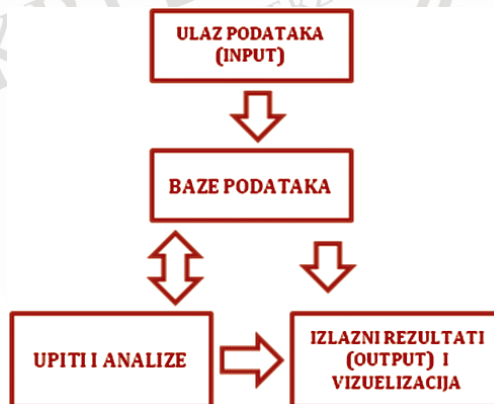
Namenjen je za izradu crteža i nacрта većih dimenzija i odličnog kvaliteta. Plotter iscrtava sliku pokretanjem pera preko površine papira na proizvoljan način. U tehnologiji plotera s ravnom pločom (*flatbed plotter*) papir se pričvršćuje na ploču elektrostatskim nabojem, vakuumom ili nekim drugim načinom. Pero se postavlja na početnu tačku crte, spušta se na površinu papira, pokreće se po površini papira do krajnje tačke i tada se podiže. U tehnologiji rotacijskih plotera (*drum plotter*) papir se rotira pomoću bubnja koji rotira, a pero se pokreće duž linijske putanje uzduž bubnja u oba smera. Najnovije promene u tehnologiji plotovanja se odnose

na korišćenje uređaja za crtanje umesto pera u boji. Time je znatno ubrzan proces crtanja kako linijskih entiteta tako i onih predstavljenih površinama. **Štampači** nove generacije, ink-džet, koriste elektronski prenos tuša iz ketridža na papir odnosno tuševi različite boje se ispuštaju kroz tanke mlaznice u glavi štampača kao odziv na elektronske signale iz GIS softvera.

Komunikacija između računara se obezbeđuje lokalnim ili globalnim elektronskim **mrežama**, korišćenjem optičkih vodova ili preko običnih telefonskih linija. Korisnik upravlja računarom i perifernim uređajima (opšti izraz za plotere, štampače, digitajzere i druge aparate koji su povezani sa računarom) preko ekrana računara i tastature, potpomognut „mišem“ ili uređajem za poentiranje (Burrough and McDonnell, 2006).

1.3.2. Softverska GIS arhitektura i funkcionalnost

Prema osnovnoj definiciji GIS uvek sadrži module za unos podataka, pakovanje i kreiranje baza podataka, za analizu i prikazivnje prostornih podataka. To zahteva postojanje softverske arhitekture koja treba da omogući kreiranje navedenih modula i pri tom da bude usklađena sa glavnim funkcijama GIS-a. Mesto i uloga modula prikazani su na Slici 4.



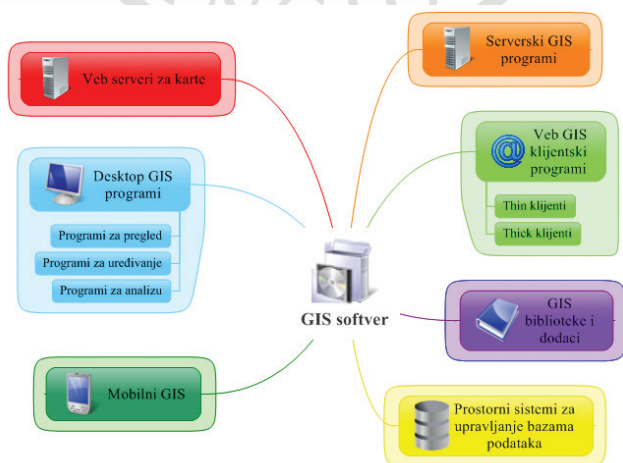
Slika. 4. Softverska arhitektura u GIS-u

Ukoliko bi jedan od modula bio izostavljen, sistem bi kompletno bio izgubljen i ne bi imao naziv i funkcije GIS-a.

Postoje različiti tipovi GIS programa, koji se razlikuju prema svojoj funkcionalnosti.

Najčešća je sledeća podela GIS softvera:

- ◆ *Desktop GIS programi* se koriste za kreiranje, uređivanje, upravljanje, analiziranje i predstavljanje geografskih podataka. Najčešće se dele na programe za pregled (GIS Viewer), uređivanje (GIS Editor) i analizu (GIS Analyst).
- ◆ *Sistemi za upravljanje prostornim bazama podataka (Spatial database management systems - Spatial DBMS)* koji se koriste za skladištenje podataka, ali često pružaju mogućnost analize i manipulacije podacima.
- ◆ *Web serveri za karte (WebMap Servers)* se koriste za distribuciju karata na internetu.
- ◆ *Serverski GIS programi (Server GIS)* u osnovi omogućavaju istu funkcionalnost kao i Desktop GIS programi, ali takođe omogućuju pristup putem mreža.
- ◆ *Web GIS klijentski programi (WebGIS Clients)* koriste se za prikaz i pristup analizama i upitima serverskom GIS-u preko interneta ili intraneta. Razlikuju se Thin i Thick Web GIS klijentski programi. Thin Web GIS klijentski programi (na primer, Web čitač koji se koristi za prikazivanje Google karata) obezbeđuju samo prikaz i upite, dok Thick Web GIS klijentski programi obezbeđuju dodatne alate za uređivanje, analizu i prikaz podataka.
- ◆ *GIS biblioteke i dodaci* omogućuju dodatne funkcije koje nisu deo osnovnog GIS programa, jer često nisu od značaja za prosečnog korisnika. Dodaci se mogu odnositi na alatke za analizu terena, alatke za čitanje specifičnih formata podataka ili alatke za kartografsko predstavljanje geografskih podataka.
- ◆ *Mobilni GIS (Mobile GIS)* podrazumeva softvere za korišćenje GIS-a na terenu (Steiniger and Weibel, 2009) (Slika 5).



Slika 5. Tipovi GIS softvera (Prema Steiniger,Weibel, 2009)

Dobavljači GIS softverskih rešenja su raznovrsni, kao i podaci koje GIS obrađuje. Postoje mala specijalizovana preduzeća, ali i velika razvojna softverska preduzeća koja proizvode GIS softvere (DeMers, 2009). U Tabeli 2. biće predstavljeni najznačajniji GIS dobavljači u svetskim okvirima.

Tabela 2. Glavni proizvođači GIS softvera u svetu

Opis kompanije	Logo kompanije	Logo softvera
<p>Environmental Systems Research Institute – ESRI (u daljem tekstu ESRI) zauzima najveće učešće na tržištu. Primarni proizvod ESRI-ja je ArcGIS. Ovaj proizvod je dostupan u različitim formama i cenama. Dostupan je online, kao server i u formi desktop verzije. Obuhvata vektorske i rasterske modele podataka, ali sadrži i novi model podataka „geografsku bazu podataka“ (geodatabase).</p>		
<p>PitneyBowes MapInfo se fokusira na upotrebu karata kao sredstva za donošenje odluka, čak i kod korisnika koji ne koriste GIS. Glavni cilj ovog preduzeća je da pruži proizvod što jednostavniji za korišćenje. Glavni proizvod ove kompanije je MapInfo Professional. Iako je primarno baziran na vektorskim bazama podataka, poseduje i rastersku kompatibilnost.</p>		
<p>Intergraph je poznat po svom glavnom GIS softverskom paketu GeoMedia Professional, koji je baziran na vektorskim podacima. Postoje posebni modaliteti ovog paketa kao što su GeoMedia Terrain za rad sa površinama, Grid za rad sa rasterima, Image za rad sa skeniranim slikama i satelitskim podacima, WebMap Professional za prikazivanje karata na Web-u.</p>		
<p>Clark Lab (Clark Univerzitet, Masačusets) imaju moćni i jeftini programski paket – IDRISI¹, koji obavlja GIS zadatke, ali i procesira slike dobijene daljinskom detekcijom. Aktuelna verzija ovog programa trenutno nosi naziv IDRISI Taiga. Clark Laboratories su lansirale i program Land Change Modeler koji uz dodatne mogućnosti, čini kompatibilan program sa ESRI-jevim ArcGIS-om.</p>		

1 Idrisi dobio ime po arapskom kartografu, geografu i putniku iz 12. veka **Abu Abdalah Muhamed al-Idrisiju**

Autodesk je najpoznatiji po svojim rešenjima za kompjuterske crteže (computer-aided drafting – CAD) - AutoCAD. Međutim, ovo preduzeće sada nudi i liniju geoprostornih programa dizajniranih da povežu CAD i GIS. Glavni geoprostorni program Autodesk-a se naziva Autodesk Geospatial i sastoji se iz više komponenti.

Autodesk

AutoCAD®

PCI Geomatics predstavlja preduzeće koje pruža kompletnu geoprostornu podršku. Glavni proizvod ove kompanije naziva se Geomatica. To je desktop softverski paket koji ima mogućnost rada kako sa rasterima tako i sa vektorima i podržava preko 100 tipova formata za prostorne podatke. Linija proizvoda ove kompanije prvenstveno je bila namenjena obradi slika dobijenih daljinskom detekcijom, ali trenutno omogućava brojne druge funkcije.




Leica Geosystems su se prvobitno fokusirali na digitalne slike. Vremenom, programski paket ove kompanije prerašao je u moćan GIS program baziran na rasterima. Primarni program ovog preduzeća je ERDAS IMAGINE.




Bentley Systems je vodeći snabdevač programskih rešenja za inženjering, arhitekturu i građevinarstvo. Glavni alat za kartiranje, planiranje i dizajniranje u ovim oblastima je softver koji se naziva Microstation (2D/3D CAD). Microstation GeoOutlook je sistem za kartiranje i GIS analizu.




GRASS GIS je program koji je originalno razvijan od strane Istraživačkih laboratorija za građevinski inženjering vojske Sjedinjenih Američkih Država (U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories), GRASS (Geographic Resource Analysis Support System – Sistem za podršku analizi geografskih resursa) postao je najkorišćeniji GIS softverski paket otvorenog koda. Ovaj program sadrži mogućnosti GIS analize, kao i mogućnost obrade podataka dobijenih daljinskom detekcijom. GRASS je proizvod sa brojnim verzijama. Koristi rasterske i vektorske podatke.



Izvor: DeMers, 2009.

1.3.3. Kadrovska osnova GIS-a

Za optimalan razvoj i primenu geografskih informacionih sistema neophodno je da korisnici poseduju određeni nivo obrazovanja. Posedovanje GIS znanja potrebno je za korišćenje raspoloživih i razvijanje različitih, novih aplikacija. Ovo je razlog što je obrazovanje specijalista u oblasti GIS-a danas deo obrazovnih programa u velikom

broju zemalja Amerike i Evrope koje su prihvatile GIS tehnologije i dostigle značajan stepen razvoja. Širina buduće primene GIS tehnologija zavisi umnogome od obrazovanja i obuke, kako onih koji rade na postavci i razvoju GIS-a, tako i potencijalnih korisnika (Muškatirović i Jovanović, 1996)

Da bi se taj cilj dostigao, u razvijenim zemljama sveta univerziteti realizuju obrazovne i istraživačke GIS programe na oko 930 univerziteta. Samo u SAD, za tu naučnu oblast ustanovljeni su studijski programi na 232 univerziteta, u Nemačkoj na 82, Velikoj Britaniji 78, Kanadi 58, Austriji 13 univerziteta, itd. Za Sjedinjene Američke Države se može reći da su prva zemlja u svetu po razvoju GIS-a, a za ESRI iz Redlensda, Kalifornija, da je prvi i vodeći svetski GIS centar.

Kingston University London je prva obrazovna institucija u svetu koja je 1989. godine ponudila trogodišnje (bachelor's degree) studije u oblasti GIS-a, potom master studije i studije na daljinu (Field, 2011).

Istraživanja i obrazovanje u oblasti primene GIS tehnologija na univerzitetima u Holandiji imaju najdužu evropsku tradiciju. Sredinom 1980. god. akademske aktivnosti na polju GIS-a dobile su veliki podsticaj. Osnovane su GIS laboratorije za istraživanja i obrazovanje u Utrehtu i Delftu kao i Međunarodni institut za nauke o zemlji u Enshedeu.

Obrazovani kadrovi kreiraju GIS pakete, zatim se bave analizama u okruženju uz posedovanje opštih znanja o procesima, pojavama i objektima i kvalifikovanog poznavanja osnovnih GIS funkcija. Takođe, realizacija GIS-a podrazumeva dobru organizaciju stručnih timova koji planiraju, izvršavaju, i rukuju GIS-om. Zbog univerzalnog značaja i složene prirode GIS-a, kao i činjenice da je neophodno razmatranje i utvrđivanje naučno-stručnog fundamenta ove discipline, kod nas je organizovan naučni skup koji se bavio ključnim pitanjima poput institucionalizacije, obrazovanja, standardizacije, baza podataka, primene, izrade projekata, itd.²

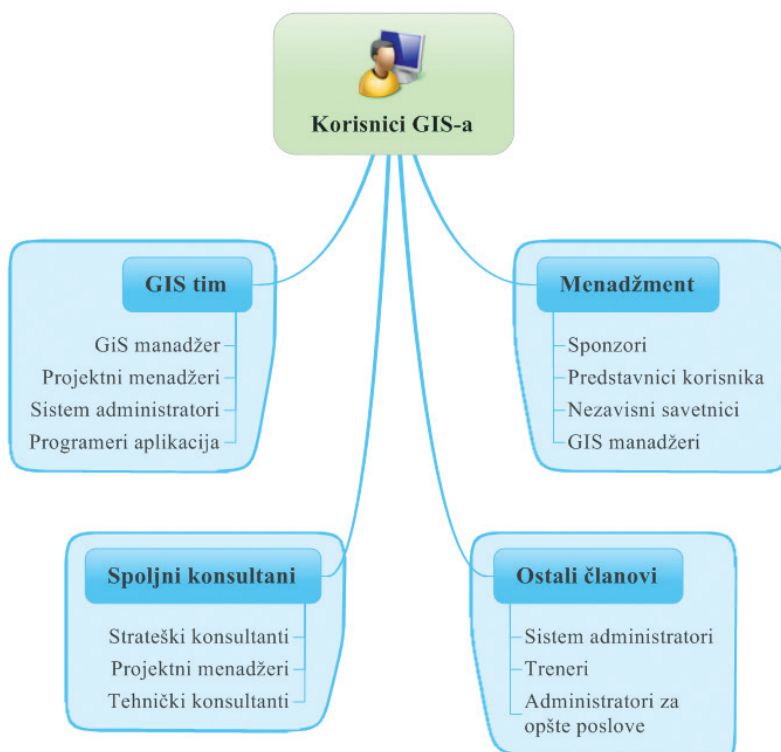
GIS projekti mogu da budu realizovani tako da u njima učestvuje samo jedan korisnik odgovoran za dizajn, sprovođenje i izlazne podatke, do velikih međunarodnih udruženih sistema gde postoje čitavi timovi ljudi koji sarađuju putem GIS-a. Za većinu organizacija, uvođenje GIS-a je velika promena koja zahteva izvesno unutrašnje restrukturiranje, obuku osoblja i brži protok informacija. U određenim ekonomskim sektorima, organizacije koje odlikuje fleksibilnost, a koje imaju odgovarajuće izvore informacija i jasnu predstavu o tome kako se koristiti GIS, uspešnije će uvesti GIS. Kada se formira i uspostavi GIS u organizaciji, često se dešava da se njegova upotreba brzo širi u svim sektorima. Integracija GIS-a sa politikom korporativnih informacionih sistema i sa politikom planiranja često je esencijalni preduslov za uspešno poslovanje (Longley et al., 2005).

2 Godine 1996. održan je Prvi jugoslovenski naučni skup pod nazivom YUGIS'96, u Beogradu, pod pokroviteljstvom Srpske akademije nauka i umetnosti. Geografski informacioni sistemi se još uvek ne izučavaju kao zasebni studijski programi već kao pojedinačni predmeti u sklopu studija na fakultetima prirodnih, tehničkih i društvenih nauka. (Jovanović, Mihailović, 1996)

Mnogi vidovi upotrebe GIS-a zahtevaju angažovanje velikog broja ljudi. Za velike državne institucije i infrastrukturne sisteme, uglavnom u razvijenim zemljama, nije neuobičajeno da imaju više od 100 osoba uključenih u poslove GIS-a.

U okviru složenijih GIS projekata, funkcijama GIS-a bave se timovi stručnjaka. Tačan broj timova i njihove precizne uloge variraju od projekta do projekta. Isti timovi mogu obavljati više različitih uloga. Slika 6. prikazuje mogući pogled na glavne uloge timova u srednjim i velikim GIS projektima.

Svakodnevni kontakt sa GIS projektom uglavnom ima glavni GIS tim, GIS korisnici i spoljni konsultanti. Svi značajni GIS projekti su pod stalnim nadzorom menadžmenta preduzeća, ali i određenog broja krajnjih korisnika (Longley et al., 2005).



Slika 6. Moguće vrste timova u srednjim i velikim GIS projektima (Izvor: Longley et al., 2005)

Obrazovani ljudski resursi u GIS-u, uz odgovarajuće treninge, utiču na formulisane korisničkih zahteva podupirući njegovu upotrebu za podršku odlučivanju.

2

NASTANAK I FAZE RAZVOJA GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA

Geografski informacijski sistem je nastao kao potreba za preciznim sagledavanjem procesa u realnom geosistemu gde rastu složenost događaja i potreba za pravovremenom kontrolom i upravljanjem. Njihov razvoj je spregnut sa napretkom računarske tehnike, namenskog softvera i digitalne kartografije. U temelju GIS-a je tehnologija za bazične operacije merenja, kartiranja i analize realnog, odnosno geografskog prostora. Razvoj i njegova primena odvija se veoma brzo, onako kako zahtevaju prirodne i društvene promene. Današnji civilizacijski razvoj zahteva bolju tehnologiju, bolje sisteme, nauku, bolji menadžment i racionalno korišćenje ukupnih potencijala životne sredine.

Složen razvoj antropogenih procesa, samo tokom 20. veka, dramatično je izmenio geografski prostor. Problemi kojima pristupa savremena nauka dobijaju dimenzije globalnih promena i ogledaju se u stanju u životnoj sredini, urbanim koncentracijama i rastu gradova, vodi - najvećem strateškom problemu, geografiji tržišta, transferu kapitala, znanju i informacijama. Geografska informaciona nauka je nastala u cilju traženja puta ka boljem razumevanju i predviđanju snaga u svetu gde je ljudski faktor u neprekidnoj interakciji sa fizičkim okruženjem.

Geografski informacijski sistemi opisuju, analiziraju, tumače i predviđaju pojave i procese koji nastaju u realnom geografskom prostoru. Oni su u savremenom informatičkom, kompjuterskom i akademskom okruženju prepoznatljivi kao nauka, tehnologija, disciplina i tehnološka podrška. Istovremeno, specijalizovani informacijski sistemi, kao što je GIS, savladali su put od sistema (*systems*) do geografske informacione nauke (*science*) i dovedeni do mogućnosti rukovanja *geografskim informacijama* na naučnim principima. Geografska informaciona nauka je ustanovljena na principima koji koordiniraju *tehničko-tehnološke* segmente razvijane za rukovanje prostornim podacima, specijalne metode *analize* ključne za prostorne podatke i naročito organizovanje (*management*) i rukovanje prostornim podacima.

2.1. Faza tehnološkog i naučnog razvoja

Tokom šezdesetih i sedamdesetih godina 20. veka nastali su novi trendovi u načinima korišćenja podataka o prirodnim resursima tla i zemljišta. Shvatanjem da različiti vidovi zemljine površine ne funkcionišu nezavisno jedni od drugih, a u trenutku kad se nije raspolagalo dovoljnim sredstvima za rad sa velikom količinom različitih podataka, ljudi su nastojali da ih procenjuju integrisanim, multidisciplinarnim pristupom (Burrough and McDonnell 2006).

GIS je zapravo iznikao iz aktivnosti u okviru četiri različite discipline (Slika 7):

- ◆ *kartografije*, koja je pokušavala da automatizuje proces pravljenja karata zamenom crteža vektorskom digitalizacijom;
- ◆ *kompjuterske grafike*, koja je imala brojne aplikacije digitalnih vektorskih podataka izvan kartografije, posebno u dizajnu građevina, mašina i industrijskih postrojenja;
- ◆ *baza podataka*, koje su kreirale opšte matematičke strukture koje su mogle rešavati probleme predstavljene računarskom grafikom i računarskom kartografijom; i
- ◆ *daljinske detekcije*, koja je stvorila veliki broj digitalnih podataka (Konecny, 2003).



Slika 7. Međusobni odnosi između različitih disciplina i GIS-a (Izvor: Konecny, 2003)

Istorija GIS-a započinje 1959. godine koncipiranjem kompjuterskog kartografskog modela autora **Walda Toblera** nazvanog MIMO (map in-map out), zasnovanog na principima geokodiranja, načina prikupljanja podataka, analize i prikazivanja.

Roger Tomlinson, „otac GIS-a“ (Gilfoyle, Thorpe, 2004; Taylor, Lauriault, 2007), kreirao je prvi Kanadski geografski informacioni sistem za poljoprivrednu agenciju (Canada Geographic Information System – CGIS) 1968. godine (Konecny, 2003). Cilj prvog GIS-a bio je da se uradi tačan inventar prirodnih resursa i potencijala države. Tada je GIS razvijan kao merni alat (prevođenje analognih u digitalne podatke) i kao sistem za čuvanje sakupljenih podataka.

Godine 1963. formirana je asocijacija (Regional Information System Association - URISA) sa ciljem da radi na upotrebi informacionih tehnologija u rešavanju problema planiranja, javnih poslova, životne sredine, službi hitnih intervencija, poslovima lokalnih uprava. Najopštije, ova organizacija radila je na integraciji tehnologija i proučavanju prostora u funkciji poboljšanja kvaliteta života u regionalnom okruženju.

U Ujedinjenom Kraljevstvu 1965. godine osnovano je Odeljenje za eksperimentalnu kartografiju (The Experimental Cartography Unit – ECU) Istraživačkog saveta za prirodno okruženje (Natural Environment Research Council - NERC). Odeljenje je bilo pod vođstvom David-a Bickmore-a koji se od 1963. godine bavio pokušajima da automatizuje kartografiju (Konecny, 2003).

Tokom 1960-tih godina **Howard Taylor Fisher** osnovao je laboratoriju za kompjutersku grafiku na Harvardu (Harvard Lab for Computer Graphic), važan istraživački centar koji započinje kreiranje softvera za rukovanje prostornim podacima. Ovaj istraživački centar postavlja teorijske osnove uspešnog industrijskog razvoja GIS-a, kroz razvoj Simepa (Synagraphic³ Mapping System – Symap), pionirskog programa za automatsko kompjutersko kartiranje. **Howard Taylor Fisher** je bio urednik i saradnik prestižne publikacije „Harvard Papers in Theoretical Cartography“. Godine 1971. objavio je knjigu „Mapping Quantitative Information“.

U razvoju Symapa-a učestvovali su i **David Sinton** (Intergraf), **Jack Dangermond** (ESRI), itd.

Pre skoro dve decenije (**Franklin 1992. godine**) je proračunato da **80 %** svih podataka ima georeferenciranu, odnosno prostornu odrednicu. Dostupnost geografskim podacima i informacijama rasla je zajedno sa zahtevima korisnika IT alata i instrumenata. Baze prostornih podataka su se razvijale u funkciji rešavanja realnih zahteva korisnika i nisu bile stalno prisutni element pri donošenju prostornih odluka.

Razvoj baza podataka za geografske informacione sisteme pokrenuo je aktivnosti koje su realizovane u popisnom birou SAD (US Bureau of Census). Projekat AUTOMAP razvijen je u američkoj agenciji CIA (Central Intelligence Agency) kao i transportni informacioni sistem američke mornarice.

Jack i Laura Dangermond 1969. godine osnivaju Institut za istraživanje životne sredine (Environmental Systems Research Institute – ESRI), kao privatnu konsultantsku grupu. Iste godine Jim Meadlock ustanovljava Intergraf korporaciju (Intergraph Corporation). Dve navedene kompanije i kompanija Siemens (Siemens) predstavljaju prve lidere među kompanijama koje su doprinele značajnom razvoju GIS-a (Konecny, 2003).



Foto 1. Roger Tomlinson

(Izvor: <http://www.esri.com/news/arc-news/fall01/articles/fall01gifs/p2p4.jpg>)

3 Naziv potiče od grčke reči *synagein*, što znači sakupiti, odnosno *sinago* što znači skupim, okupim.



Foto 2. Jack Dangermond

(Izvor: http://jegans.files.wordpress.com/2010/06/jack_lg.jpg)

Sedamdesete godine 20. veka obeležene su realizovanim GIS projektima u Američkom odeljenju za poljoprivredu na univerzitetu Berkli (US Department of Agriculture at Berkley); u Odeljenju za transport (Highway Inventory Information Systems) na Hebrejskom univerzitetu u Jerusalimu - Urban Atlas of Jerusalem; GEOMAP projekat na teritoriji Švajcarske, itd. Prvi simpozijum, workshop i konferencija o geografskim informacionim sistemima održana je 1970. godine u Otavi, Kanada.

Razvoj i primena geografskog informacionog sistema je ubrzala nastanak i kreiranje baza podataka o Zemlji. U tu svrhu, godine 1972. NASA je lansirala prvi satelit LANDSAT (ERTS); 1975. god.- LANDSAT 2; 1978. god.- LANDSAT 3; 1982. god. LANDSAT 4; 1984. god.- LANDSAT 5; 1992. god. - LANDSAT 6; 1997. god. - LANDSAT 7. Godine 1997. NASA je objavila program istraživanja i prikupljanja podataka o Zemlji pod nazivom „NASA New Millennium program“.⁴

GIS sistemi su se u početnoj fazi sporije razvijali, sve do kasnih sedamdesetih godina kada ih je tehnološki upliv i niža cena kompjutera učinila dostupnim širokom krugu korisnika.

Istorijski posmatrano, GIS se paralelno razvijao u Severnoj Americi, Evropi i Australiji, ali uvek sa naglaskom na prvobitnom američkom doprinosu njegovom razvoju koji je publikovan najranijim radovima.

Kanadski zemljišni popis (Canada Land Inventory) rezultat je napora federalnih i lokalnih vlasti u cilju identifikacije nacionalnih zemljišnih resursa i potencijala za dalje korišćenje. GIS je zamišljen kao kompjutersko-kartografski merni sistem. Nacionalne kartografske agencije kao što su: Britanski osnovni zemljišni premer (Britain's Ordnance Survey), Francuski nacionalni geografski institut (France's Institut Géographique national), Američki centar za geološka istraživanja (US Geological Survey) svoje su investicije usmerile na nabavku računarskih tehnologija i njihovu primenu u kartografskoj produkciji.

Proces izrade karata se višestruko ubrzao u odnosu na dotadašnju ručnu izradu i redizajn. Period između 60-tih i 70-tih godina 20. veka vreme je prve automatizacije i kompjuterskog načina kreiranja karata. Velika Britanija je prva zemlja koja je 1995. godine imala kompletnu digitalnu kartu svoje teritorije sa bazom podataka.

⁴ Sastanak je održan u Jet Propulsion laboratoriji u Pasadeni, Kalifornija. Dogovorena je realizacija programa upotrebe tehnologije i tehnika za osmatranje planete Zemlje, razvoja instrumenata, prikupljanja, obrade i distribucije podataka o objektima i procesima referentno vezanim za Zemlju.

Daljinska detekcija (Remote Sensing) je važan segment u razvoju GIS-a, kako kao tehnološka podrška, tako i kao izvor podataka. Prvi satelit, 1950. godine razvijen je i instaliran u velikoj tajnosti za prikupljanje obaveštajnih i poverljivih informacija. Uz nadzor vojnih službi i obaveštajnih zajednica prikupljeni materijali su otvoreni za civilnu upotrebu i razvoj GIS-a. Od 70-tih godina 20. veka počinje progresivan razvoj daljinske detekcije za civilnu upotrebu. Razvija se serija LANDSAT programa. Time se dobijaju ogromni resursi novih podataka o izgledu zemljine površine uz korišćenje tehnologija, klasifikacija i prepoznavanja oblika koji su prethodno primenjivani u vojne svrhe. Vojni centri su razvijali daljinsku detekciju u funkciji jedinstvenog sistema merenja lokacija u cilju preciznog određivanja lokacija za upotrebu interkontinentalnih balističkih raketa. Ovaj tehnološki razvoj je vodio direktno do pozicione kontrole vojnih i civilnih operacija. Vojne potrebe su kasnije dovele do razvoja sistema za globalno pozicioniranje (GPS- Global Positioning System) koji je, kao i daljinska detekcija, uveliko ušao u civilnu upotrebu.

2.2. Ekspanzija i komercijalizacija GIS-a

Prvi veći uspon GIS doživljava osamdesetih godina 20. veka, kada počinje faza koju karakteriše *komercijalizacija* GIS-a. Razvoju GIS-a u ovom periodu znatno je doprinela rastuća moć računara, širenje računarskih mreža i smanjenje cena hardvera. Na širinu upotrebe GIS-a takođe je uticala ekspanzivna upotreba personalnih računara, za kojom je sledila i upotreba personalnih GIS rešenja (Martin, 2005). Prva velika preduzeća koja počinju sa korišćenjem GIS-a u svojim svakodnevnim aktivnostima bila su iz oblasti šumskog gazdinstva i agencija za praćenje eksploatacije i kvaliteta prirodnih resursa. Softverski paketi koji su neophodni za korišćenje GIS-a postaju sve kompleksniji ali i dostupniji. Njihova cena varira od par stotina dolara do više desetina hiljada dolara, u zavisnosti od toga šta se u „paketu“ dobija ([Http://georgije.ekof.bg.ac.yu](http://georgije.ekof.bg.ac.yu)).

Era komercijalizacije započinje 1981. godine sa razvojem prvog komercijalizovanog softvera pod nazivom ArcInfo. Godine 1985, Sistem za globalno pozicioniranje (Global Positioning System - GPS) postepeno postaje glavni izvor podataka za navigaciju, geodetska merenja i kartiranje. U ovoj fazi pojavljuje se prvi udžbenik o GIS principima (Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, 1986). Godine 1987. pojavio se međunarodni časopis o geografskim informacionim sistemima „International Journal of Geographic Information Systems“, koji predstavlja prvi akademski časopis koji je potpuno bio posvećen razvoju GIS-a. Ubrzo potom veliki broj akademskih časopisa je posvetio veću pažnju GIS-u (pojedini su modifikovali svoje nazive da bi što eksplicitnije inkorporirali GIS u svoju tematiku). Godine 1994. formiran je OpenGIS® konzorcijum između GIS prodavaca, vladinih agencija i korisnika radi poboljšanja interoperabilnosti.

Tokom devedesetih godina desilo se nekoliko važnih tehničkih i organizacionih inovacija koje su znatno pomogle širokoj primeni i shvatanju GIS-a. Prva je svest – mnogi ljudi sada znaju zašto je važno biti u mogućnosti da se efikasno rukuje velikim količinama prostornih informacija, iako još mnogo više njih treba ubediti u to. Prikupljeno je mnoštvo znanja o tome kako treba efikasno početi sa kartiranjem pomoću računara i GIS-a. Drugo, od sredine devedesetih godina računarska tehnologija je obezbedila veliku moć obrade i memorijske kapacitete sa umerenim cenama personalnih računara, omogućujući na taj način da GIS bude korišćen i od strane pojedinaca i organizacija sa ograničenim budžetima. Treće, mnogi računari su povezani elektronskom mrežom, što omogućava da podaci i softver budu na raspolaganju svima. Četvrto, standardizacija u povezivanju između programa za baze podataka i drugih kompjuterskih programa znatno je olakšala obezbeđivanje funkcionalnosti u obradi velike količine podataka. Peto, osnovna funkcionalnost koja je neophodna za obradu prostornih podataka široko je prihvaćena do nivoa gde tržištem dominira ograničen broj komercijalnih sistema, što dovodi do najvećeg stepena uniformnosti (Burrough and McDonnell 2006).

Brz rast primene GIS-a 90-tih godina doveo je do pojave velikog broja GIS standarda i prezasićenih tržišta. GIS softverska preduzeća su konstantno plasirala nova programska rešenja i inovacije. Nažalost, to je dovelo do konfuzije korisnika po pitanju pravog GIS rešenja i jedinstvenog korisničkog okruženja. Pored nepostojanja jedinstvenog korisničkog okruženja, veliki problem prilikom primene GIS-a je i sam način savladavanja osnovnih operacija. Većina korisnika GIS-a, kako među početnicima tako i među naprednijim korisnicima, upotrebljava samo pojedine funkcionalne delove GIS programskih sistema. Istovremeno, postoji veliki broj onih koji odbijaju upotrebu GIS-a verujući da je upotreba suviše komplikovana, suviše tehnički i vremenski zahtevna. Glavni problem je obuka korisnika GIS-a parcijalnim učenjem pojedinih operacija, jer za dostizanje maksimuma ovog sistema potrebno je razumevanje njegovog ukupnog potencijala. Čak i razumevanje osnovnih koncepata može suštinski pomoći prilikom prenosa, analize i konačne upotrebe geografskih informacija.

Razvoj GIS-a prvenstveno je bio uzrokovan tehničkim dostignućima, a manje teorijskim doprinosom. Mnogo godina glavni izvor literature bili su zbornici radova sa konferencija koje su održavale organizacije kao što su Auto Carto ili Američko društvo za fotogrametriju i daljinsku detekciju (The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing - ASPRS). Fokus ovih konferencija bio je na specifičnim tehničkim dostignućima i projektnim aplikacijama. Sredinom devedesetih godina 20. veka važnost hardverskih troškova i njegove mogućnosti sve više su bile potiskivane temama koje su se bavile organizacionim faktorima koji određuju pravce i mogućnosti GIS-a. Pojavile su se nove međunarodne organizacije koje su organizovale kongrese kojima je GIS bio primarni fokus. Ovaj period je bio vreme kada se širila GIS zajednica. Istovremeno, komercijalni magazini kao što su Mapping Awareness, GIS World i GIS Europe doživeli su značajan rast tiraža. Početkom devedesetih godina objavljeno je i 50-tak knjiga koje su se bavile GIS-om (Kent and Lancour, 1982; Martin, 2005).

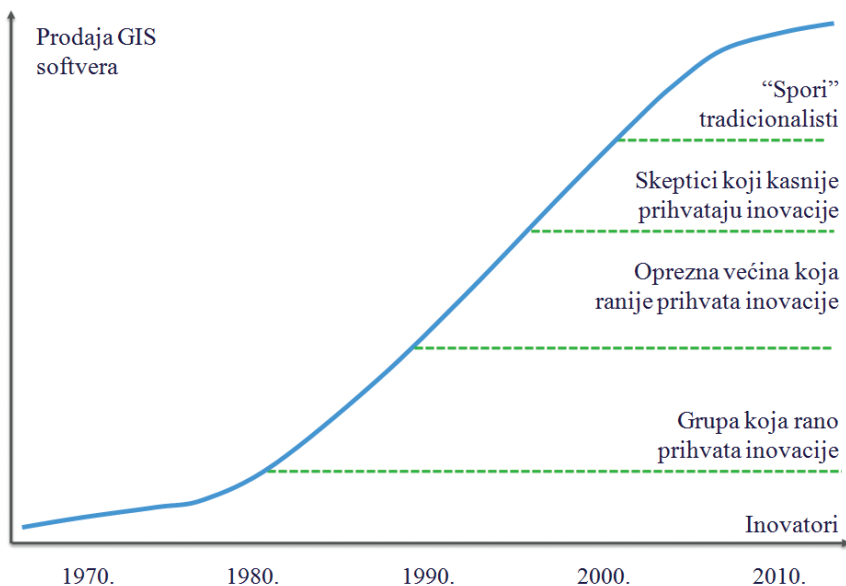
Treća faza razvoja GIS-a - faza **eksploatacije** - počinje 1999. godine, lansiranjem nove generacije satelitskih senzora IKONOS (rezolucija 90 cm) i 2001. godine Quickbird (rezolucija 62 cm). SAD su objavile online Nacionalni atlas 2002. godine. Godinu dana kasnije UK objavljuje online nacionalnu statistiku (ekonomsku, demografsku i društvenu na lokalnom i regionalnom nivou). Elektronska vlada SAD, 2003. godine, objavljuje geoprostorne podatke na sajtu www.geodata.gov.

Razvoj tri primarne tehnologije za obradu prostornih podataka (kompjuterske kartografije, obrade slika i GIS-a) doveo je do situacije da postoje tri različita komercijalna tržišta za svaku od tehnologija, ali sa rastućom tendencijom njihove integracije. Istovremeno, postoji veliki broj GIS paketa namenjenih za personalne računare. Sofisticiranije verzije GIS programa razvijaju se na univerzitetima i u stručnim agencijama i preduzećima koje ih globalno distribuiraju. Iako je povećana moć personalnih računara omogućila primenu naprednih funkcija GIS-a na ovim platformama, moćne „radne stanice“ (workstations) su i dalje omiljene platforme glavnih GIS dobavljača.

Iako postoji već više decenija GIS svoju potpunu upotrebu doživljava tek u poslednjih 10-tak godina. Slika 8. prikazuje klasični model difuzije GIS-a, originalno razvijen od strane Everett Rogers-a 2003. godine (Longley et al., 2005).

Rogers-ov model deli osobe koje usvajaju inovacije u pet kategorija:

1. *smeli inovatori* – voljni da prihvate rizik i trpe nerazumevanje od strane okruženja;
2. *grupa koja rano prihvata inovacije* – formiraju mišljenja i predstavlja model za uzor;
3. *oprezna većina koja ranije prihvataju inovacije* – voljni su da razmotre prihvatanje inovacija tek posle prihvatanja od strane modela za uzor;
4. *skeptična većina koja kasnije prihvata inovacije* – kod ove grupe je neophodan širi pritisak i ubeđivanje od strane okoline pre nego što prihvate inovaciju i
5. *spori tradicionalisti* – grupa osoba orijentisanih na prošlost.



Slika 8. Klasični Rogers-ov model difuzije inovacija primenjen na GIS

(Izvor: autori na osnovu Longley et al., 2005).

Upotreba GIS-a se trenutno nalazi u fazi prihvatanja skeptične većine koja kasnije prihvata inovacije, iako postoje područja primene koja su razvijenija od drugih. Inovatori, koji su dominirali na ovom polju tokom 70-tih godina, uglavnom su bili zaposleni na univerzitetima i u istraživačkim organizacijama. Grupa onih koji rano prihvataju inovacije pojavila se u toku 80-tih godina i većinu su činili pojedinci iz vladinih ustanova i vojnog establišmenta. Oprezna većina onih koji rano prihvataju inovacije, uglavnom iz privatnog sektora, istakla se sredinom 90-tih godina (Longley et al., 2005). U 1995. godini bilo je procenjeno da su GIS tehnička rešenja bila instalirana na više od 93.000 mesta širom sveta. Dok Severna Amerika (65%) i Evropa dominiraju (22%) ovom korisničkom bazom, mnoge druge zemlje tek počinju da eksploatišu mogućnosti GIS-a (Burrough and McDonnell, 2006).

Glavno pitanje koje se danas postavlja pri odlučivanju o primeni GIS-a je: „Da li želimo da ostvarimo konkurentsku prednost time što ćemo biti deo većine ili da čekamo da se tehnologija u potpunosti prihvati?“ (Longley et al., 2005). U svetu postoji oko milion stalnih korisnika GIS-a i oko 5 miliona povremenih korisnika. Kompanije koje proizvode i pružaju GIS usluge godišnje zarade oko 6,9 milijardi dolara (2004. godina), sa 10% rasta na godišnjem nivou ([Http://georgije.ekof.bg.ac.yu](http://georgije.ekof.bg.ac.yu)). Predviđa se da će narednih 10-tak godina označiti novu eru upotrebe geografskih informacija, koje će GIS uključiti u svakodnevni život (Martin, 2005).

Da bismo eksplicitno opisali ono što znamo koristimo različite kodove. **Podaci** jesu kodovane činjenice koje počinju da egzistiraju kada su registrovane, odnosno zabeležene određenim simbolima. Stoga, podaci se sastoje od brojeva, reči, zvuka, slike, teksta ili simbola koji su u izvesnom smislu neutralni i gotovo kontekstno-slobodni. Primer za podatke može da bude: broj stanovnika, broj računara, temperatura vazduha u određeno vreme na određenoj lokaciji, itd. Tradicionalni *alfanumerički podaci* sadrže brojeve i alfabetske znakove koji se upotrebljavaju za opisivanje transakcija i događaja. Tekstualni podaci se sastoje od rečenica i paragrafa koji se koriste u verbalnoj ili usmenoj i pismenoj komunikaciji. *Slikovni podaci* su u osnovi raznovrsni grafički oblici i slike, dok se *zvučni podaci* sastoje od ljudskog glasa i ostalih zvukova koji predstavljaju poseban oblik podataka. Složen oblik podatka u čijoj osnovnoj formi je i tekst jesu *multimedijalni podaci*. Tekst potencijalno uključuje slike, crteže, dijagrame, tabele, audio i video zapise, ali i forme objekata (zgrade, puteve, odeću, hranu, itd).

Podaci (množina od imenice - podatak) su spakovani zajedno u bazu podataka, a njihove količine su određene potrebama tipične aplikacije.

Podaci koji opisuju bilo koji deo Zemljine površi ili neke njene osobine nazivaju se **geografski podaci**. Oni nisu samo kartografski ili rezultat naučnih analiza već i podaci o poslovanju, korišćenju zemljišta, fotografije, podaci o kupcima, putnicima i putovanjima, državama, legalnim dokumentima, video materijalima, itd. Geografski podaci, informacije i najopštija geografska znanja više nisu samo za geografe, naučnike ili posebne akademske krugove. Geografski podaci se danas mogu naći svuda, od baza podataka do poslovnih aplikacija. Centralno mesto poslovnih aplikacija je odgovor na pitanja: gde se to nalazi? šta se tu nalazi? kakvih je svojstava? Biznismeni upravljaju svetom informacija o tržištima, kupcima, demografskom profilu, e-mail listama, itd. Praktična (upotrebna) vrednost geografskih informacija je u posedovanju podataka o: lokacijama, adresama, rastojanjima, granicama, rasprostranjenju i mogućnostima upravljanja prirodnim, društvenim i privrednim pojavama.

Prostorni podaci su „srce“ svake GIS procedure i aplikacije. Njihovim unosom u računar stiče se nov kvalitet koji geografski informacioni sistemi donose upravljačkim informacionim sistemima. Atributskim podacima i neprostornim informacionim sistemima se uz pomoć GIS-a dodaju digitalne geometrijske karakteristike. Prostorni podatak je georeferenciran njegovom lokacijom na površi Zemlje. To podrazumeva tačno zabeleženu lokaciju, određen koordinatni sistem, jedinice mere i projekciju karte. Kada se prikazuje, prostorni podatak uvek ima odgovarajuću razmeru kao i na papirnoj karti.

Prostorni podatak je u osnovi još jedno svojstvo uz čiju pomoć dolazimo do specifičnih, potpunijih znanja o geografskim fenomenima kojima želimo da upravljamo, manipulišemo, analiziramo ili zadovoljimo široki krug potreba.

Drugi tipovi prostornih podataka mogu biti orijentisani samostalno prema vrsti prikaza, odnosno prezentacije sa ograničenim brojem pristupa.

3.1. Temeljne osobine podataka

U svakom informacionom sistemu, pa i u geografskom informacionom sistemu, podaci predstavljaju osnovu informacionog sistema. Podaci u GIS-u su po više karakteristika specifični u odnosu na podatke u konvencionalnim informacionim sistemima.

Informacioni sistemi poput bankarskih informacionih sistema, informacionih sistema osiguravajućih agencija, informacionih sistema iz oblasti trgovine ili proizvodnje, najčešće imaju dve osnovne karakteristike podataka - to su tematska i vremenska karakteristika.

Za razliku od podataka u konvencionalnim informacionim sistemima podaci u geografskim informacionim sistemima, osim tematske i vremenske karakteristike imaju i prostornu karakteristiku. Upravo ta prostorna karakteristika podataka, geografski informacioni sistem čini posebnim.

Pod prostornim karakteristikama entiteta podrazumevaju se apsolutne i relativne prostorne odrednice. Apsolutnim prostornim odrednicama definiše se prostorni položaj, oblik i veličina entiteta. Apsolutne prostorne odrednice osim što definišu prostorni položaj, definišu i geometriju entiteta. Iz tog razloga ti podaci su nazvani *geometrijski podaci*. Pod relativnom prostornom odrednicom podrazumeva se relativni položaj, odnosno relativni međusobni odnos entiteta u prostoru. Podaci koji definišu relativne prostorne odrednice entiteta nazvani su *topološki podaci*. Zajedno, geometrijske i topološke karakteristike definišu prostorne karakteristike entiteta. Odnosno, skup koji čine podaci o geometriji i topologiji entiteta predstavlja skup prostornih podataka.

3.2. Tematske karakteristike podatka

Tematske karakteristike podataka imaju najširu oblast definisanja. Ako vremensku karakteristiku predstavimo sa pitanjem „kad?“, prostornu sa „gde?“, tematska se predstavlja sa nizom pitanja, poput „ko?“, „šta?“, „koliko?“, „na koji način?“ i sl.

Vrlo često se vremenska karakteristika čvrsto veže za tematsku karakteristiku, pa se uslovno može smatrati posebnim oblikom tematske karakteristike. Sa stanovišta geografskih informacionih sistema, pod tematskim karakteristikama mogu se smatrati sve karakteristike entiteta koje nisu prostorne. Tematske ili neprostorne karakteristike entiteta definisane su tematskim, odnosno neprostornim podacima. Prema sadržaju, tematske podatke možemo podeliti na:

- ◆ podatke o ljudima (demografski podaci),
- ◆ socio-ekonomske podatke i
- ◆ podatke o osnovnim elementima prirode.

Nesumnjivo je da demografski podaci predstavljaju osnovu velikog broja informacionih sistema. U ovu grupu podataka spadaju svi podaci koji se odnose na čoveka, kao što su broj, obrazovanost, zdravstveno stanje, visina, starost, migracije, itd.

U grupu socio-ekonomskih podataka spadaju podaci kojima se na kvantitativan i kvalitativan način definišu delatnosti čoveka. U ovu grupu spadaju podaci koji se odnose na privredne i neprivredne delatnosti čoveka. Broj i struktura podataka kojima se definišu privredni pokazatelji su veoma različiti i zavise od same grane delatnosti. Uglavnom se odnose na nivo proizvodnje, prihod, broj noćenja, količinu prevezene robe, itd. Najčešći podaci o neprivrednim delatnostima (obrazovanje, nauka, kultura, informisanje, itd.) su broj studenata, broj škola, broj izložbi, naslovi objavljenih knjiga, podaci o izdavaču, itd.

Pod podacima o prirodi podrazumevaju se podaci o elementima žive i nežive prirode. Podatke o živom segmentu prirode čine podaci o flori i fauni, kao što su naziv vrste, broj jedinki, starost, prinos, zdravstveno stanje, itd. Drugi deo podataka o prirodi čine podaci o karakteristikama vazduha, vode i tla, kao što su temperatura, vlažnost, pritisak, stepen zagađenosti, hemijski sastav, prozirnost, dubina, itd.

Struktura i sadržaj tematskih podataka zavisi od konkretnog informacionog sistema, odnosno projektnih zahteva.

U geografskim informacionim sistemima prostorni podaci su ključni, primarni podaci, i predstavljaju subjekat, za koji se vezuju ostale tematske osobine, odnosno atributi. Prostorni domen je osnovna karakteristika geografskih informacionih sistema, odnosno karakteristika po kojoj se geografski informacioni sistemi razlikuju od ostalih informacionih sistema. Naime, uslov da bi se jedan informacioni sistem svrstao u geografske informacione sisteme je da poseduje prostorne podatke, odnosno podatke kojima se opisuju prostorne karakteristike entiteta. Osim toga, jedna od veoma bitnih karakteristika geografskih informacionih sistema je integrisanje prostornog i neprostornog domena podataka.

3.3. Vrste geografskih podataka

S obzirom na karakter podatka, strukturu zapisa, odnosno na njihovu organizaciju, geografski informacioni sistemi integrišu sledeće tipove podataka:

- ◆ rasterske podatke,
- ◆ vektorske podatke,
- ◆ alfa-numeričke podatke,
- ◆ digitalni model visina.

Za razliku od tradicionalnih tipova geografskih podataka, multimedija u GIS-u je omogućila korišćenje i skladištenje novih tipova podataka kao što su: ton (zvuk), animacije i video (pokretne slike).

3.3.1. Rasterski podaci

U literaturi se često kao sinonim za rasterske podatke koristi termin slikovni podaci, što je i preciznije i bliže samoj suštini podataka. Međutim, u domaćoj literaturi češći termin je rasterski podaci. Termin koji je kombinacija slikovnih podataka i rasterskih podataka je rasterske slike, što bi se takođe moglo prihvatiti kao adekvatan termin. U daljem tekstu će se koristiti upravo termin - rasterske slike.

Osnovne karakteristike rasterske slike su:

- ◆ rezolucija slike,
- ◆ dimenzija slike,
- ◆ broj boja (dubina slike) i
- ◆ format zapisa.

Rezolucija slike predstavlja veličinu piksela izraženu dimenzijom piksela u dužinskim jedinicama ili brojem piksela po jedinici dužne mere. U praksi najčešće vrednosti piksela su od 0.01 pa do 0.5 mm. Ako se izražavaju brojem piksela u odnosu na jedinicu mere rezolucije karakteristične za GIS kreću se od 100 pa do 1000 i više dpi (tačaka po inču). Što je veličina piksela manja, odnosno što je broj piksela po jedinici mere veći, slika je kvalitetnija. S obzirom na rezoluciju, rasterske slike možemo uslovno podeliti na slike niske rezolucije do 300 dpi, srednje rezolucije od 300 do 1000 dpi i visoke rezolucije preko 1000 dpi.

Dimenzija rasterske slike definiše se širinom i visinom, odnosno brojem kolona i redova u slici.

Broj boja rasterske slike je jedna od veoma važnih karakteristika slike. Često, u praksi se ova karakteristika rasterske slike naziva i dubina slike. U zavisnosti od broja boja na rasterskoj slici u praksi najčešće se sreću:

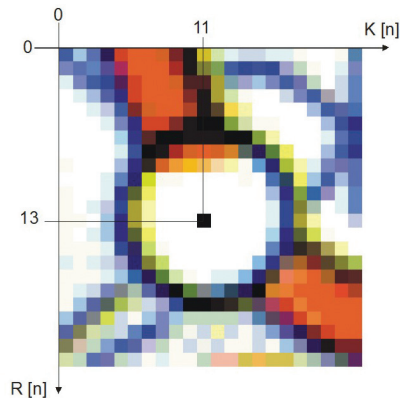
- ◆ 1-bitne (crno-bele slike),
- ◆ 8-bitne (slike sa 256 boja, odnosno 256 nijansi jedne boje) i
- ◆ 24-bitne (slike sa 1,67 miliona boja).

Osim ovih postoje 32-bitne i 48-bitne rasterske slike.

U ovom slučaju broj boja rasterske slike predstavlja domen vrednosti piksela. Samo jedna vrednost iz tog domena može biti pridružena jednom pikselu.

S obzirom da se radi o podacima koji podrazumevaju digitalni zapis, još jedna veoma bitna karakteristika ovih podataka je format zapisa. Najčešći formati rasterskih slika su bmp, tif, gif, jpg, pcx i drugi.

Rasterske slike su podaci u digitalnom obliku zasnovane na matrici. Matrica je predstavljena određenim brojem kolona i redova. U preseku jednog reda i jedne kolone je osnovni element matrice, odnosno ćelija matrice, koja se u slučaju rasterske slike naziva piksel. S obzirom da matrica podrazumeva uređen redosled (raspored) kolona i redova, adresa, položaj piksela je definisan brojem reda i brojem kolone u čijem se preseku nalazi piksel (Slika 9.), iz čega se može zaključiti da matrica poseduje osnovne karakteristike dvodimenzionalnog koordinatnog sistema. Koordinatni početak, redosled i smer osa je različit kod različitih formata zapisa rasterskih slika, ali u svakom slučaju, za konkretan format jasno je definisan. Na taj način položaj piksela u rasterskoj slici je jednoznačno određen koordinatama koje se u ovom slučaju nazivaju slikovne koordinate.



Slika 9. Slikovne koordinate

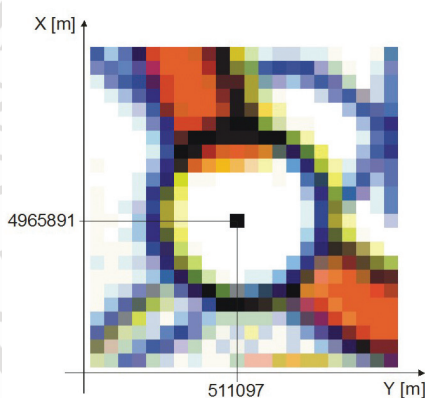
Osim ove karakteristike, još jedna veoma bitna karakteristika rasterske slike je da svaki piksel ima svoju tačno definisanu vrednost atributa. Atribut piksela može predstavljati intenzitet reflektovane boje, intenzitet reflektovanog signala, visinu ili intenzitet zagađenosti zemljišta i sl.

Na osnovu toga, rastersku sliku možemo definisati i kao trodimenzionalnu ili preciznije 2D+1 matricu. Dve dimenzije se odnose na položaj (koordinatu) piksela u matrici, dok treća izražava vrednost atributa nekog fenomena koji je predmet prikaza.

Rasterske slike se dele na:

- ◆ georeferencirane slike i
- ◆ negeoreferencirane slike.

Georeferentne slike su rasterske slike koje, osim već navedenih, imaju još jednu veoma važnu karakteristiku, a to je prostorna definisanost. Naime, koristeći osobine rasterske slike kao matrice, a primenjujući različite metode, moguće je za svaki piksel rasterske slike pridružiti podatak o njegovom položaju u prostoru (Slika 10). Taj proces pridruživanja prostorne karakteristike nekoj rasterskoj slici naziva se georeferenciranje rasterske slike. U tom slučaju se slikovnoj koordinati piksela pridružuje i prostorna koordinata piksela.



Slika 10. Rasterska georeferencirana slika

Osnovne komponente georeferenciranih slika su:

- ◆ sadržaj slike - mape (bit-mape) i
- ◆ set podataka o prostornoj, položajnoj definisanosti (parametri georeferenciranja).

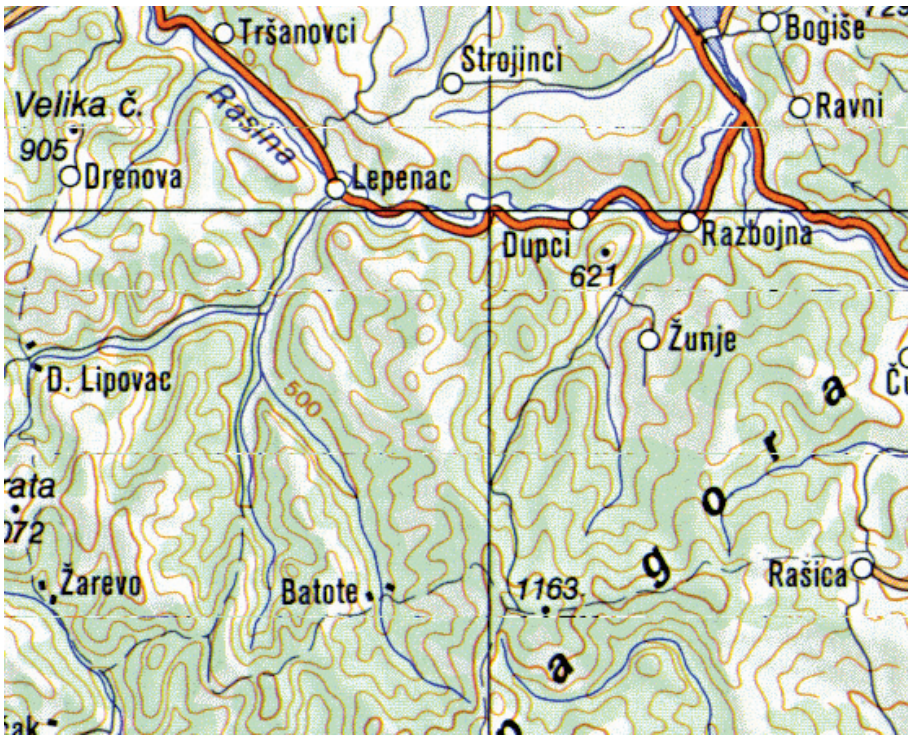
Fizička organizacija ovih komponenti je različita kod različitih formata podataka, odnosno proizvođača. Neki od formata dozvoljavaju zapis ovih podataka u jednom fajlu (rle, rgb, geotif), dok neki formati zahtevaju zapis u više fajlova.

U georeferencirane slike spadaju karte, satelitski snimci, a u nekim slučajevima i digitalni model visina⁵ i sl. Georeferencirane slike u zavisnosti od tipa vrednosti atributa piksela delimo na:

⁵ Digitalni model visina zapisan u grid formatu može se smatrati jednom vrstom georeferencirane slike.

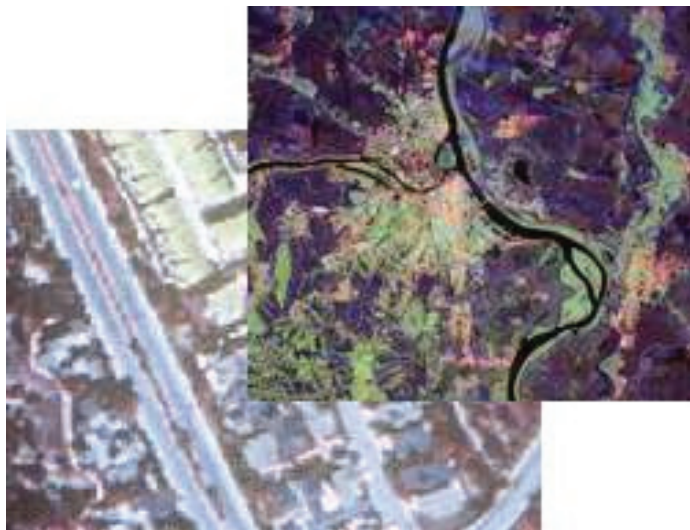
- ◆ skenirane karte,
- ◆ satelitske snimke,
- ◆ aerofoto snimke i
- ◆ grid slike.

Skenirane karte (Slika 11.) predstavljaju georeferencirane slike kod kojih vrednost atributa piksela predstavlja intenzitet reflektovane boje skeniranog materijala, u ovom slučaju karte.



Slika 11. Skenirana karta (georeferencirana slika)

Satelitski snimci (Slika 12.) predstavljaju poseban oblik georeferentnih slika kod kojih vrednost atributa piksela predstavlja intenzitet reflektovanog optičkog, elektromagnetskog ili radarskog signala od površi Zemlje.



Slika 12. Satelitski snimci (poseban oblik georeferentnih slika)

Aerofotosnimci snimci (Slika 13.) predstavljaju poseban oblik georeferenciranih slika kod kojih vrednost atributa piksela predstavlja intenzitet reflektovanog optičkog snopa svetlosti od površi Zemlje.



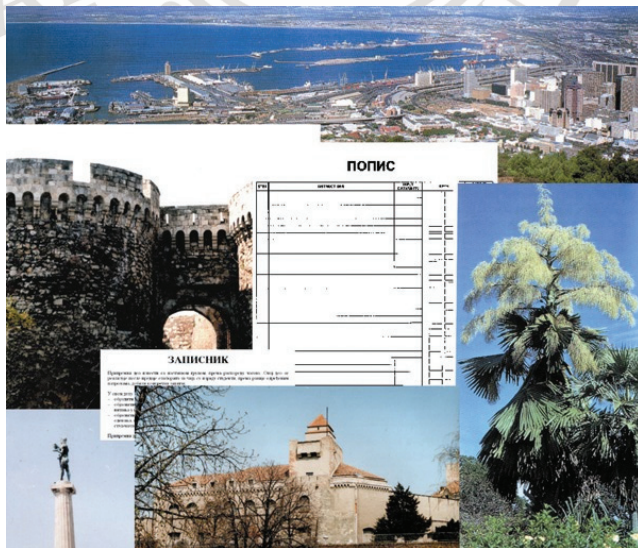
Slika 13. Aerofoto snimak (poseban oblik georeferentnih slika)

Osim navedenih tipova vrednosti atributa postoji čitav niz georeferenciranih slika, dobijenih različitim postupcima, kod kojih vrednost atributa piksela reprezentuje visinu tačke na terenu, intenzitet zagađenosti zemljišta ili npr. temperaturu vazduha (Slika 14). Te slike nazivamo grid slike.



Slika 14. Grid slika (prostorni raspored temperature vazduha)

Negeoreferencirane slike su posebna vrsta rasterskih slika koje se ne mogu, ili ih nema smisla, georeferencirati. Najčešće su rezultat procesa skeniranja različitih dokumenata ili direktnog snimanja optičkim digitalnim kamerama. U ovu vrstu rasterskih slika ubrajamo fotografije, skenirana dokumenta, obrasce, opise i slično (Slika 15).



Slika 15. Negeoreferentne slike

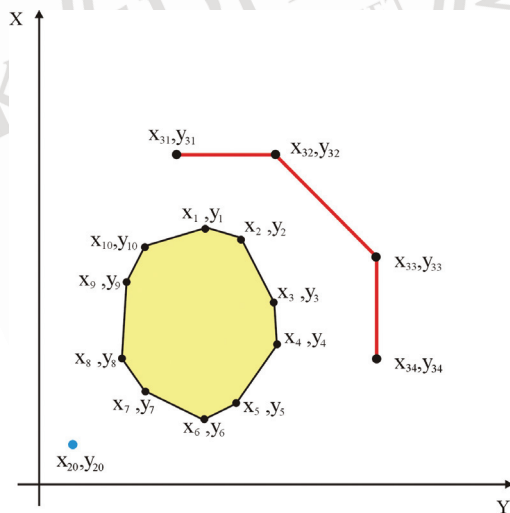
3.3.2. Vektorski podaci

Vektorski podaci su poseban tip podataka čiju strukturu čine osnovne geometrijske primitive: tačka, linija i poligon (Slika 16). S obzirom da se položaj primitiva definiše koordinatama, odnosno vektorom položaja, ovi podaci su dobili naziv vektorski podaci.

Osnovni element vektorskog sadržaja je tačka. Položaj tačke definisan je njenim koordinatama (linijskim, uglovnim ili linjsko-uglovnim veličinama), odnosno njenim vektorom položaja. S obzirom da nema dimenziju, tačka predstavlja nula-dimenzionalnu geometrijsku primitivu. Tačkom su prikazani entiteti veoma malih dimenzija koji se, zbog razmere prikaza, ne mogu prikazati pomoću linije ili poligona. Izvedeni elementi vektorskog sadržaja su linija i poligon.

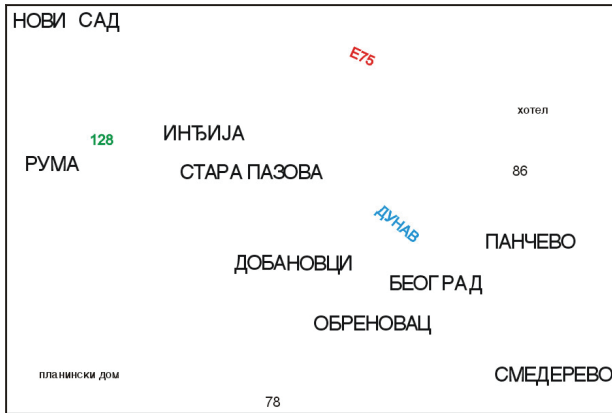
Linija je organizovani skup povezanih tačaka. Linija predstavlja jednodimenzionalnu geometrijsku primitivu. Linijom su prikazani entiteti koji se zbog malih dimenzija ne mogu prikazati pomoću poligona.

Poligon je organizovani skup linija kojima se definiše neka oblast, a kod kojih se prva i poslednja tačka poklapaju. Poligon predstavlja dvodimenzionalnu geometrijsku primitivu.



Slika 16. Vektorski podaci

Poseban tip vektorskih podataka su *nazivi* i *opisi* (Slika 17). Ovaj tip podataka predstavlja brojčanu ili slovnu oznaku kojom se izražava neka od karakteristika entiteta (naziv, visina, širina, vrsta kolovoza, ...).



Slika 17. Nazivi i opisi

3.3.3. Alfa-numerički podaci

Atributskim podacima se izražavaju negeometrijske karakteristike entiteta. Najveći deo atributskih podataka u GIS-u dat je u alfa-numeričkom obliku, odnosno izražen je pomoću slova i cifara (teksta i brojeva).

Deo atributskih podataka moguće je prikazati grafičkim putem koristeći kartografske simbole. S obzirom na ograničenja koje poseduje grafički način prikaza, nije moguće grafičkim putem prikazati sve neophodne podatke entiteta. Iz tog razloga pored grafičkih, neophodne su i druge vrste dokumenata. Najčešći nosioci alfa-numeričkih podataka su razni oblici statističkih godišnjaka, izveštaja, tablica, pregleda, opisa i sl.

U GIS-u ovi podaci su predstavljeni u obliku tabela (Tabela 3.) pa se često nazivaju tabelarni podaci.

Tabela 3. Alfa-numerički (tabelarni) podaci

Broj parcele	Kultura	Klasa	Površina
12/1	njiva	1	12000
43/1	njiva	1	3400
43/2	njiva	1	4500
98	njiva	3	45000
99	voćnjak	3	2000
104	voćnjak	2	90000
105	njiva	3	85000

Naziv opštine	Broj stanovnika
Pančevo	125261
Subotica	150534
Voždovac	161376
Loznica	86875
Topola	27579

Tabelarni podaci su deo analitičkih procedura ili konačan izlaz GIS analize. Tabelarni podaci su kompletan skup izabranih podataka spremnih za upotrebu (ready-to-use). Tabele treba da sadrže uvek neophodne podatke za mnoge aplikacije, kao što je kreiranje tematskih karata. Na primer, nakon kreiranja karte sveta mogu se posebno dodavati tabele sa nazivima država, gradova, itd. Ili, karta na kojoj su podaci o kupcima može biti direktno spregnuta sa tabelarnim demografskim podacima.

Atributske tabele sadrže opisne informacije o karakteristikama objekata u realnom svetu, koriste se na različite načine i u najraznovrsnije svrhe. U postojećim softverskim GIS rešenjima tabele se automatski pridružuju prostornim podacima.

Tabelarni podaci mogu da sadrže geografsku lokaciju koja nije u formatu prostornog podatka. Na primer, raspored škola i trgovina u nekom regionu može imati podatak o lokaciji spakovan kao polja u tabelama.

Drugi tip tabele može sadržati poziciju (x, y koordinate) dobijenu čitanjem karte, merenjem sa ekrana, korišćenjem GPS (Global Positioning System). Koordinate mogu biti pravougle (x, y), u bilo kom koordinatnom sistemu, ili geografske širine (φ) i geografske dužine (λ).

Tabele objekata obeležene tačkom mogu da sadrže podatke, npr. o lokacijama autobuskih stanica duž saobraćajnih linija. Time se omogućava definisanje njihovog položaja i distanci od starta, duž rute, radije nego njihovo predstavljanje x, y koordinatama (na 12 km duž tramvajske linije 3).

Tabele objekata obeležene linijama mogu sadržati podatke o kvalitetu trotoara duž različitih deonica ulica, pri čemu su te deonice definisane distancom od glavne ulice.

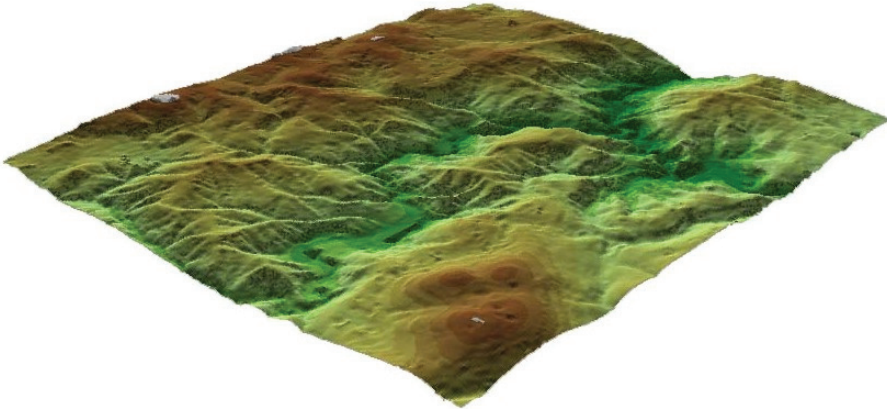
Adresni tip tabela sadrži nazive, adrese ulica ili lokacione identifikatore kao što su kupci, dobavljači, konkurencija, specijalizovane radnje, kancelarije, itd. Podaci u takvim tabelama mogu biti geokodirani ili se mogu koristiti pri geokodiranju.

3.3.4. Digitalni model visina

Reljef kao element prostora koji sa ostalim elementima (hidrografijom, komunikacijama, naseljenim mestima, ...) čini jednu prirodnu neodvojivu celinu. Iz tog razloga prikaz prostora koji sadrži i prikaz reljefa je po mnogo čemu bliži načinu ljudske percepcije, odnosno višestruko pospešuje proces generisanja pravilne mentalne slike prostora. Osim za povećanje vizuelnog efekta (trodimenzionalnog prikaza), prikaz reljefa povećava kartometrijske i analitičke osobine prikaza prostora.

Od gotovo samog nastanka softvera za grafički dizajn, pa čak i pre, postojali su pokušaji rešavanja makar dela problema vezanog za trodimenzionalni prikaz, kao što su profili terena, optička vidljivost, površina i zapremina zemljišta (iskopa) i slično. U svakom slučaju i tada je bilo sasvim jasno da je osnovni preduslov za takve zadatke postojanje digitalnog zapisa podataka o visinama terena.

Digitalni model visina (DMV) je organizovani skup podataka o visinama terena zapisan u digitalnom obliku (Slika 18). U datoj definiciji nije eksplicitno definisano, ali se podrazumeva da DMV za svaku tačku modela sadrži podatke o položaju tačke u prostoru (na površi) i podatke o njoj visini H (Tabela 4.). Odnosno, karakteristika DMV kao organizovanog skupa podataka podrazumeva mogućnost da se za svaku tačku terena mogu dobiti podaci o njenom položaju uključujući i visinu.



Slika 18. Digitalni model visina

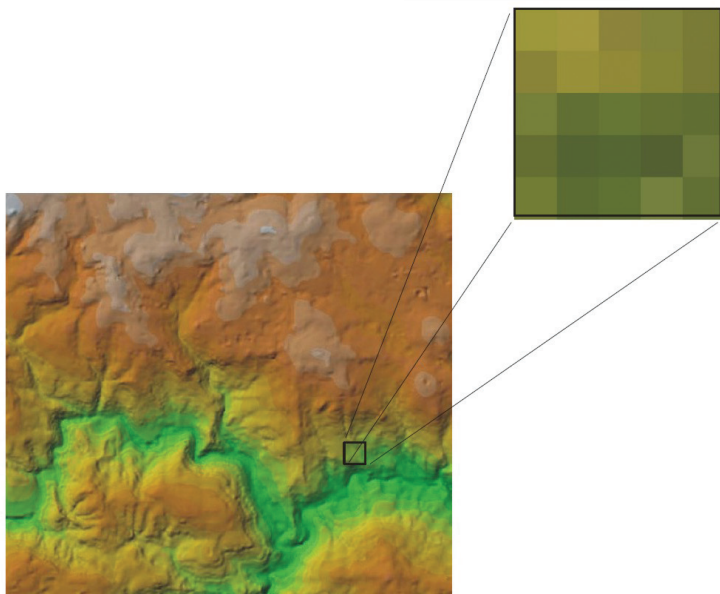
Tabela 4. Zapis visina terena

X	Y	H
4857845	7397288	800
4857840	7397278	800
4857840	7397271	800
4857828	7397325	790
4857820	7397319	790
4857817	7397314	790
4857820	7397284	790
4857818	7397280	790
4857814	7397278	790
4857793	7397277	790
4857789	7397275	790
4857788	7397269	790
4857792	7397257	790
4857820	7397217	790
4857850	7397161	790
4857778	7397509	780

Najčešći način zapisa podataka o visinama terena, odnosno digitalna interpretacija visina terena je u obliku:

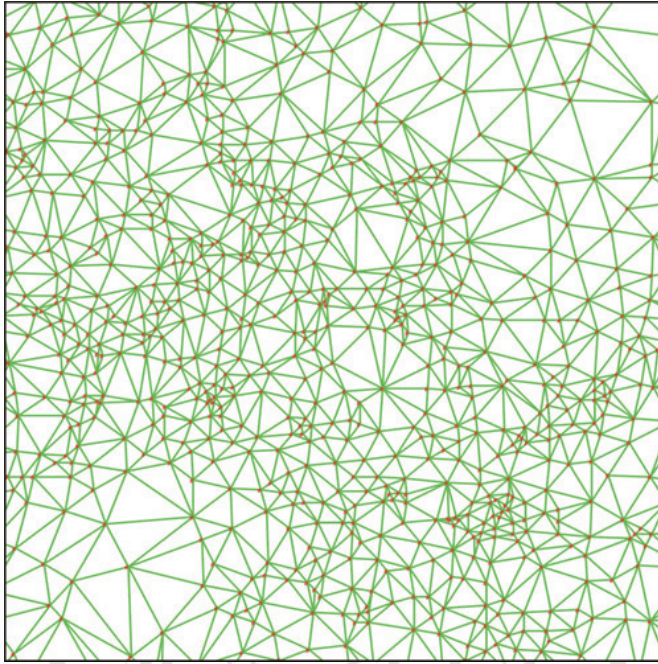
- ◆ pravilne mreže tačaka - GRID model i
- ◆ mreže nepravilnih trouglova - TIN (*Triangulated Irregular Network*) model.

Grid model (Slika 19.) predstavlja oblik zapisa visina reljefa u vidu pravilne mreže kvadrata (grida). Osnovni parametar grid modela je rezolucija modela. Rezolucija grid modela je rastojanje između dve uzastopne tačke terena za koje je poznata visina. Rezolucije se kreću od nekoliko metara za teritoriju lokalnog karaktera, pa do nekoliko stotina metara za prikaz cele površi Zemlje.



Slika 19. Pravična mreža kvadrata (grid model)

TIN model je oblik prikaza visina reljefa u vidu mreže nepreklapajućih trouglova. On predstavlja vektorsku poligonsku strukturu koja nastaje spajanjem poznatih vrednosti tačaka u nizove trougla zasnovanim na Delanijevoj triangulaciji (Slika 20).



Slika 20. TIN model (mreža nepravilnih trouglova)

S obzirom na način zapisa podataka u DMV u GRID formatu, digitalni model visina se može smatrati posebnim oblikom rasterske slike⁶, gde atribut piksela predstavlja visinu tačke.

3.4. Prikupljanje i unos podataka

Geografski podaci, odnosno njihov kvalitet i kvantitet, najznačajniji su deo svakog GIS-a. Mnogi GIS projekti često počinju i završavaju se aktivnostima prikupljanja podataka. To je najzahtevniji deo svakog GIS projekta i oko 80% troškova otpada na unos podataka (Kukrika, 2000).

Sam proces stvaranja prostornih podataka je tema kojoj nije bila posvećivana dovoljna pažnja. Pažnja je pre svega bila usmeravana na teme koje su podatke posmatrale kao artikal, odnosno robu i procese digitalizacije, nego na ono što bi trebalo

⁶ Neki komercijalni softveri podržavaju upravo ovaj oblik zapisa DMV. Najčešća ekstenzija ovog formata zapisa je ranj. U poređenju sa klasičnom rasterskom datotekom ranj datoteka praktično sadrži samo bit mapu bez hedera fajla. S obzirom na vrednosti visina terena jedan piksel u tom formatu je najčešće 16-bitni.

da bude prvi korak pri kreiranju GIS-a. Prvi korak treba da se sastoji od analize svih činjenica koje su potrebne da bi se rešio određeni geografski problem. Albrecht (2007) navodi da ne postoji konačna lista pitanja koju sebi treba da postave menadžeri pre nego što implementiraju GIS, ali ipak predlaže sledeća:

- ◆ Kakva je priroda podataka koje treba obrađivati?
- ◆ Da li su podaci kvantitativne ili kvalitativne prirode?
- ◆ Da li su potrebne informacije skrivene u već prikupljenim podacima u preduzeću?
- ◆ Da li već neko ima podatke koji su potrebni? Kako doći do tih podataka?
- ◆ Kolike su razmere fenomena koji treba da se obuhvati podacima?
- ◆ Koja je veličina područja za istraživanje?
- ◆ Koji su elementi uzorkovanja?
- ◆ Šta je potrebno da bi se osvežili podaci? Koliko često je potrebno osvežavati podatke?
- ◆ Koliko podataka je potrebno?
- ◆ Koliki su troškovi?

Tek nakon odgovora na ova pitanja treba krenuti sa pokretanjem GIS sistema u okviru preduzeća i drugih organizacija.

Danas postoji tendencija da se metodi prikupljanja podataka u najvećoj mogućoj meri automatizuju. Na taj način nestaje oštra granica između automatizovanih sistema za prikupljanje podataka i aktivnosti digitalne kartografije.

Ulazne informacije GIS pribavlja iz geografskih karata, satelitskih i avionskih snimaka, direktnim prikupljanjem na terenu ili su to opisni podaci vezani za posmatranu lokaciju. Geografski podaci se dobijaju daljinskom detekcijom, unošenjem pisanih zapisa, unošenjem postojećih podataka (npr. statistika), sakupljanjem podataka direktno sa terena uz pomoć GPS-a, digitalizacijom i skeniranjem karata, fotogrametrijom, globalnim pozicioniranjem i sl. (Kukrika, 2000). O pojedinim načinima prikupljanja podataka biće više reči u tekstu koji sledi.

Digitalizacija je proces precrtavanja, odnosno prenosa papirnih karata u računarske formate. To je način konvertovanja različitih podataka iz analognog u digitalni oblik (Stankov i sar., 2007). Termin se koristi da opiše činjenicu da su karte uskladištene u bazama podataka u formi cifre (digit). Većina vektorskih GIS podataka prikupljena je na ovaj način (Korte, 2001).

Prikupljanje geometrijskih podataka o prostornim entitetima, njihova obrada, održavanje i prezentacija, tradicionalno pripadaju geodetskoj struci, kao jedino kvalifikovanoj za to. **Geodetska merenja** predstavljaju najtačniju metodu za prikupljanje podataka o zemljištu. Merenja na terenu vrše se geodetskim mernim uređajima, posle čega se izmereni podaci automatski ili manuelno unose u računar.

3.4.1. Izvori podataka

U početnoj fazi razvoja GIS-a izvori geometrijskih ili georeferenciranih podataka bili su karte i planovi različitih razmera i podaci dobijeni direktnim merenjima na terenu.

Atributski podaci koji opisuju svojstva objekata (kvantitativna i kvalitativna) preuzimaju se iz odgovarajućih zapisa i službi, kao što je npr. statistika ili najrazličitiji mediji (film, zvučni zapis itd.).

Geografski podaci, njihov kvalitet i kvantitet, najznačajniji su deo svakog GIS-a. Prema statističkim proračunima, oko 70 % svakog GIS-a je stvaranje baza podataka. Danas se razvijaju metode automatskog prikupljanja podataka i digitalne kartografije.

Postupci za prikupljanje geografskih podataka mogu se obaviti na različite načine: daljinskom detekcijom; unošenjem pisanih zapisa; unošenjem postojećih baza podataka (na primer statistika); prikupljanjem podataka direktno sa terena; digitalizacijom i skeniranjem karata; aerofotogrametrijom; globalnim pozicioniranjem; itd.

Svi podaci, bilo iz primarnih ili sekundarnih izvora, imaju tri dimenzije: **vremensku, tematsku i prostornu**.

Tokom rada sa geografskim podacima potrebno je identifikovati ove tri dimenzije za svaki podatak. **Vremenska dimenzija** nam daje određenost - kada su podaci prikupljeni, a **tematska** opisuje pojavu stvarnog sveta na koju se podatak odnosi. U GIS-u tematski podaci se često nazivaju i neprostorni ili atributski podaci. **Prostorna dimenzija** podataka može biti predstavljena kao vrednost, niz karaktera ili simbola koji šalju korisniku informaciju o lokaciji pojave ili objekta koji se posmatra. Svim prostornim podacima upotrebljenim u GIS-u moraju se dati matematičke reference. Jedan od najčešćih primera matematičke prostorne reference je koordinatni sistem. Koordinate x, y se koriste da bi se locirala pozicija elemenata na koordinatnoj mreži koja je prikazana na karti.

Pod primarnim podacima u GIS-u podrazumevamo podatke (prostorne) o geodetskim tačkama, zvanične topografske opise, podatke premera i pozicioniranja, podatke osnovnog topografskog premera, kartografske i katastarske podloge.

Neprostorni podaci koji se nalaze u primarnim izvorima neophodnim za rad u GIS-u su rezultat mnogih primarnih postupaka i iskaza datog u vidu teksta, tabelarnih izveštaja i anketa, popisa, statističkih materijala, filmskih, slikovnih i zvučnih zapisa, itd.

Pri planiranju i projektovanju GIS-a, uz sagledavanje korisničkih zahteva, neophodna je ocena primarnih izvora podataka, ustanovljenje protokola o njihovoj daljoj distribuciji, utvrđivanje vrste i količine podataka, mesta gde se ti podaci nalaze, njihove tačnosti, pouzdanosti i ažurnosti.

Na osnovu poznavanja potreba korisnika i prethodne analize treba utvrditi sledeće: koji su dodatni podaci potrebni i gde i na koji način se oni mogu dobiti. Sem toga, potrebno je predvideti: koji će podaci po završetku obrade biti prezentovani; u kojoj formi se ti podaci zahtevaju; ko koristi te podatke; na koji način će podaci biti korišćeni. Svi izvori podataka i metode prikupljanja se proveravaju u smislu podesnosti korišćenja, imajući u vidu njihovu namenu, kao i ukupno hardversko i softversko okruženje. Pošto su izvršene provere i analize svakog izvora, onda se u postupku optimizacije, uz naglašen uticaj kriterijuma efikasnosti i ekonomičnosti, biraju izvori podataka i metode njihovog prikupljanja. Na osnovu ocena izvora podataka i metoda prikupljanja, odnosno izbora koji je potom izvršen, planira se prikupljanje podataka. Istovremeno se planira prikupljanje podataka iz primarnih i sekundarnih izvora (Marković D. 1999).

Kreatori i korisnici GIS-a podatke za svoj rad nalaze u sekundarnim izvorima čije mesto može biti institucija, agencija i pojedinac. U sekundarne (tematske) podatke spadaju podaci o geološkim, biološkim, hidrološkim resursima, socio-ekonomski podaci kao što su podaci o poljoprivrednoj proizvodnji, proizvodnji nafte, gasa, minerala, uglja, zatim finansijski podaci o zemljišnim taksama, upotrebi zemljišta, izdavanju dozvola, zatim podaci o popisu stanovništva, o kulturi i istoriji kao i infrastrukturni podaci kao što su sistemi puteva, pruga, reka, aerodroma, cevovodi, komunikacije, i dr.

U sekundarnim izvorima GIS podataka nalaze se geografski podaci o prirodnim i privrednim pojavama i procesima na lokalnom, nacionalnom i internacionalnom nivou.

Specijalizovane institucije, službene statistike, agencije i pojedinci poseduju sekundarne izvore geografskih podataka. Njihovo formiranje, u navedenim institucijama, prate poslovi preuzimanja podataka iz primarnih izvora i strukturiranje prema međunarodnim standardima, kontrolisanje tačnosti i ažurnosti podataka, utvrđivanje protokola za manipulaciju podacima, servisiranje korisnika, itd.

Savremeno tehnološko okruženje u kome se nalazi bogat izvor GIS podataka je internet (*Videti adresu: <http://www.geographynetwork.com/>*). Internet izvori podataka za GIS su konceptualno prilagođeni mestu i vremenu pojava u realnom geografskom prostoru. Takav primer su podaci i karta o razornom cunami talasu u Indijskom okeanu koji se dogodio 26. decembra 2004. godine. Podatke je publikovao UNEP, 30. decembra 2004. godine a odnose se na opis događaja, vreme, mesto, koordinate, ključne reči (tema i mesto), tip podataka (vektor), projekcije, serija tematskih karata područja sa animacijama kretanja talasa i video-materijali o katastrofalnim posledicama udara cunami talasa u obalne zone azijskog kontinenta i mnogobrojnih ostrva.

Infrastruktura prostornih informacija Evrope INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), stvorena je odlukom Saveta Evrope 2007. godine i prihvaćena od strane 27 država EU koje su se složile sa serijom obaveza o međusobnoj razmeni raspoloživih prostornih podataka o resursima u oblasti poljoprivrede, ži-

votne sredine, regionalne politike, kao i u domenu odbrane i imigracionih procesa. Iste godine su donete direktive sa skupom pravila o razmeni prostornih podataka mrežnim tehnologijama i servisima, pristupima i korišćenju (*Official Journal of the European Union, L 108/1, 2007*). Evropski parlament obavlja monitoring primene dogovora o razmeni prostornih podataka. U SAD nadležnost o prostornim podacima (topografskim i demografskim) imaju dve federalne institucije United States Geological Survey (*USGS*) i Statistički biro (*Bureau of the Census*).

Digitalni kartografski i katastarski podaci su predmet rada nacionalnih i panevropskih institucija i organizacija. Na primer, EuroGeographics je organizacija od 56 članova iz 44 evropske zemlje koje su odgovorne za katastar i kartografiju i koje obezbeđuju podatke za Evropsku infrastrukturu prostornih podataka (European Spatial Data Infrastructure–ESDI). (<http://www.eurogeographics.org/>). Ove institucije kreiraju skupove podataka za sledeće proizvode:

- ◆ EuroBoundaryMap – administrativne i statističke jedinice u razmeri 1:100 000,
- ◆ EuroGlobalMap – topografski skup podataka u razmeri 1:1000000,
- ◆ EuroRegionalMap – topografski skup podataka u razmeri 1: 250 000 i
- ◆ EuroDEM – digitalni model terena.

Digitalni izvori podataka su danas sve aktuelniji a veliki broj digitalnih topografskih baza je dostupniji korisnicima. Pre razvoja GIS-a, u fazi svestrane primene računara, digitalni atributski podaci su bili česti izvori podataka (tabele, statistički podaci o društveno-ekonomskim kretanjima). To su bile veoma razvijene baze podataka koje su efikasno koristile državnim službama i vladinim agencijama.⁷

Savremeni uređaji za prevođenje analognih podataka u digitalne su digitajzeri. To su prvi, osnovni uređaji koji su služili unošenju i konverziji postojećih analognih karata u digitalni oblik.

Digitalizacija je proces prevođenja geografskih odlika u digitalnu formu kao x, y koordinate. Njome se postiže kreiranje digitalnih prostornih podataka iz postojećih karata i dokumenata. Manuelna digitalizacija obuhvata postavljanje karte ili dokumenta na tablu za digitalizaciju i proces digitalizacije preko crteža čime se dobija skup digitalnih podataka. Automatska digitalizacija podrazumeva postavljanje karte ili dokumenta u skener i prevođenje podataka u digitalni rasterski zapis.

Za razliku od napred navedenih tehnika digitalizacije, novija faza je obeležena potpuno automatizovanim digitajzerima i video-digitajzerima, kamerama, skenerima za slajdove, kolor negative, itd. Rasterske slike se prenose direktno sa video kamerama, digitalnim kamerama, itd.

⁷ U Srbiji digitalni prostorni podaci su u delokrugu vojnih i civilnih institucija. Primarno, digitalna topografsko-kartografska delatnost se razvija u Vojnogeografskom institutu kao i u Republičkom geodetskom zavodu kome pripada nadležnost za formiranje i održavanje nacionalne infrastrukture geoprostornih podataka.

Razvoj metoda konverzije podataka uslovljen je osnovnim problemima automatskog prepoznavanja teksta, simbola i crteža. Taj problem je naglašen kod čitanja karata koje u sebi sadrže složenije tekstualne forme (slova različitih tipova, veličine i položaja).

3.4.2. Kvalitet GIS podataka i pronalaženje greške

Ažurnost, odnosno vremenska dimenzija GIS podataka, meri se apsolutnim i relativnim vremenskim parametrima. Za neke aplikacije, podaci koji se dobijaju sa satelitskih i avionskih snimaka često nemaju adekvatnu aktuelnost jer su promene karakteristika podataka češće (sat, dan, mesec) nego njihovo prikupljanje u složenom tehničkom i tehnološkom okruženju. I sama vrsta podataka nosi različita vremenska svojstva. Na primer, podaci o korišćenju zemljišta na jednoj parceli. Ta ista parcela može biti korišćena za uzgajanje jedne vrste žitarica u prvoj sezoni da bi u sledećoj bila pokrivena drugim zasadom ili bi sasvim promenila namenu i postala građevinsko zemljište.

Nasuprot podacima čije se karakteristike sporo menjaju kroz vreme jesu oni podaci koji moraju biti veoma ažurni i adekvatni u realnom prostorno vremenskom kontinuumu. Primer vremenski promenljivih podataka važnih za oblast primene GIS-a su podaci o transportu, sabračaju, itd.

Od kvaliteta ulaznih podataka uvek će zavisiti kvalitet izlaznih rezultata. Greške u ulaznim podacima se mogu otkrivati u procesu njihove klasifikacije, analize i interpretacije. Za prepoznavanje grešaka i lošeg kvaliteta podataka glavnu ulogu ima terminologija kojom se opisuje problem, kao i vrsta izvora i način upravljanja greškama.

Kvalitet je reč koja se veoma često koristi i definiše u inženjerskom i GIS okruženju. Termini greška, tačnost, preciznost podataka imaju važnost u analizi i modelovanju. Podaci koji se koriste u GIS analizi moraju biti *kompletni*, *kompatibilni*, *konzistentni* i *primenljivi* (Heywood and all, 2006).

Kompletna skup podataka u GIS-u treba da pokrije osobine entiteta u definisanim prostornim i vremenskim dimenzijama. Tome se dodaje skup atributskih (tematskih) podataka koji se odnose na izučavani entitet. Kompletiranje podataka o poligonu, odnosno prostoru i kontinuiranim vremenskim jedinicama je relativno lako. Znatno je teže dostizanje i provera kvaliteta i tačnosti atributskih podataka. Njihova tačnost je zavisna od konzistentnosti vremenskih serija i pojave diskretnih momenata.

Kompatibilnost podataka se postiže korišćenjem sličnih metoda njihovog prikupljanja iz istih ili sličnih izvora, čime se smanjuje broj preuzetih grešaka. Na primer, ukoliko se preuzimaju podaci sa karte razmere 1:500 000 i 1:25 000, izvesna je inkompatibilnost ta dva izvora podataka zbog različitih razmera, a time i tačnost generisanih podataka.

Konzistentnost podataka se odnosi kako na pojedinačne podatke tako i na skupove podataka. Ova osobina može biti narušena tokom stvaranja podataka (na primer,

različnost u digitalizovanju zbog različitosti onih koji obavljaju digitalizaciju). To će konačno dovesti do greške u finalnim karakteristikama sloja podataka.

Primenljivost ili pogodnost podataka u osnovi znači njihovo korišćenje u sistemu komandi, operacija i analiza. Drugim rečima, ta osobina podataka omogućuje njihovu primenu u rešavanju naročitih problema.

Greške u prostornim i atributskim GIS podacima mogu da nastanu u bilo kojoj fazi rada. One mogu da se pojave tokom prvog koraka, prilikom definisanja prostornih entiteta i njihovog prikazivanja na računaru ili tokom procesa analize. Ili još bliže, greške mogu da se pojave na samom izvoru u nastajanju i da rastu tokom konverzije u digitalni format da bi se pojavile tokom procesiranja, pa čak i prezentovanja rezultata.

Pojava greške nije uvek znak slabosti discipline. Najsigurniji način da se greška istraži je sam rad na GIS projektu. Pojavljivanje greške je proporcionalno našem razumevanju i modelovanju realnosti.

Najpre se mogu javiti konceptualne greške pre bilo kakvog rada sa kompjuterom, studija ili modela realnosti. U izvesnom kontekstu merni sistem može proizvesti grešku. Postoje takvi uslovi u kojima nastaje „sistematska“ greška nasuprot „slučajnoj“ (random error). Sistematska greška nastaje kada se uniformno menja sadržaj kao što je slučaj kod kartografskog predstavljanja iste površi u različitim razmerama. Tada se očitava relativna tačnost (svi objekti na karti krupne razmere, npr. 1:25 000 ne mogu biti vidljivi na karti 1: 1 000 000). Izvorne greške atributivnih vrednosti u realnom prostoru mogu nastati zbog različitosti vremenskih jedinica, odnosno kontinuiranih promena. Primeri pojave takvih grešaka nalaze se u kontinuiranim demografskim promenama.

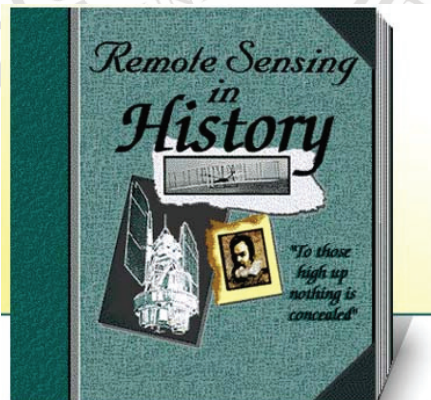
3.5. Daljinska detekcija

Daljinska detekcija (remote sensing) je metoda prikupljanja i interpretacije informacija o udaljenim objektima bez fizičkog dodira s objektom. Avioni, sateliti i svemirske sonde su uobičajene platforme za opažanja u daljinskim istraživanjima. Daljinska detekcija koristi metode koje upotrebljavaju elektromagnetsku energiju kao sredstvo za otkrivanje i merenje značaja objekata. Daljinska detekcija obuhvata upotrebu različitih vrsta snimaka: fotografskih, termalnih, radarskih itd. Dva značajna uža područja daljinske detekcije su: teledetekcija i fotogrametrija. **Teledetekcijom** se naziva daljinsko istraživanje u užem smislu, tj. prikupljanje informacija o Zemljinj površi, uz pomoć uređaja smeštenim u satelitima i interpretaciju tako dobijenih informacija. **Fotogrametrija** je tehnika merenja pomoću koje se iz fotografskih snimaka izvodi oblik, veličina i položaj snimljenog predmeta. Na temelju snimaka se mogu rekonstruisati položaj i oblik objekata (Lapaine, Frančula, 2000/2001).

Osnovne ideje o daljinskoj detekciji, odnosno osmatranju Zemlje i kosmosa, nastaju u doba renesanse otkrićem i upotrebom prvih instrumenata. Kasnije, sa razvojem tehnike započinje novo razdoblje snimanja površi Zemlje i nastaju prve fotografije. *Gaspard Felix Tournachon* poznatiji kao *Nadar*, francuski fotograf, načinio je prvu fotografiju sa određene visine iz balona iznad Pariza (Slika 21). Godine 1908. francuski pilot *Wilburg Wright* iz letilice je fotografisao deo teritorije Francuske i Italije. Taj događaj se u naučnim krugovima označava kao početak razvoja daljinske detekcije u današnjem smislu.



Remote Sensing: A New Technology?
Some early remote sensing methods
are still in use today.



Slika 21. Daljinska detekcija kroz istoriju - Gaspard Felix Tournachon (Nadar)

U američkim istraživačkim centrima, intenzivna istraživanja i unapređenje tehničkih rešenja za daljinsku detekciju podstaknuta su pripremanjima za let na Mesec. Za izbor mesta spuštanja kosmičkog broda bile su neophodne karte reljefa Mesečeve

površni. Kosmički brod Apollo 8 je, sa svoje putanje, poslao prve snimke Zemlje iz dubokog kosmičkog prostora.

Kosmički brod Apollo 9 je prvi put bio opremljen multispektralnom kamerom za snimanja, što je kasnije razvijano i postavljeno na satelitima serije Landsat.

U julu 1972. godine NASA je lansirala prvi satelit *ERTS-1* (Earth Resources Technology Satellite). Prvi snimci urađeni multispektralnim uređajima korišćeni su za istraživanja i dobijanje informacija o površima pod poljoprivrednim kulturama, zemljištu, mineralima, rastu urbanih sistema i mnogim drugim pojavama. Ovaj satelit je preimenovan u *Landsat 1* i svi sateliti kasnije su nosili isto ime *Landsat 2*, *Landsat 3*, *Landsat 4*... do *Landsat 7*, (Slika 22.) koliko ih danas ima.



Slika 22. Satelit „Landsat 7“ (foto: RIA)

Zahvaljujući razvoju satelitske tehnologije osmatranje kosmosa i Zemlje je znatno unapređeno, a dobijeni podaci nalaze primenu u različitim vojnim i civilnim sektorima. Posebna prednost daljinske detekcije ogleđa se u snimanju i procesiranju podataka u realnom prostoru i vremenu. Poslednjih godina naročito važna oblast primene daljinske detekcije je praćenje i upravljanje prirodnim katastrofama (*disaster management*).

Uragan *Andrew* je 24. avgusta 1992. godine, pogodio kopno Sjedinjenih Američkih Država i prema izveštaju NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) izazvao najveću materijalnu štetu koja je zadesila taj prostor. Najveća razaranja bila su na jugu Floride i Lujizijane prouzrokujući štetu procenjenu na 26,5 milijardi dolara. Zahvaljujući satelitskom osmatranju i praćenju putanje uragana izbegnute su ljudske žrtve većih razmera. Uz pomoć savremenih satelitskih snimaka visoke rezolucije bila je moguća trodimenzionalna rekonstrukcija uragana uz čiju pomoć su osmatrani pravac i brzina kretanja, kao i evakuacija i zaštita stanovništva.

Godine 2008. najveća prirodna katastrofa koja je ikada zadesila SAD bio je uragan *Katrina*, koji je pogodivši Lujizijanu, prouzrokovao poplave od kojih je 80 % Nju

Orleansa bilo potopljeno (Slika 23). Stradalo je više hiljada ljudi. I danas su vidljivi tragovi ove prirodne katastrofe.



Slika 23. Satelitski snimak uragana Katrina (2008)

3.6. Sistem za globalno pozicioniranje

Sistem za globalno pozicioniranje je postavljen kao kontrolni sistem Ministarstva odbrane SAD. Projektovan je u vojne svrhe ali ga danas, sem vojske, koriste stotine hiljada civila. GPS obezbeđuje specijalno kodirane satelitske signale koji se obrađuju i šalju u prijemnik na kome se očitavaju podaci o preciznoj poziciji, brzini i tačnom vremenu. Tokom 70-tih godina 20. veka u vojnim centrima SAD bilo je više od sto navigacionih sistema u upotrebi, da bi se nakon toga usvojilo jedinstveno rešenje pod imenom NAVSTAR. U početku je korišćen u vojne svrhe da bi kasnije bio stavljen na raspolaganje za civilnu upotrebu. Razvoj i korišćenje navigacionih sistema u Evropi odvija se pod imenom GALILEO, a Rusija poseduje navigacioni sistem pod imenom GLONASS. Osnovni parametri GPS merenja su relativna udaljenost, merenje protoka vremena, geografska širina, dužina i visina.

GPS se sastoji od tri glavna segmenta: svemirskog, kontrolnog i korisničkog.

Kao što je naglašeno, GPS sateliti se nazivaju i NAVSTAR (Navigation Satellite Timing And Ranging), što je službeni naziv Američkog ministarstva odbrane za GPS.

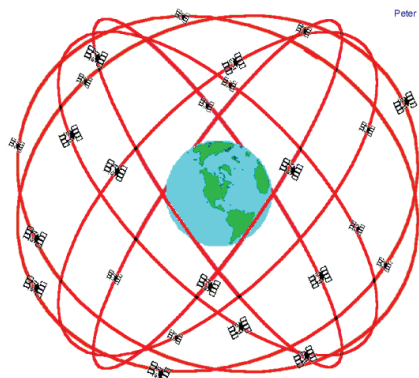
Sistem se sastoji od konstalacije 27 satelita (24 navigaciona i 3 rezervna), a često ih bude više ili manje s obzirom da se stari sateliti zamenjuju novim. Svaki obiđe Zemlju za 12h (dva puta tokom 24h), na visini od 20.200 km (Slika 24). Visina orbite je takva da sateliti ponavljaju istovetnu putanju i konfiguraciju iznad neke tačke otprilike jednom u 24h (četiri minuta ranije svakog dana). Postoji šest orbitalnih ravni sa nominalno četiri satelita u svakoj, koje su jednako udaljene (svaka za po 60 stepeni) i nagnute 55 stepeni u odnosu na ekvatorijalnu ravan. Sateliti putuju brzinom od 3,9 km/s i koriste Sunčevu energiju koju primaju dve solarne ploče koje se nalaze na satelitima.

Kontrolni segment sačinjavaju Zemaljske stanice koje osmatraju GPS satelite proveravajući stanje u kome se nalaze, kao i njihovu tačnu poziciju. Sateliti zatim unose te ispravke u signal koji šalju ka GPS prijemnicima. Postoji pet zemaljskih GPS stanica (Slika 25.) koje služe za osmatranje, a nalaze se na:

1. Havajskim ostvima u Pacifiku,
2. Svetoj Jeleni (Ascension Island) u južnom delu Atlantskog okeana,
3. na koralnom ostrvu Dijego Garsija (Diego Garcia) koje se nalazi u Čagos arhipelagu u Indijskom okeanu,
4. Kvadžalejn atolu koji se nalazi u okviru Mikronezijskih Maršalskih ostrva u Pacifiku i
5. jedina kontinentalna Zemaljska GPS stanica u avio vojnoj bazi Šriver (Shriever Air Force Base), u blizini Kolorado Springsa u Koloradu. To je galvni zemaljski kontrolni punkt.

Osmatračke stanice pasivno prate sve satelite koje mogu da vide, akumulirajući podatke o udaljenosti. Ove informacije se prenose u glavni kontrolni centar u vojnoj

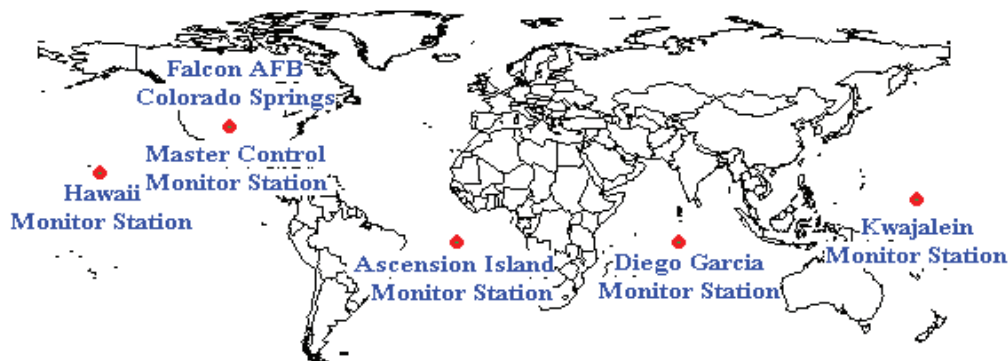
bazi kod Kolorado Springsa. U kontrolnom centru se te informacije obrađuju ažuriranjem orbite da bi tako obrađene bile poslate ka satelitima preko zemaljskih antena. Ovo ažuriranje precizne putanje satelita obavlja se prosečno svaka četiri sata.



GPS Nominal Constellation
 24 Satellites in 6 Orbital Planes
 4 Satellites in each Plane
 20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

Slika 24. GPS- konstelacija 24 satelita

Peter H. Dana 5/27/95



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

Slika 25. Sistem pratećih, kontrolnih stanica na Zemlji

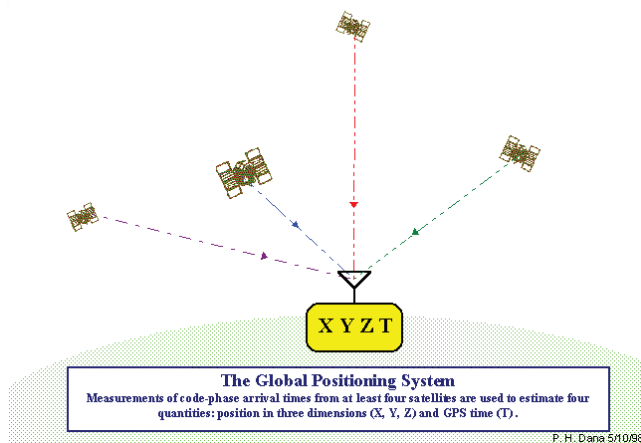
Četiri satelita računaju četiri dimenzije x , y , z (poziciju) i vreme (T), što se dalje koristi za navigaciju, pozicioniranje i tačnu raspodelu vremena (Slika 26). Navigacioni prijemnici su deo upravljačkih sistema za avione, brodove, kopnena vozila ili

se koriste kao ručni instrumenti. Precizna pozicija se očitava na GPS prijemniku uz adekvatnu korekciju preciznosti. Vreme i njegova učestanost kontrolišu se na satovima monitoring stanica. Korisnici su u mogućnosti da dobijaju podatke u okviru 1500 bitova svakih 30 sekundi. Svaki okvir sadrži pet podokvira (subframes) koji iznosi 300 bitova/6 sekundi uz raspoložive bitove za proveru i eventualnu korekciju greške.

GPS prijemnici su pojednostavljeni na svega nekoliko integrisanih kola tako da su postali veoma ekonomični i svakom dostupni. Sada su uređaji veličine paklice cigareta. Uz pomoć njega mogu se dobiti lokacije neke tačke na površi Zemlje u četiri dimenzije, tri prostorne X, Y, Z i vremenskoj sa atomskog časovnika.

GPS prijemnici imaju različitu cenu. Mali civilni prijemnici koštaju nekoliko stotina dolara dok veće bazne stanice koštaju više hiljada američkih dolara. Prijemnici koji se koriste u vojne svrhe imaju znatno višu cenu i najčešće su teško dostupni drugim korisnicima. Cenu prijemnika određuje i stepen tačnosti. Prilikom korišćenja GPS podataka neophodna je opreznost u pogledu mogućih netačnosti koje nastaju kao posledica selektivne dostupnosti, uticaja jonosfere i troposfere, višestruke refleksije signala, greške u orbiti, itd.

Nasuprot tome, prednosti GPS-a su u sve većoj preciznosti navigacionih uređaja, svakodnevnoj dostupnosti i besplatnim signalima. Korišćenje GPS uređaja u automobilu ima svoje prednosti jer ne zavisi od tipa vozila a vođenje se završava na tačnoj, traženoj lokaciji. Kartografski prikaz navođenja praćen glasom ne ometa pažnju vozača.



Slika 26. Sistem za globalno pozicioniranje
(videti:<http://wwwj.colorado.edu/geography>)

Svoju široku primenu GPS navigacija pronašla je u svim vidovima saobraćaja, turističkim kretanjima u prirodi ili u velikim urbanim sistemima, kao i na polju bezbednosti. GPS uređaji po svom izgledu i funkcijama proizvode se kao nezavisni minijaturni modeli ili kao navigacioni softver za mobilne telefone.

Prema nameni GPS prijemnika, razlikuju se:

1. Ručni prijemnici za opšte namene. Ovaj tip prijemnika karakterišu male dimenzije, baterijsko napajanje, a imaju i prikaz aeronautičke ili pomorske karte pomoću memorijskih kartica.
2. Prijemnici za avijaciju. Ovi prijemnici su optimizovani za navigaciju u vazдушnom saobraćaju.
3. Prijemnici za navigaciju automobila i lokalizaciju flote. Ovi prijemnici su montirani u automobilima, vozovima, kamionima i sl. Oni se upotrebljavaju za navigaciju vozača ili za slanje signala ka centru za hitne slučajeve u slučajevima saobraćajnih nesreća.
4. Prijemnici za mapiranje i skupljanje podataka. Ovi prijemnici prikupljaju podatke koji će biti prosleđeni u bazu podataka. Mogu biti ručni sa GPS antenom pričvršćenom za ranac.
5. Pomorski prijemnici. Namenjeni su za pomorsku navigaciju.
6. OEM prijemnici. Ovi prijemnici su namenjeni da budu ugrađeni kao deo neke druge opreme. Dolaze do proizvođača kao kartica ili modul bez displeja i ugrađenog izvora napajanja.
7. Svemirski prijemnici. Ovi prijemnici se nalaze na satelitima, moraju biti otporni na radijaciju.
8. Prijemnici za geodetska premeravanja. Ova vrsta prijemnika se odlikuje velikom preciznošću.
9. Vremenski prijemnici. Sačinjeni su da se upotrebljavaju kao vremenska referenca. Pozicija je sekundarna informacija kod ovog tipa prijemnika i često se zanemaruje od strane korisnika.
10. Prijemnici za jedrenje i pecanje.

Među poznatim GPS uređajima (prvi je lansiran 1989. god.) koji su danas dostupni i na našem prostoru, su: Garmin-Street Piloti 3, Garmin-nuvi 350 i Certus-sistem (Certus Autotrack) za praćenje i prikaz statusa putem SMS-a (Slika 27). Mireo viaGPS 2.0 Cardinale i GIS karte omogućavaju vektorski prikaz u landscape modu, proizvoljno uvećanje karte, automatsko pomeranje karte sa kretanjem vozila, rotaciju u smeru kretanja, 3D prikaz, itd.



Slika 27. GPS uređaji za navigaciju

Metod izračunavanja pozicije korisnika na osnovu GPS satelita naziva se triangulacija. Ovaj termin se ipak veoma slobodno koristi jer triangulacija podrazumeva i upotrebu uglova u izračunavanju što ovde nije slučaj. Ispravan naziv za metod koji koristi GPS sistem je trilateracija. Ipak, izraz triangulacija se koristi jer ga većina ljudi može razumeti.

Ovaj sistem se zasniva na merenju vremena putovanja radio-signala na osnovu koga se izračunava udaljenost. Osim udaljenosti potrebna je i informacija o tome gde se sateliti tačno nalaze u prostoru, a zatim se metodom triangulacije izračunava pozicija prijemnika. Potrebno je da merenja budu obavljena veoma precizno, preciznim časovnicima, jer je vreme putovanja radio-signala od satelita do GPS

prijemnika (ukoliko se satelit nalazi tačno iznad prijemnika) svega oko 0,06 sekundi. GPS sistem funkcionše tako što meri vreme potrebno radio-signalu da stigne od satelita do prijemnika. Osnovna ideja za merenje udaljenosti je formula *brzina x vreme puta* gde se za brzinu prostiranja radio-signala uzima vrednost od 300 000 km/s. Mesto korisnikove lokacije je krug sa radijusom $R=C \times T$, čiji je centar na poziciji koju satelit zauzima u vreme emitovanja signala. Korišćenjem dva satelita dobijamo dva vremena putovanja. Na prvi pogled čini se da su dva satelita sasvim dovoljna za određivanje geografske dužine i širine. Međutim, u jednačini postoji i treća nepoznata, a to je greška korisnikovog časovnika u odnosu na satelitski časovnik, tako da se zahtevaju rastojanja od najmanje tri satelita. Dvodimenzionalno određivanje lokacije je dovoljno ukoliko nam je poznata nadmorska visina kao, na primer, okeanskim brodovima, međutim, ukoliko je potrebna informacija i o trećoj dimenziji, tada će biti neophodna četiri satelita. NAVSTAR sistem osigurava svakoj lokaciji na Zemljinoj površi optičku vidljivost (minimalno) šest satelita u bilo kom trenutku.

Signal koji šalju GPS sateliti može proći kroz oblake, staklo, plastiku, ali ne i kroz čvrste masivne objekte kao što su zgrade i planine.

Problem u merenju vremena puta radio-signala predstavlja određivanje tačnog trenutka kada je signal napustio satelit. Rešenje za ovaj problem je pronađeno na sledeći način: svi sateliti i prijemnici su sinhronizovani tako da generišu iste kodove u isto vreme. Znači sve što je potrebno da se uradi jeste da se primi signal sa satelita i da se zatim uporedi sa kodovima koje je generisao prijemnik.

Računar u prijemniku je generisan tako da kada dobije seriju merenja koja se ne seku u jedinstvenoj tački, detektuje da je nešto pogrešno te pretpostavi da je časovnik na prijemniku u kašnjenju. Računar zatim počinje da oduzima ili dodaje istu količinu vremena za sva merenja sve dok ne dođe do vrednosti merenja kada se ona sva seku u jedinstvenoj tački. Znači, pozicija korisnika može da se utvrdi poznavanjem rastojanja između četiri satelita ukoliko su poznate pozicije tih satelita u vreme transmisije. Sama pozicija satelita se određuje uz pomoć monitorskih (osmatračkih) stanica. Potrebno je da četiri osmatračke stanice sa poznatim lokacijama prime signal sa jednog satelita da bi odredili njegovu poziciju. To je suprotan proces od određivanja pozicije prijemnika kome su potrebni signali sa četiri satelita.

Poznavanje pozicije satelita i poznavanje sila koje deluju na satelit omogućuju kompjuteru kontrolne stanice da odredi elemente satelita i predvidi njihovu poziciju u bilo kom trenutku tokom nekoliko narednih obleta. Orbite su veoma stabilne te je zbog toga položaj moguće izračunati sa veoma velikom preciznošću. Ipak, potrebno je i stalno ažuriranje podataka o efemeridama satelita, jer se javljaju varijacije usled nejednake koncentracije Zemljine mase, magnetnih polja u svemiru, pritiska Sunčeve radijacije i drugih spoljnih faktora.

Kada osmatračke stanice utvrde grešku u položaju satelita one ovu informaciju šalju do satelita koji zatim ovu poruku emituje kao sastavni deo vremenske informacije.

Znači GPS sateliti ne emituju samo kodove nego i poruke o njihovoj tačnoj lokaciji i zdravlju sistema. Pošto se sateliti nalaze na visini od 20.200 km njihovi signali se mogu primiti u monitorskim stanicama dugo vremena tokom njihovog obleta.

Postoji nekoliko tipičnih izvora grešaka u GPS pozicioniranju:

1. Selektivna dostupnost. Od 1991. do 2000. godine, GPS sistem je pružao dve vrste navigacionih servisa koje su se razlikovale po preciznosti: PPS (Precise Position System), precizni pozicioni servis, koji je bio korišćen od strane vojske SAD i NATO i SPS (Standard Position System), koji je bio korišćen za civilnu upotrebu, a koji je odstupao od stvarnog položaja do 100 m po horizontali, 156 m po vertikali i u merenju vremena do 340 ns. Selektivna dostupnost kod SPS-a je bila program Američkog ministarstva odbrane koji je uveden kako bi se otežalo korišćenje ove tehnologije u armijama potencijalnih protivnika SAD, odnosno da bi se onemogućilo precizno navođenje u realnom vremenu. Međutim, zbog postojanja mogućnosti dekodiranja signala i automatskog uklanjanja ove greške, ovaj sistem zaštite je postao neefikasan te je američka vlada dekretom ukinula ovu degradaciju signala. Greška pozicije bez uticaja ove degradacije nije veća od 20 m, a u većini slučajeva iznosi oko 10 m.
2. Greška časovnika. Greška atomskog časovnika utiče na tačnost merenja rastojanja do satelita. Pošto se rastojanje meri na osnovu brzine radio-signalna i vremena potrebnog da stigne do prijemnika, svaka greška u merenju vremena utiče i na tačnost konačne pozicije.
3. Greške nastale uticajem jonosfere i troposfere. Uticaj jonosfere i troposfere je važan izvor greške. Prolaskom GPS signala kroz jonosferu i troposferu dolazi do njegovog usporenja, što za rezultat ima pogrešno sračunato rastojanje do satelita. Jonosfera je sastavljena od naelektrisanih čestica. Debljina sloja i gustina jonosfere iznad neke određene oblasti je različita i promenljiva u zavisnosti od Sunčevog zračenja, fluktuacija u Zemljinom magnetnom polju i drugih faktora. Što je frekvencija signala koji šalje satelit niža, to se signal više usporava pri prolasku kroz jonosferu. Vodena para u troposferi takođe rezultira nastankom grešaka u merenju. Na ove greške najosetljivija je vertikalna komponenta GPS poruke (nadmorska visina). Po posledicama je slična grešci časovnika. Prilikom obrade podataka GPS merenja koriste se matematički modeli kojima se ovaj uticaj smanjuje.
4. Greška koja rezultira višestruke refleksije signala. Ova greška je određena uslovima rada na terenu. Osim signala sa satelita, do GPS prijemnika dolaze i signali koji se reflektuju od obližnjih objekata.
5. Greška koja je rezultat uticaja geometrije satelita. Uticaj geometrije satelita ogleda se u loše određenoj presečnoj tački. Korišćenje suviše bliskih satelita rezultira lošijim rezultatima merenja. Ovaj uticaj se naziva geometrijsko rasipanje preciznosti ili skraćeno GDOP (Geometric Dilution of Precision).

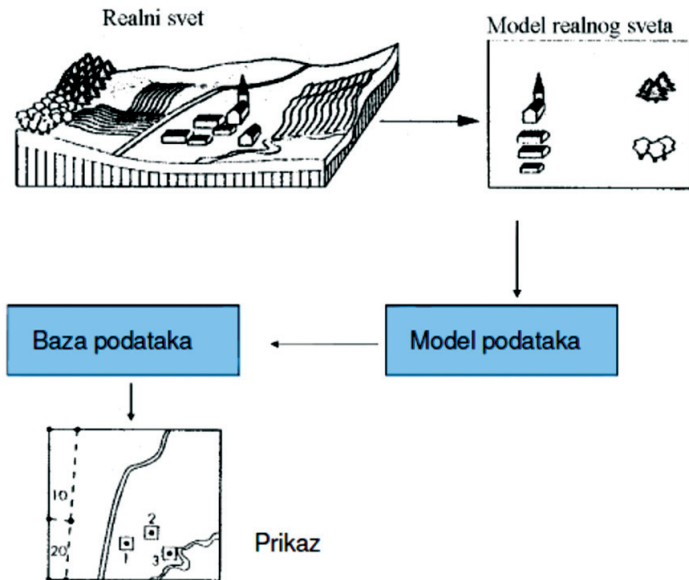
U uslovima smanjene vidljivosti (kanjoni, proseci, useci, visoka izgrađenost, i sl.) povećan broj satelita ne doprinosi povećanju tačnosti merenja, jer se geometrija satelita ne može značajno promeniti ili popraviti ako je dostupan samo ograničeni deo neba.

Mogućnosti savremenih GPS uređaja koriste se i za računanje optimalnog puta i automatskog izračunavanja novih puteva tokom vožnje. Mobilni elektronski vodiči su svoju efikasnu primenu našli u turizmu. Na primer, kompanija poput Mountainbiker u južnom Tirolu, nudi mobilne elektronske vodiče za brdske bicikliste, koristeći GPS navigaciju. Turisti zainteresovani za brdski biciklizam mogu da pristupe web-sajtu i da rezervišu odabrani hotel u regionu. Gosti hotela mogu da koriste GPS uređaje bez plaćanja dodatnih troškova. Pri preuzimanju uređaja, oni biraju staze koje žele da obiđu i čije karte se snimaju na njihov GPS uređaj. Takođe, automatski se snimaju i informacije o interesantnim mestima na stazama ili u njihovoj blizini. Biciklisti mogu da postave svoj GPS uređaj na bicikl da prate kretanje i proveravaju tačnost pozicija na karti. Korisnici su zadovoljni mogućnostima ovakvog sistema. Partnerska mreža ima stabilan rast i broj staza, čije karte su unesene u sistem, konstantno se povećava. Elektronski turistički vodič za bicikliste je dobar primer iz prakse za nove mobilne servise u turizmu.

3.7. Modeliranje podataka

Ljudi mogu da osmatraju veoma mali deo Zemljine površi da bi raspolagali informacijama do kojih nije moguće doći direktnim uvidom. Takva potreba se javlja u turizmu, trgovini, prilikom određivanja mesta stanovanja i u raznim drugim aktivnostima. Gotovo sve ljudske aktivnosti, u određenom trenutku, zahtevaju informacije o delovima Zemljine površi do kojih nije moguće doći direktnim uvidom, što zbog prostornih, što zbog vremenskih ograničenja. Zbog toga se informacije obezbeđuju kreiranjem virtuelnih modela (Longley and all., 2005).

Modeliranje je postupak izrade umanjene kopije realnog sistema i kreiranje njegove logičke zamene (Slika 28). Realni sistem poseduje merljive ulaze i izlaze sistema dok njegov model ima zadate ulaze i izračunate izlaze sistema. Modeli redukuju kompleksne probleme na prostije forme, kojima se lakše manipuliše. Veština definisanja modela se sastoji u pronalaženju takvog formalnog sistema čije će ponašanje uspešno simulirati ponašanje određenih aspekata realnog sveta. Opšti metodološki pristup pri kreiranju modela je apstrakcija. Apstrakcija podataka je postupak pažljivog uključivanja i skrivanja detalja, prema potrebi konkretnog prikaza. Opšte rašireno neformalno shvatanje je da se realni svet sastoji od skupa objekata. Objekti od interesa se često nazivaju *entitetima*. Svaki entitet mora posedovati neki skup osobina (atributa), od posebne važnosti, i kao takav on održava veze sa drugim entitetima.



Slika 28. Modeliranje realnog sveta

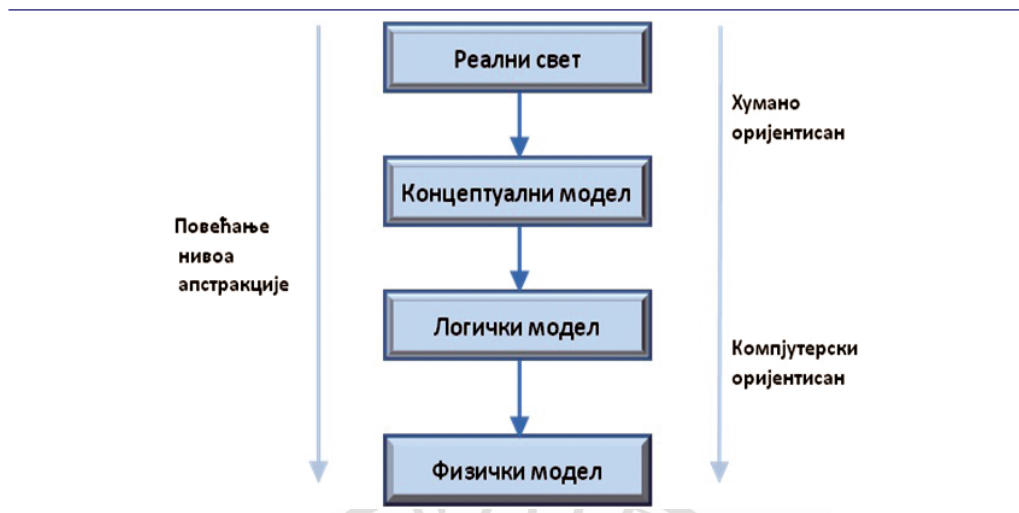
Svi entiteti mogu biti prirodni (vodotokovi, jezera, obale mora, itd.) ili izgrađeni ljudskom rukom (zgrade, putevi, pruge, mostovi, vodovi, itd.) (Kukrika, 2000). U cilju što realnijeg preslikavanja stvarnosti, u skladu sa stepenom složenosti realnog sistema i zahtevima korisnika, modeliranje može biti konceptualno, logičko i fizičko (Slika 29).

3.7.1. Konceptualno, logičko i fizičko modeliranje

Konceptualno modeliranje je okrenuto ka korisniku i odgovara na pitanje: „Šta nas zanima u realnom svetu?“. Prema tipu pojave mogu se kreirati dva tipa modela:

- ◆ *Model baziran na poljima*, gde zamišljamo da se ispitivani atribut menja u prostoru kao neka neprekidna matematička funkcija ili polje.
- ◆ *Model baziran na entitetima* gde smatramo da je prostor sastavljen od entiteta koji se opisuju svojim atributima ili svojstvima, i čije se lokacije kartiraju pomoću geometrijskog koordinatnog sistema.

Logičko modeliranje – odgovara na pitanje: „Kako definisane predmete interesovanja predstaviti kao formalni sistem?“ (precizno definisanim objektima se može manipulirati samo poštujući precizna pravila, bez obzira na njihovu interpretaciju i pravila u stvarnom svetu).



Slika. 29. Tri nivoa modelovanja

Geografski entiteti na logičkom nivou opisuju preko dve vrste informacija:

- ◆ *geografskih simbola* (pozicija i oblik) i
- ◆ *topoloških veza* (odnosi sa ostalim geografskim entitetima).

Jedan od osnovnih problema logičkog modeliranja geografskih podataka je kako definisati geometriju nekog prostora. Osnovne geometrijske primitive koje služe za prikaz realnog sveta su *tačka*, *linija* i *poligon*. Termin „primitiva“ naglašava njihovu osnovnu ulogu, jer služe kao osnova na kojoj se izgrađuju bogatiji sistemi (Kemp, 2008). Tačka je najjednostavnija geometrijska primitiva koja služi za prikaz entiteta koji su suviše mali da bi bili prikazani kao površine. Tačkama se mogu označavati stabla, hoteli, muzeji, prodavnice, restorani i slično. Niz povezanih tačaka sačinjava linije. Linije se koriste za predstavljanje linearnih elemenata iz prirode, na primer puteva ili obalskih linija, ali i elemenata koji nisu vidljivi golim okom, kao što su administrativne ili međunarodne granice. Poligoni se predstavljaju nizom zatvorenih linija i koriste se da bi se opisali elementi kao što su polja, zgrade, administrativne oblasti i sl. Kao i elementi koji se prikazuju linijama, neki od poligona postoje u stvarnosti, dok su neki imaginarni (Brančić, 2007). Geometrijske primitive se zasnivaju na koordinatama i matematičkim funkcijama u definisanom referentnom sistemu.

Dok su geometrijom predstavljeni metrički prostorni aspekti geografskih informacija, *topologiju* čine diskretni prostorni aspekti geografske informacije. Topologija je matematička procedura za eksplicitno definisanje prostornih obeležja i prostornih odnosa, tj. geografski entiteti koji su predstavljeni tačkama, linijama i poligonima, sada se povezuju u jedinstvenu celinu. Topološki aspekti geografskih entiteta mogu se opisati korišćenjem jedne ili više topoloških primitiva. Tri osnovna tipa topoloških primitiva su označeni kao: *čvor*, *ivica* i *izgled*. Čvor je svaka karakteristična tačka u

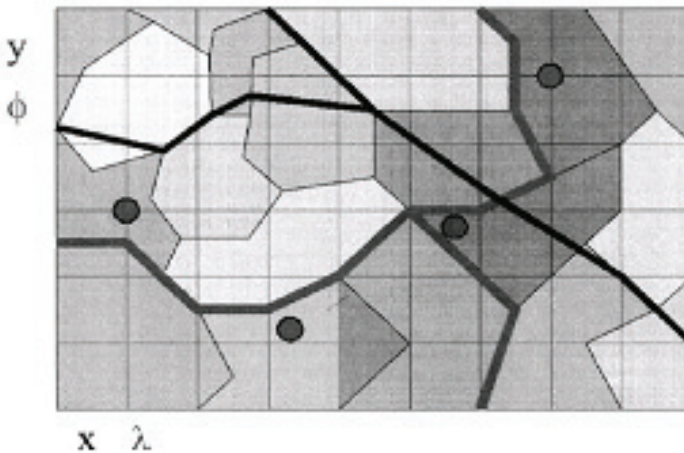
prostoru, granica ili površina koja dobija odgovarajući topografski znak u skladu sa njenim značenjem u prostoru, dok je ivica jednodimenzionalna topološka linija koja je usmerena veza između dva granična čvora koja mogu biti ista. Ivica je grafički predstavljena linijom (krivom). Izgled predstavlja dvodimenzionalnu topološku liniju. Prostorni položaj svake topološke primitive može se opisati s jednom ili više geometrijskih primitiva.

Fizičko modeliranje - rešava kako apstraktni model prevesti na jezik računara. Opisuje egzaktne fajlove ili tabele baza podataka koji su korišćeni za memorisanje podataka.

Geografski entiteti se na fizičkom nivou opisuju preko:

- ◆ vektorskog i rasterskog modela i
- ◆ odgovarajućeg modela prostorne baze podataka.

Kada zamislimo realni svet prenet na kartu, uvek postoje dva modela. Prvi je predstavljen u vidu *vektorskog* formata uz pomoć koga su zabeležene lokacije objekata unetih na kartama kao tačke, linije i poligoni (Slika 30).









Slika 30. Transformacija informacija o prostoru

Takav standardizovani način predstavljanja geografskih informacija ima efikasne mogućnosti u radu sa georeferenciranim podacima, izradom raznovrsnih kartografskih slojeva ili veoma sadržajnih interaktivnih tematskih karata.

1. tačke - predstavljaju sve što može biti opisano x i y lokacijama na površi Zemlje, kao što su trgovinski centri, kupci, banke, i dr.
2. linije - predstavljaju sve što ima dužinu, kao što su ulice, auto-putevi, reke, i sl.

3. *poligoni (površine) - opisuju sve što ima prirodnu, političku, administrativnu granicu, kao što su teritorije gradova, država, opisnih predela, poštanskih zona, trgovačkih teritorija i dr.*

elemenat	vektor digitalni	vektor analogni	raster digitalni	raster analogni
tačka	X, Y, koordinate		piksel	
linija	$X_1, Y_1, \dots, X_n,$ Y_n		piksel	
poligon	$X_1, Y_1, \dots,$ $X_n, Y_n, \dots, X_1, Y_1$		piksel	

Slika 31. Vektorska i rasterska forma podataka (tačke, linije, poligoni)

Vektorski podaci beleže prostorne podatke kao x, y, koordinate u pravouglom koordinatnom sistemu. Osobine tačaka se beleže kao pojedinačne x, y lokacije, dok su osobine linija i spoljnih linija poligona serije x, y koordinata (Slika 31). Vektorski podaci su veoma pogodni za beleženje diskretnih geografskih osobina visoke preciznosti o putnoj mreži, ulicama, granicama parcela, telefonskim linijama, itd. Savremeni GIS softver koristi vektorske podatke i vektorsku grafiku iz drugih, na primer CAD crteža. Vektorski podaci beleže aktuelne lokacije na Zemlji čija tačnost zavisi od broja tačaka koje su izabrane da predstavljaju fenomen, na primer, obalsku liniju ili rečni tok.

Nasuprot vektorskim podacima, u GIS-u su zastupljeni i *rasterski* sistemi podataka. U rasterskom formatu se nalazi mreža malih jedinica koje se nazivaju pikseli (pixels). U svakom pikselu se nalaze izabrani podaci namenjeni nekoj upotrebi. Karta se deli na skup identičnih diskretnih elemenata i listu sadržaja za svaku jedinicu. U svakoj jedinici je neka vrednost, koja minimalno može biti nula dok je maksimum određen rasponom digitalne vrednosti piksela. Raster podaci beleže prostorne informacije u matricu organizovanu kao skup redova i kolona. Raster format je manje ekonomičan za memoriju računara od vektorskog formata.

Baza podataka predstavlja osnovu, jezgro, geografskog informacionog sistema. U bazi podataka su uskladišteni podaci koji informacioni sistem čine jedinstvenim i neponovljivim. Vrlo često podaci, odnosno baza podataka predstavlja i najvredniji deo sistema. Realizacija GIS baza je standardno zasnovana na konceptu relacionih baza. Pojava relacionog modela omogućila je korisnicima efikasno korišćenje podataka koje se satoji u mogućnostima lakog, interaktivnog dobijanja podataka i manipulaciju njima. Definisanje posebnog jezika strukturiranih, konstruktivnih upita (SQL) korisniku olakšava komunikaciju sa bazom.

Konceptija GIS baza podataka treba da omogući osnovne funkcije kao što su:

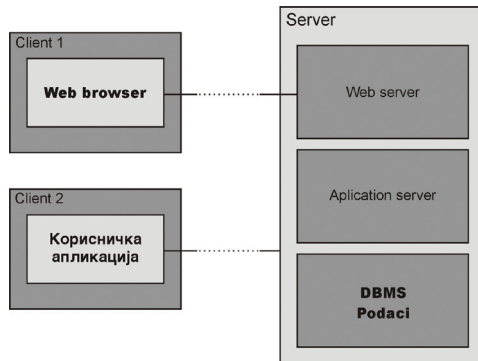
- ◆ organizovanje određenog skupa strogo kontrolisanih podataka;
- ◆ pristup, analizu i prikaz tih podataka,
- ◆ uobličavanje modela visokog nivoa za kratkoročni i dugoročni prikaz stanja posmatranog realnog sistema.

4.1. Struktura baze podataka

U dosadašnjem periodu usavršavanja i razvoja, arhitektura baze podataka je prošla kroz nekoliko faza, odnosno generacija. Poslednja generacija arhitekture baze podataka predviđa višeslojnu arhitekturu (Slika 32). Prema tome, baza podataka, u širem smislu reči, sistem je koji čine:

- ◆ podaci - korisnički podaci i meta podaci (podaci o podacima),
- ◆ sistem za upravljanje bazom podataka (*DataBase Management Systems - DBMS*),
- ◆ server aplikacija (application server),
- ◆ WEB server i
- ◆ korisničke aplikacije (WEB brauzeri).

Kao sinonim za ovako definisanu bazu podataka često se koristi termin *sistem baze podataka*.



Slika 32. Višeslojna arhitektura baze podataka

4.1.1. Sistem za upravljanje bazom podataka

Podaci kao element informacionog sistema predstavljaju jedinstven vitalni resurs sistema. S obzirom na vrednost podataka, njima se mora upravljati na adekvatan način. Upravljanje podacima se ostvaruje sistemom za upravljanje bazom podataka.

Sistem za upravljanje bazom podataka (DBMS) je softverski sistem kojim se obezbeđuje:

- ◆ efikasno arhiviranje podataka,
- ◆ jednostavna komunikacija,
- ◆ višestruki istovremeni pristup podacima,
- ◆ uzajamna nezavisnost aplikacija i podataka,
- ◆ pouzdanost podataka i
- ◆ sigurnost podataka.

Efikasno arhiviranje podataka, pre svega podrazumeva skladištenje podataka sa minimalnom redundansom (ponavljanjem). Osim toga, zadatak DBMS je da na optimalan način izvrši fizičku organizaciju podataka.

Jednostavna komunikacija korisnika sa bazom podataka ostvaruje se preko jezika bliskih korisniku. Naime, korisnik podacima u bazi podataka pristupa preko upitnog jezika. Da bi se zadati upit realizovao neophodno je izvršiti njegovu optimizaciju i generisati potreban broj transakcija. Upravo optimizacija upita i obrada transakcija je jedan od osnovnih zadataka DBMS.

DBMS u višekorisničkim sistemima mora da obezbedi paralelno korišćenje zajedničkih podataka od strane više korisnika. Osim što obezbeđuje sinhronizaciju simultanih zahteva različitog tipa od strane više korisnika nad istim podacima, DBMS mora da obezbedi da pri tome ne dođe do gubljenja podataka.

Jedan od veoma velikih problema koji je bio prisutan u ranijim fazama organizovanja podataka je visok nivo uslovljenosti podataka i korisničkih aplikacija. Obezbeđenje uzajamne nezavisnosti, odnosno nezavisnosti aplikacija od podataka, ali i podataka od aplikacija, jedna je od veoma bitnih funkcija DBMS. Drugim rečima, DBMS omogućava da aplikacija ima uvek isti pogled na podatke, odnosno obezbeđuje da promena u strukturi podataka ne zahteva promene u aplikaciji. Sa druge strane, DBMS omogućava da promena u aplikacijama ne zahteva promenu u strukturi podataka, odnosno obezbeđuje imunitet strukture podataka u odnosu na promene u aplikacijama.

U toku rada sa podacima mogući su otkazi hardverskih i softverskih komponenti. DBMS, i u takvim okolnostima, mora da obezbedi pouzdanost podataka, odnosno ne sme da dozvoli narušavanje integriteta i konzistentnosti podataka. Osim toga, DBMS mora da poseduje efikasne alate za generisanje sigurnosnih kopija podataka, kao i alate za njihovo vraćanje u slučaju otkaza sistema. Pouzdanost podataka jedan je od prioriternih zahteva koji treba da zadovolji DBMS.

Pod sigurnošću baze podataka podrazumeva se zaštita baze podataka od neovlašćenog pristupa podacima. Sigurnost podataka DBMS obezbeđuje nizom alata kojima se definiše nivo pristupa, odnosno definišu raspoložive mogućnosti za konkretne korisnike ili grupe korisnika sistema.

Fizička organizacija podataka, kao i način pristupa njima strogo je definisan i u velikoj meri zavisi od konkretnog DBMS. S obzirom na tu činjenicu, može se reći da podaci i DBMS predstavljaju jedinstvenu i nedeljivu celinu. Sa aspekta arhitekture sistema taj deo čini prvi sloj sistema baze podataka i predstavlja serversku stranu sistema.

4.1.2. Server aplikacija

U dosadašnjoj praksi fizička implementacija baza podataka se realizovala u dva sloja. Jedan sloj su činili podaci i DBMS, a drugi sloj korisničke aplikacije.

Međutim, sve stroži zahtevi po pitanju performansi, a naročito brzine odziva, sa jedne strane, a sve obimnije i složenije baze podataka sa sve većim brojem korisnika, sa druge strane, usloveli su uvođenje još jednog sloja. S obzirom da je osnovni zadatak ovog sloja podrška korisničkim aplikacijama, nazvan je - server aplikacija. U arhitekturi baze podataka ovaj sloj je smešten između korisničkih aplikacija i DBMS, te se često iz tog razloga naziva i srednji sloj. Osnovni razlog za uvođenje servera aplikacija je podizanje performansi sistema. Međutim, osim navedenog, jedan od veoma važnih razloga za uvođenje servera aplikacija je optimizacija korišćenja resursa baze podataka u višekorisničkom sistemu. Osnovni zadaci servera aplikacija su:

- ◆ procesiranje transakcija,
- ◆ ostvarivanje optimalne veze između korisničkih aplikacija i baze podataka,
- ◆ generisanje WEB interfejsa i
- ◆ integracija različitih korisničkih aplikacija (platformi) u jednu celinu.

Savremena rešenja, u svakom slučaju, podrazumevaju višeslojnu arhitekturu baza podataka, u kojoj veoma značajnu ulogu ima server aplikacija. Sa razvojem WEB aplikacija, ovakva arhitektura baza podataka dobila je još više na značaju.

4.1.3. WEB server

Sa razvojem WEB-a stvorene su potpuno nove mogućnosti u primeni baza podataka. Osim toga, WEB tehnologija je u velikoj meri uticala na razvoj baza podataka, odnosno na razvoj arhitekture baza podataka. Međutim, i baze podataka su uticale na razvoj i usavršavanja WEB tehnologije.

Kao jedna od posledica uzajamnog delovanja ove dve tehnologije je pojava WEB servera. U savremenoj arhitekturi baza podataka WEB server zauzima veoma važnu ulogu i u tom smislu WEB server predstavlja krajnju tačku serverske strane, odnosno veznu - dodirnu tačku serverske strane sa korisničkom stranom. Osnovni zadatak WEB servera je da podrži komunikaciju između servera aplikacija i korisničkih WEB aplikacija.

S obzirom da će nova rešenja baza podataka sve češće zahtevati primenu WEB tehnologije, uloga i značaj WEB servera u arhitekturi baza podataka biće sve veći.

4.1.4. Korisničke aplikacije

Korisničke aplikacije su softverska rešenja preko kojih krajnji korisnici pristupaju podacima.

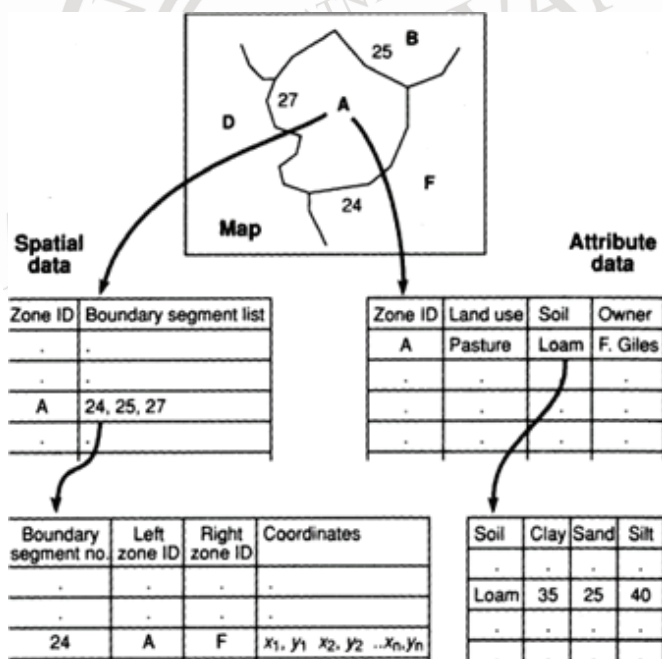
Sa stanovišta arhitekture sistema, korisničke aplikacije predstavljaju poseban sloj sistema. Često se taj sloj naziva klijentska ili korisnička strana sistema.

Sa naglim razvojem WEB-a podaci su postali dostupni velikom broju korisnika. S obzirom na tu činjenicu, sve je veći broj zahteva za razvojem korisničkih WEB aplikacija. Osim toga, sa pojavom standarda u oblasti predstavljanja i strukturiranja podataka, ali i sa pojavom moćnih hardverskih komponenti koje su omogućile brz prenos velike količine podataka kroz računarsku mrežu, stvoreni su uslovi za razvoj WEB arhitekture baze podataka. Takva arhitektura baze podataka omogućava pristup podacima smeštenim u bazi podataka sa bilo kog računara u mreži preko standardnih WEB pretraživača.

4.1.5. Pakovanje podataka u DBMS tabele

Organizovanje baza podataka i izbor modela je jedan od najvažnijih postupaka u radu sa GIS-om. Većina podataka, odnosno činjenica u realnom svetu hijerarhijski je organizovana. *Hijerarhijski i mrežni* modeli podataka su bili namenjeni profesionalnim programerima dok je *relacioni model* baze podataka koncipiran i usmeren ka korisničkim zahtevima. Novi pristup projektovanju baza podataka se pojavio 1960. godine i razmatran je u mnogim radovima E. F. Godda, kao ideja predstavljanja podataka dvodimenzionalnim tabelama. Goddove teorijske postavke su realizovane u već priznatim sistemima za relacione baze podataka kao što su: DB/2, SQL/DS, ORACLE, RDBMS, ACCESS, itd (Kukrika, 2000).

Termin relaciona baza podataka je u standardnom rečniku definisan kao „*kolekcija tabela koje su međusobno povezane kroz zajedničke vrednosti*“. U GIS-u se koristi termin geo-relaciona baza podataka (sadrži prostorne i neprostorne podatke) (Slika 33.).



Slika 33. Geo-relacioni model podataka (prostorni i neprostorni podaci spakovani u posebne datoteke, (Maguire D, Goodchild M,.. 1991).

Dve osnovne karakteristike relacionih baza podataka su: 1. podaci spakovani u tabele; 2. relacije između tabela (Slika 33.).

Tabele su kolekcija redova i kolona. *Redovi* (zapisi) su kolekcija informacija o zasebnim predmetima (stavkama). *Kolone* (polje ili atribut) predstavljaju karakteristike predmeta (stavki), na primer: ime kupca ili njegov broj telefona. *Relacije* su logička veza između tabela.

Sistem za upravljanje relacionim bazama (RDBMS) koristi se za slaganje vrednosti u višestrukim tabelama prema informacijama u jednoj tabeli u odnosu na drugu tabelu.

Objektno orijentisane baze podataka sadrže informacije o objektima koji postoje u realnom prostoru. To mogu da budu ljudi, zgrade, putevi, mostovi, trgovine, obradive površine, parkovi, itd. Svi objekti u bazama podataka imaju svojstva i ponašanje. Ponašanje povezanih objekata baze podataka određuju karakteristike transakcija u kojima njihovi entiteti učestvuju. To se može objasniti na primeru iz neprostornih informacionih sistema: knjige u biblioteci mogu da budu izdate, slobodne, vraćene ili izgubljene. Ili, drugi primer: lako se može opisati ponašanje bankovnog računa: kupac otvara račun; transakcije ulaganja i kamate povećavaju saldo; čekovi, podizanje gotovine i troškovi poslovanja ga smanjuju. Kreditiranje ili potraživanje sa bankovnog računa jesu primeri transakcije. Transakcija se pojavljuje kao odgovor na događaje, npr. ulaganje ili podizanje pomoću ATM-a (Automated Transaction Machine). U uobičajenim relacionim bazama podataka opipljiva svojstva objekata mogu se predstaviti kao entiteti podataka ali ne i kao ponašanje objekata.

Baze prostornih podataka su specifičnost geografskog informacionog sistema po kojoj se on razlikuje od neprostornih informacionih sistema. Stoga su baze prostornih podataka centralna oblast istraživanja u GIS-u. Ključni problem u radu sa geografskim informacijama je njihova količina koju treba skladištiti i koja zahteva znatno veće memorijske performanse računara. To istovremeno povećava problem kompleksnosti zaštite od neovlašćenih pristupa i izmena. Kod prostornih podataka u GIS-u dodatni problemi se vezuju za vremensku komponentu s obzirom na to da za postupak njihovog generisanja i ažuriranja treba više vremena, skuplja tehnika i veća količina novca.

Razlike između konvencionalnih i prostornih modela baza podataka su veoma izražene i one se ogledaju u sledećem: konvencionalni modeli baza podataka manipulišu homogenim skupovima jednostavnih entiteta sa relativno malim brojem tipova. Prostorne baze podataka sadrže nehomogene podatke sa velikim brojem tipova. Dodatna razlika je u bazama koje sadrže kompleksne geografske entitete, specijalne tipove podataka, kao što su rasterske i vektorske slike i nestandardne operacije.

Prostorna baza podataka može imati više kategorija podataka. Na primer: topologija zemljišta u obliku digitalnog modela terena; 3D prezentacija terena; statistički

podaci o gustini naseljenosti, korišćenju zemljišta; podaci o postojećim objektima (Kukrika, 2000). U GIS poslovima radi se sa podacima velike i promenljive količine i istražuju prostorni odnosi što konvencionalne baze podataka ne podržavaju. Kompleksni objekti u GIS-u imaju hijerarhijsku strukturu i ne mogu se jednostavno preslikati. Zbog toga se kompleksni objekti moraju dekomponovati i pamtili kao slogovi u različitim datotekama.

Imajući u vidu osobine geografskih podataka, razvoj tehnologija i sve veći broj korisničkih zahteva i novih softverskih mogućnosti, ustanovljen je razvoj inteligentnih baza podataka. Arhitekturu inteligentnih baza čine tri osnovna nivoa:

- a. *alati visokog nivoa* koji omogućavaju korisniku automatsku analizu podataka, održavanje kvaliteta i inteligentno pretraživanje,
- b. *interfejs sa korisnikom* omogućava direktni kontakt sa bazom podataka, postavljanje upita i obavljanje određenih modifikacija i
- c. *procesor inteligentne baze* podataka obezbeđuje model za objektno orijentisano predstavljanje i korišćenje multimedijalnih sadržaja (zvuk, slika, tekst) (Kukrika, 2000).

4.2. Geografske baze podataka i funkcije

Geografski informacioni sistem je organizovani skup koji čine korisnici, podaci i oprema, čiji je osnovni zadatak realizacija procesa prikupljanja, obrade, analize, prikaza i distribucije georeferentnih podataka o entitetima iz realnog sveta.

Datom definicijom geografskog informacionog sistema ni u kom delu se ne zahteva postojanje informacione tehnologije. Naravno, danas je primena informacione tehnologije neizbežna, te se njena primena podrazumeva, što je i jedan od razloga da se u definiciji GIS-a elementi informacione tehnologije ni ne pominju. Međutim, veoma je važno napomenuti da su informacioni sistemi postojali i daleko pre pojave računara, s tim što je oprema u tim sistemima bila adekvatna nivou tehnološkog razvoja konkretnog društveno-istorijskog perioda.

Trenutni razvoj geografskih informacionih sistema u svakom slučaju podrazumeva visok nivo primene informacione tehnologije, a kada su u pitanju najaktuelniji stavovi po pitanju stepena razvoja geografskih informacionih sistema nezaobilazno se pominju baze podataka, odnosno geografske baze podataka kao jezgro geografskog informacionog sistema.

4.2.1. Razvoj modela podataka u geografskim informacionim sistemima

Proces modelovanja podataka o prostoru je star koliko i sam proces izrade karata. Kada se govori o razvoju modela podataka o prostoru, veoma često se zanemaruje,

odnosno neopravdano izostavlja period izrade analognih karata. Ovaj period je, kao prvo, neuporedivo duži od perioda koji se zasniva na primeni računarske tehnologije. Osim toga, u tom periodu su definisani osnovni principi modelovanja podataka o prostoru, na kojima se zasnivaju i najnovije tehnologije.

Period generisanja karata uz podršku računara započeo je gotovo od trenutka nastanka prvih računara. Primena novih alata i tehnika u generisanju karata zahtevala je odgovarajuće promene i u procesu modelovanja podataka.

U periodu od nastanka prvih karata pa do danas, moguće je uočiti nekoliko faza (perioda) razvoja modela podataka. Sve faze možemo podeliti u dva velika perioda - period do pojave računara i period nakon pojave računara. Period do pojave računara su obeležili analogni (štampani, pisani, crtani) dokumenti, odnosno podaci u analognom obliku, dok su period od pojave računara obeležili podaci u digitalnom obliku.

Period analognog načina prikaza prostora započinje sa pojavom prvih prikaza prostora na kamenim pločicama i zidovima pećina nastalih pre nekoliko hiljada godina. Detaljnom analizom celokupnog procesa generisanja, ali i načina korišćenja takvih prikaza prostora, može se uočiti analogija sa današnjim savremenim tehnološkim rešenjima, zasnovanim na moćnoj kompjuterskoj tehnologiji.

Međutim, ozbiljan nivo definisanja modela podataka nastaje sa prvim štampanim kartama. Ovaj period obeležila su dokumenta, odnosno podaci u analognom obliku. Način organizovanja podataka u tom periodu bio je veoma specifičan. Tehnološki postupak izrade karte zahtevao je postojanje predložaka (oleata) sa određenim sadržajem. Sadržaj oleata činili su podaci srodnih karakteristika. Opravdano se može konstatovati da su oleate, praktično, preteča sadašnjih tematskih nivoa, odnosno lejera.

Grafički prikaz elemenata prostora u obliku karata jedan je od optimalnih načina prikaza prostora. Međutim, i pored niza prednosti koje poseduje, grafički prikaz elemenata prostora poseduje i neke nedostatake. Jedan od ozbiljnih nedostataka je prikaz ograničenog broja karakteristika elemenata prostora. Ovo je jedan od razloga što se osim karata u ovom periodu koristi i čitav niz pratećih dokumenata (spiskovi, pregledi, statistike, katalozi i sl.) sa skupom dodatnih podataka koji su upotpunjavali opis elemenata prostora prikazanih na karti. Način organizovanja, odnosno način povezivanja podataka sa karte sa podacima u pratećim dokumentima, po neki put bio je detaljno razrađen. Međutim, u većini slučajeva to je bio veliki problem. Takav način organizovanja podataka rezultirao je sistemom sa niskim performansama u svim procesima rada, a naročito u procesu analize podataka. S obzirom da je karta kao prikaz prostora, još uvek ostala nezamenljiv dokument, ovaj model podataka je još uvek u upotrebi.

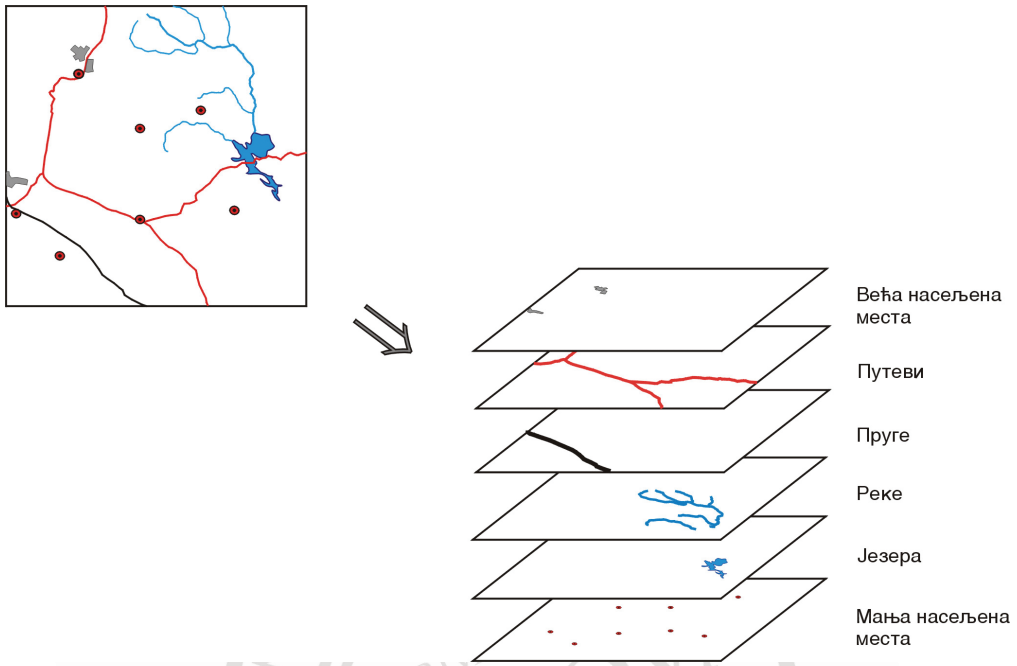
Sa pojavom računara započeo je i period digitalnog oblika podataka o prostoru. U skladu sa razvojem računarske tehnologije, način organizacije podataka u ovom periodu je menjan više puta.

4.2.2. Složenost sistema datoteka u GIS-u

Faza organizacije podataka o prostoru u obliku datoteka (fajlova) nastala je kad i prvi računari. Uvođenjem informatičke tehnologije, u prvom trenutku samo kao sredstva za arhiviranje podataka, a zatim i za njihovu veoma jednostavnu obradu, započinje period razvoja modela podataka u digitalnom obliku. Ova faza predstavlja prvu fazu u razvoju modela digitalnih podataka o prostoru.

Podaci su u ovoj fazi bili organizovani u obliku datoteka. U manje složenim sistemima podaci su bili smešteni u jednoj datoteci, dok su u nekim složenijim slučajevima podaci organizovani u veoma kompleksne sisteme međusobno povezanih datoteka. Ovu fazu razvoja modela podataka obeležile su ASCII, odnosno indeksne datoteke. Unos podataka obavljao se preko alfa-numeričkih terminala i digitajzera. Postupak unosa bio je veoma spor i težak. S obzirom da u ovom periodu nisu postojali grafički ekrani, digitalizacija karata vršena je "na slepo", što je bio poseban problem. Osim toga, u ovom periodu nisu postojali komercijalni softveri iz oblasti geografskih informacionih sistema ili ih je bilo veoma malo, te su se za svaki konkretan zahtev pisali odgovarajući programi. Imajući u vidu način organizovanja podataka, a s obzirom na činjenicu da se za svaki pojedinačni problem generisao odgovarajući kompjuterski program, kao i činjenicu da su hardverske komponente bile skromnih performansi, neka ozbiljnija analiza podataka gotovo da je bila nemoguća. Vizuelizacija podataka bila je jedino moguća na kraju procesa, u trenutku plotiranja, odnosno štampanja izlaznih dokumenata.

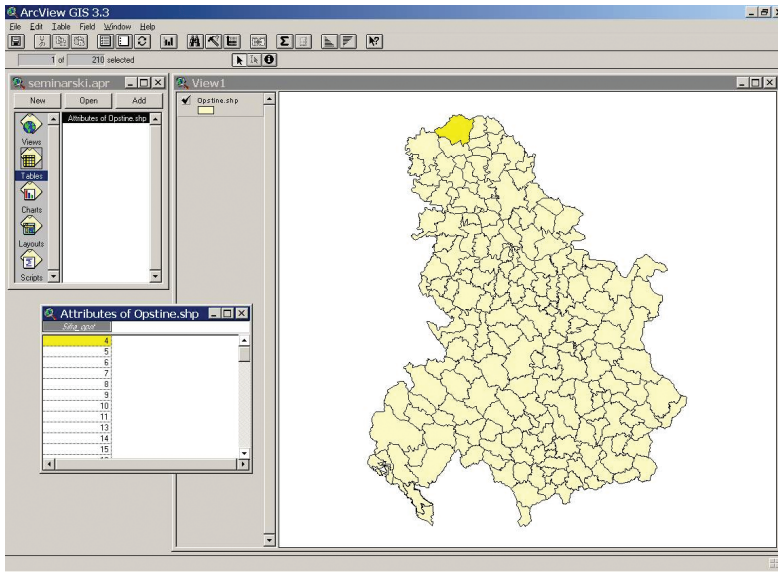
Sa pojavom grafičkih ekrana, ali i odgovarajućeg softvera za interaktivnu obradu grafičkih podataka, započinje druga faza razvoja modela digitalnih podataka o prostoru. Ovu fazu razvoja obeležili su softveri za crtanje - CAD (Computer Aided Drafting) i CAM (Computer Aided Mapping) softveri. Strukturu modela podataka činile su datoteke sa prostornim podacima. U njima su beleženi podaci o poziciji, odnosno koordinatama elemenata sadržaja karte predstavljenih tačkama, linijama i poligonima. Sadržaj karte prikazivan je slojevito u obliku nivoa (Slika 34.), gde je jedan nivo činio sadržaj sličnih (srodnih) karakteristika. Ovaj model podataka imao je veoma efikasan način definisanja geometrijskih osobina sadržaja karte. Međutim, jedan od veoma ozbiljnih nedostataka predstavljale su veoma male, gotovo nikakve, mogućnosti beleženja negeometrijskih osobina entiteta. Osim toga, kao direktna posledica strukture modela podataka, ali i kao nedostatak samih CAD/CAM sistema, proizišao je još jedan veoma veliki nedostatak, a to je nemogućnost analize podataka. Prve verzije ovih sistema imale su mogućnost rada isključivo sa vektorskim sadržajem, odnosno nisu podržavale druge vrste podataka (rasterske, DMV). Daljim razvojem CAD/CAM sistemi su uz odgovarajuća proširenja dobili mogućnost rada i sa rasterskim podacima.



Slika 34. Prikaz elemenata prostora po nivoima

Osamdesetih godina 20. veka, sa pojavom prvih softvera za analizu podataka o prostoru, počinje nova faza razvoja modela podataka. Osnovna karakteristika ove faze razvoja modela podataka, koja je predstavljala osnovu za razvoj moćnih funkcija za prostornu analizu podataka, jeste mogućnost povezivanja geometrijskog i tematskog sadržaja.

U ovoj fazi razvoja modela podataka geometrijske karakteristike sadržaja zapisivane su veoma slično kao i u modelima iz prethodnih faza. Podaci su, i dalje razvrstani prema srodnosti, činili posebne nivoe, odnosno fajlove. Međutim, u odnosu na ranije faze, postojala je veoma bitna razlika. Naime, vektorski podaci su čuvani u indeksnim datotekama sa definisanim identifikatorom za svaki segment sadržaja (Slika 35.).



Slika 35. Geometrijski podaci

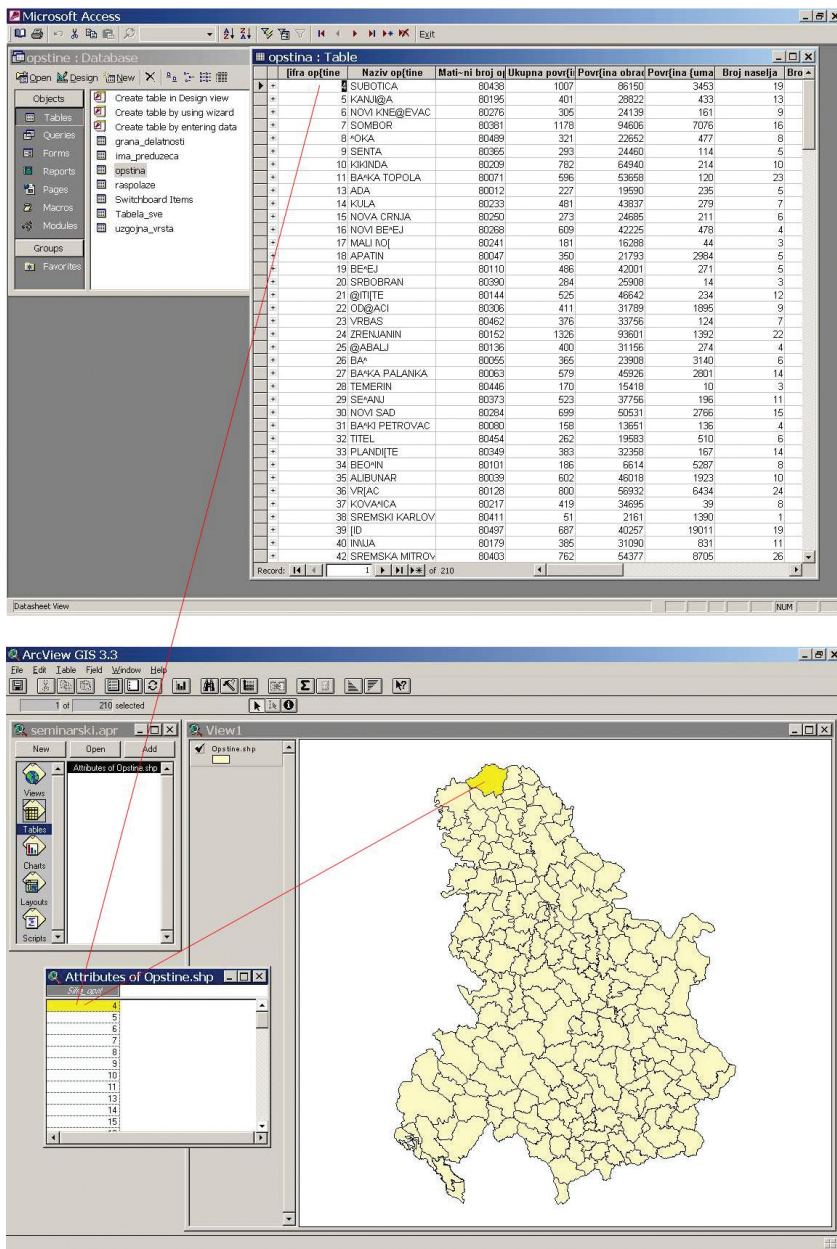
Tematski podaci su organizovani u obliku tabela (Slika 36.), koje su često i nazivane tematske, odnosno atributske table. Svaki red (slog) atributske table imao je svoj identifikator.

[ifra opštine]	Naziv opštine	Mati-ni broj op]	Ukupna površina	Površina obradiv	Površina (uma (Broj naselja]	Broj stanovnika	Indeks b/s 1981	Broj zi
4	SUBOTICA	80438	1007	86150	3453	19	150534	97,4	
5	KANJIŽA	80195	401	2					
6	NOVI KNEŽEVAC	80276	305	2					
7	SOMBOR	80381	1178	9					
8	OKA	80489	321	2					
9	SENTA	80365	293	2					
10	KIKINDA	80209	782	6					
11	BAČKA TOPOLA	80071	596	5					
13	ADA	80012	227	1					
14	KULA	80233	481	1					
15	NOVA CRNJA	80250	273	2					
16	NOVI BEČEJ	80268	609	4					
17	MALI INOČ	80241	181	1					
18	APATIN	80047	350	21793	2384	5	32593	97,5	
19	BEČEJ	80110	486	42001	271	5	42685	96,5	
20	SREBROBRAN	80390	284	25908	14	3	17365	93,5	
21	BITOLE	80144	525	46642	234	12	22811	89,2	
22	ODŽACI	80306	411	31789	1895	9	37501	96,9	
23	VREBAS	80462	376	33756	124	7	46405	101,4	
24	ZRENJANIN	80152	1326	93601	1392	22	136778	98,2	
25	@ABALJ	80136	400	31156	274	4	25823	98,5	
26	BAČ	80055	365	23908	3140	6	17249	94,6	
27	BAČKA PALANKA	80063	579	45926	2801	14	58835	101,2	
28	TEMERIN	80446	170	15418	10	3	24939	110,6	
29	SEVANJ	80373	523	37756	196	11	18438	94,5	
30	NOVI SAD	80294	699	50531	2766	15	265464	106,1	
31	BAČKI PETROVAC	80080	158	13651	136	4	15662	97,3	
32	TITEL	80454	262	19583	510	6	16218	99,1	
33	PLANDIJE	80349	383	32368	167	14	14581	90,4	
34	BEČIŃ	80101	186	6614	5287	8	14848	105,1	
35	ALIBUNAR	80038	602	46018	1923	10	26535	90,3	
36	VRIAC	80128	800	66932	6434	24	63228	95,4	

[ifra delatnosti]	Gajeenje useva i zasada, baštovanstvo
12	Uzgojivotinja
151	Proizvodnja, obrada i konzerviranje mesa
153	Priprada i konzerviranje voća i povrća
201	Proizvodnja rešane građe
202	Proizvodnja plova i tabli od drveta
203	Proizvodnja grajevinke stolarje
0	

Slika 36. Tematski podaci

Upravo pomoću zajedničkog identifikatora koji je definisan za vektorski sadržaj i atributske podatke ostvarena je veza između geometrijskog (vektorskog) sadržaja sa tematskim podacima (Slika 37).



Slika 37. Veza geometrijskih i tematskih podataka

Ova karakteristika predstavljala je ogroman napredak u razvoju modela podataka, a i samog GIS-a. U ovoj fazi razvoja modela podataka prvi put su stvoreni uslovi za uvođenje, odnosno primenu baza podataka. Glavno tehničko rešenje u ovoj fazi razvoja je atributska tabela. Kasnije će se ispostaviti da je primena tabela bio revolucionarni i odlučujući korak u daljem razvoju ne samo modela podataka nego čitavog GIS-a. Kao posledica tako definisane strukture modela podataka, a i zahvaljujući razvoju novih funkcija u samim aplikacijama, GIS je dobio veoma snažne alate za analizu podataka.

Tipičan upit za tako strukturiran model podataka je: „Na karti obeleži sve gradove sa brojem stanovnika većim od 100.000”. Ovaj upit se interpretira na sledeći način: u atributskoj tabeli selektuj identifikatore svih slogova koji ispunjavaju uslov da je vrednost u polju broj stanovnika veća od 100.000, a zatim na mapi obeleži sve tačke čiji identifikatori odgovaraju selektovanim identifikatorima iz atributske table. Ovaj upit zapisan u SQL izgleda: „select ident from grad where br_stan > 100000;”.

Zahvaljujući organizovanju podataka u obliku tabela, odnosno primeni relacionih modela podataka, stvorene su mogućnosti daljeg razvoja modela podataka. Dalji razvoj se odvijao u pravcu povećanja mogućnosti povezivanja atributskih tabela sa drugim tabelama. Prve verzije softvera u ovoj fazi podrazumevale su jednostavnu vezu vektorskog sadržaja sa atributskom tabelom, odnosno vezu vektorskog sadržaja samo sa jednom tabelom. Ovakav način povezivanja predstavlja sistem veza u jednom nivou. Dalji razvoj GIS softvera, ali i razvoj DBMS omogućio je povezivanje atributske table sa drugim nezavisnim tabelama ili tabelama sadržanim u eksternim bazama podataka. Ove mogućnosti samo su još više proširile snagu GIS softvera.

S obzirom na činjenicu da postoje dva odvojena skupa podataka - vektorski fajlovi, u kojima su arhivirani geometrijski podaci, i table, u kojima su arhivirani tematski podaci, ovaj model podataka imao je i niz nedostataka. Jedan od nedostataka ovog modela predstavlja veoma složen i težak postupak održanja integriteta podataka. Ovaj nedostatak zahtevao je od programera veoma pažljiv način manipulacije podacima, što nimalo nije bio lak posao. Osim toga, kao bitna zamerka ovom modelu podataka bile su i performanse. Naime, stalno identifikovanje korespondentnih elemenata u dva odvojena skupa podataka u velikoj meri je smanjivalo performanse softverskih rešenja.

4.2.3. Definicija geografske baze podataka

Geografske baze podataka predstavljaju poslednji oblik organizovanja podataka o prostoru. Prema svojoj strukturi i mogućnostima, geografske baze podataka su veoma složen, ali i veoma efikasan način organizacije podataka o prostoru.

Sa razvojem performansi hardvera i softvera, a pre svega DBMS, stvorene su mogućnosti za integrisanje prostornih i tematskih podataka u istom, zajedničkom okruženju - geografskoj bazi podataka. Osim navedenih faktora, na razvoj tehnologije

geografskih baza podataka veliki uticaj imali su i standardi u ovoj oblasti, a posebno ISO/TC211 i OGC standardi.

S obzirom da geografske baze podataka integrišu različite tipove specifičnih podataka, način njihove organizacije u takvom okruženju poseduje niz specifičnosti. Geografske baze podataka, osim specifičnosti u organizaciji podataka, podrazumevaju specifičan oblik zapisa podataka, metodologiju njihovog modelovanja, kao i način njihovog korišćenja.

Karakteristike entiteta sa aspekta GIS-a možemo podeliti na prostorne i tematske. Prostorne karakteristike entiteta definisane su geometrijskim i topološkim podacima, dok su tematske karakteristike definisane tematskim podacima.

Integracija prostornih i tematskih podataka je osnovna koncepcija geografskih baza podataka.

Na osnovu toga, geografske baze podataka, osim osnovnih karakteristika koje su svojstvene konvencionalnim bazama podataka, poseduju i specifične karakteristike:

- ◆ mogućnost definisanja geometrijskih osobina entiteta,
- ◆ mogućnost definisanja topoloških osobina entiteta i
- ◆ mogućnost definisanja tematskih osobina entiteta.

Uzimajući u obzir osnovne i specifične karakteristike, moguće je izvesti sledeću definiciju geografske baze podataka:

Geografska baza podataka predstavlja pojednostavljen, ali veran prikaz realnog sveta dat u obliku organizovanog skupa prostorno definisanih i logički povezanih podataka, kojima se definišu geometrijske, tematske i topološke osobine entiteta.

Komercijalna softverska rešenja koja se odnose na geografske baze podataka podržavaju relacione baze podataka, odnosno zasnivaju se na relacionom modelu podataka, te se često i nazivaju georelacione baze podataka. U narednom periodu može se očekivati razvoj komercijalnih softverskih rešenja koja će podržati i neke druge modele podataka, kao što su objektni modeli. S obzirom na činjenicu da su geografske baze podataka zasnovane na relacionom modelu podataka, neophodno je sa stanovišta teorije baze podataka definisati prostorni podatak, odnosno prostornu relaciju, kao osnovni koncept georelacionog modela.

Prostorna relacija je relacija definisana nad najmanje dva domena od kojih je jedan prostor. Taj domen se naziva prostorni domen relacije. S obzirom da prostorni domen, osim položaja, definiše oblik i veličinu entiteta iz realnog sveta često se naziva geometrijski domen. Ostali domen nad kojima je definisana prostorna relacija nazivaju se negeometrijski domen relacije.

Prostorni podatak ili preciznije prostorno definisani podatak je deo n-torke iz prostorne relacije.

Shodno datim definicijama prostornog podatka, odnosno prostorne relacije, može se izvesti još jedna definicija geografske baze podataka, koja glasi:

Baza podataka u kojoj je implementirana barem jedna prostorna realcija naziva se geografska baza podataka.

Specifičan tip podataka i postavljeni zahtevi po pitanju vrste upita i analiza na njima, nametnuli su potrebu za posebnom arhitekturom geografske baze podataka.

4.2.4. Arhitektura geografske baze podataka

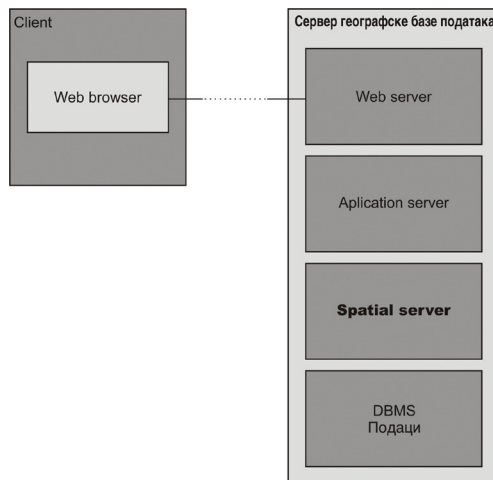
Arhitektura geografske baze podataka je veoma slična arhitekturi neprostornih baza podataka, Međutim, imajući u vidu specifičan tip podataka, način fizičke realizacije geografske baze podataka je po mnogo čemu specifičan. Specifičnosti se odražavaju ne samo na hardversko-softverske komponente nego i na samu arhitekturu geografskih baza podataka. S obzirom da su slojevi koji čine standardnu arhitekturu konvencionalnih (neprostornih) baza podataka već opisani, u ovom poglavlju biće iznete samo specifičnosti arhitekture geografske baze podataka.

Arhitektura geografske baze podataka (Slika 38.) sem slojeva koji predstavljaju standardnu arhitekturu neprostornih baza podataka, podrazumeva i postojanje servera prostornih podataka, tzv. prostornog (spatial) servera. Postoji nekoliko razloga za uvođenje spatial servera, a osnovni su:

- ◆ specifičan tip, odnosno struktura geometrijskih podataka,
- ◆ veliki obim prostornih podataka,
- ◆ specifičan način manipulacije i upravljanja prostornim podacima,
- ◆ specifični i kompleksni upiti nad prostornim podacima,
- ◆ specifičan način optimizacije upita i generisanja transakcija,
- ◆ široki spektar različitih klijentskih aplikacija sa različitim zahtevima prema prostornim podacima i
- ◆ veliki broj korisnika koji zahtevaju pristup prostornim podacima.

Mesto spatial servera u arhitekturi geografske baze podataka može biti različito. Optimalno rešenje je da se on nalazi između servera aplikacija i podataka. Osnovni zadatak spatial servera je skladištenje i upravljanje geometrijskim podacima. Osim toga, zadatak spatial servera je da podrži zahteve servera aplikacija, a koji se tiču prostornih podataka. Ovaj zadatak podrazumeva servisiranje i optimizaciju pre svega opštih, geometrijskih i topoloških upita nad geometrijskim tipovima podataka.

Ovako koncipirana arhitektura geografske baze podataka osim, što pruža znatno viši nivo performansi, omogućava i primenu WEB tehnologije i oblasti GIS-a (Slika 38).



Slika 38. Arhitektura geografske baze podataka

4.2.5. Projektovanje geografske baze podataka

Postupak projektovanja baze podataka u opšte, pa samim tim i geografske baze podataka nije standardno formalizovan. Ova problematika je vrlo često bila predmet stručnih rasprava i sučeljavala je različita mišljenja. Međutim, i pored različitih stavova po pitanju postupka projektovanja baze podataka, pažljivom analizom moguće je uočiti nekoliko standardnih faza projektovanja:

- ◆ analiza sistema i definisanje korisničkih zahteva,
- ◆ projektovanje konceptualnog modela podataka,
- ◆ projektovanje logičkog modela podataka,
- ◆ projektovanje fizičkog modela podataka i
- ◆ implementacija.

Iz definicije baza podataka može se uočiti njihova veoma bitna karakteristika, a to je da se one modeluju i implementiraju na osnovu konkretnih **analiza sistema i definisanja korisničkih zahteva**. Uspešan postupak projektovanja baze podataka zahteva detaljnu analizu konkretnog sistema sa aspekta načina funkcionisanja i strukture podataka u sistemu.

Osnovni cilj analize sistema i specifikacije korisničkih zahteva je model procesa. Najčešće primenjivane metode za analizu sistema su Strukturna sistema analiza (SSA) i Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). Svaka od ovih metoda poseduje svoj semantički i sintaksni jezik, pravila i tehnike za grafičko prikazivanje elemenata strukture sistema. Bez obzira na izbor konkretne metode, faza analize sistema podrazumeva opis funkcija sistema, njihovih međusobnih veza i podataka koji omogućavaju integraciju sistema.

Analiza sistema, osim što predstavlja put do modela procesa, sa aspekta projektovanja baze podataka, predstavlja osnovu za projektovanje konceptualnog i logičkog modela podataka.

S obzirom na specifičnosti geografske baze podataka, pri analizi sistema i proučavanju projektnih zahteva posebnu pažnju je neophodno pokloniti uočavanju zahteva koji se odnose na prostornu određenost pojedinih objekata iz realnog sveta, kao i na zahteve po pitanju analize i vizuelizacije takve vrste podataka.

Druga faza kreiranja geografske baze podataka je **projektovanje konceptualnog modela podataka**. U ovoj fazi, a na osnovu definisanih projektnih korisničkih zahteva, vrši se indentifikacija entiteta, odnosno odabir onih entiteta iz realnog sveta koji su neophodni i bitni za definisanje baze podataka. Rezultat ovog koraka je spisak entiteta, što predstavlja prvi formalan zapis buduće strukture geografske baze podataka.

S obzirom da se radi o geografskoj bazi podataka, posebno je važno utvrđivanje grafičkog, odnosno vizuelnog načina prikaza pojedinih entiteta. Iz utvrđenog spiska entiteta, izdvajaju se entiteti koji imaju prostornu komponentu – prostorni entiteti, odnosno zahtevaju grafički prikaz. Osim toga, za svaki od prostornih entiteta neophodno je utvrditi geometrijski tip podataka. Način prikaza i izbor geometrijskog tipa podataka zavisi od zahtevane detaljnosti prikaza, odnosno razmere.

Nakon toga, neophodno je izvršiti tematsko grupisanje pojedinih entiteta u grupe, odnosno setove podataka. Jedan set čine entiteti koji poseduju srodne karakteristike i prikazuju se istim geometrijskim tipom podataka.

Realni svet je skup nestruktuiranih entiteta. Logički model je struktuirani prikaz dela realnog sveta. Osim na struktuiran način, model mora da na jasan, intuitivan, precizan i što verniji način prikaže veliki broj karakteristika izabranog dela realnog sveta.

Krajnji rezultat ove faze je logički model podataka koji sadrži definisane objekte i veze između njih. **Projektovanje logičkog modela geografske baze podataka** obuhvata:

- ◆ definisanje objekata i veza,
- ◆ definisanje atributa i
- ◆ definisanje uticaja poslovnih pravila.

Postupak projektovanja geografske baze podataka predstavlja iterativni proces, pri čemu se teži da se što veći broj zahteva reši u što manjem broju iteracija.

Prva konkretizacija projektnih zahteva, odnosno početni korak u procesu projektovanja logičkog modela podataka je definisanje liste objekata i veza, do koje se dolazi na osnovu konceptualnog modela podataka. Ova faza obuhvata:

- ◆ identifikaciju kandidata za objekte,
- ◆ identifikaciju veza,

- ◆ definisanje objekata i veza, i
- ◆ kontrolu.

Osnovni zadatak u fazi identifikacije kandidata za objekte je izdvajanje dominantnih (jakih) entiteta. Identifikacijom jakih entiteta postepeno se gradi struktura (skelet) budućeg modela podataka. Jaki entiteti u sistemu postaće prvo kandidati za objekte sistema, a kasnije neki od njih biće proglašeni objektima sistema. Faza uočavanja jakih entiteta u sistemu, odnosno definisanje kandidata za objekte je veoma bitna i osetljivija faza u realizaciji celokupnog zadatka.

Nakon uočavanja jakih objekata sistema, neophodno je uočiti i ostale kandidate za objekte u sistemu koji, praktično popunjavaju, odnosno upotpunjuju definisanu osnovnu strukturu modela.

Osim identifikacije kandidata za objekte, neophodno je identifikovati veze koje postoje između kandidata za objekte. Uočavanje odnosa, odnosno veza, između kandidata za objekte, predstavlja i najsloženiju fazu projektovanja, koja podrazumeva prethodno dobro obavljenu analizu korisničkih zahteva.

Nakon generisanja liste kandidata za objekte i uočavanja veza između njih, odnosno nakon definisanja *preliminarne* strukture modela, pristupa se definisanju *konačne* liste objekata i veza. Osnovni zadatak ove faze je identifikacija odgovarajućih, reprezentativnih objekata i veza.

Poslednja faza je kontrola. U fazi kontrole prvo se kontrolišu elementi koji se odnose na celokupni model, a potom se kontrolišu konkretni, pojedini elementi - svaki objekat i veza. Pri kontroli neophodno je stalno upoređivanje datog rešenja sa konceptualnim modelom i projektnim zahtevima. Ukoliko se uoče nedostaci model se vraća na korekciju.

S obzirom da je logički model podataka osnova za naredne faze, ova faza projektovanja je veoma bitna i presudna za dalji uspeh celokupnog projekta. Pogrešno definisan logički model, odnosno nepravilno definisana lista objekata i veza negativno će uticati na dalje faze rada, a na kraju će rezultirati modelom podataka koji će posedovati niz nedostataka i neće odgovarati projektnim zahtevima, odnosno realnom sistemu.

Nakon definisanja liste objekata i veza, naredna faza je definisanje atributa, odnosno svojstava objekata i veza. Ova faza se često naziva „atributiranje modela”, a obuhvata sledeće aktivnosti:

- ◆ definisanje liste kandidata atributa za svaki objekat, odnosno vezu,
- ◆ dodeljivanje ključeva,
- ◆ definisanje negeometrijskih atributa,
- ◆ definisanje geometrijskih atributa i
- ◆ kontrola modela.

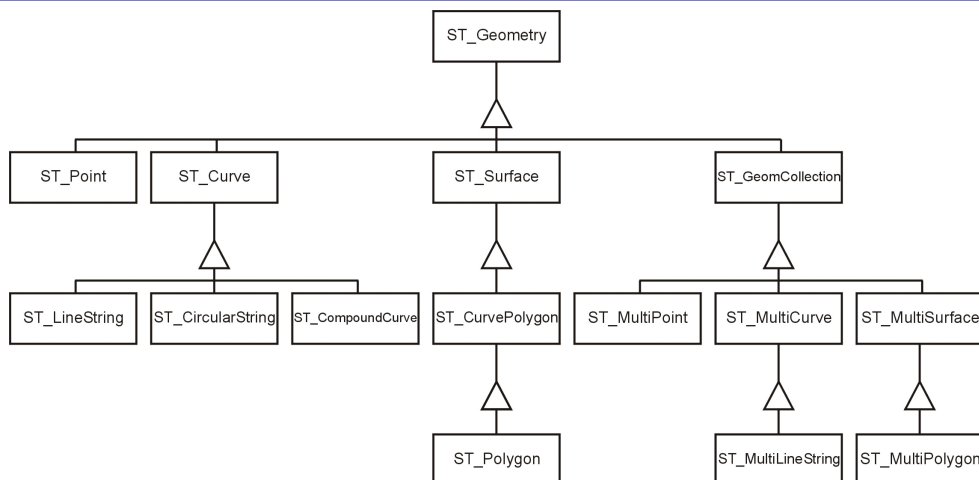
Nakon definisane liste objekata i veza, pristupa se definisanju liste kandidata atributa za svaki objekat, odnosno vezu. Atributi mogu biti atributi identifikatori i atributi deskriptori. U zavisnosti od korisničkih zahteva, za svaki konkretni objekat, odnosno vezu, definiše se lista kandidata atributa.

Nakon toga, a u cilju generisanja logičkog modela podataka, neophodno je izvršiti izbor i definisanje ključeva za svaki od objekata, odnosno veza. Pravi izbor ključeva je od velike važnosti, naročito kada su u pitanju složeni ključevi.

Projektovanje logičkog modela geografskih baza podataka u fazi definisanja objekata i veza poseduje niz specifičnosti u odnosu na konvencionalne baze podataka. Jedna od tih specifičnosti je definisanje geometrijskih svojstava objekata, odnosno identifikacija atributa objekta koji definišu geometrijska svojstva objekta.

Kao što je ranije napomenuto, geografske baze podataka, osim standardnih tipova podataka, poseduju specifične tipove podataka koje se odnose na geometrijske podatke. Ti tipovi podataka su nazvani geometrijski tipovi podataka. U zavisnosti od tipa objekta, odnosno njegove interpretacije u bazi podataka, za svaki geometrijski atribut se definiše adekvatan geometrijski tip podatka. Geometrijski tipovi podataka definisani su ISO i OGC standardima. Prema standardu ISO/IEC 13429-3 geometrijski tipovi podataka (Slika 39.) su:

- Geometry
 - Point,
 - Curve,
 - LineString,
 - CircularString,
 - CompoundCurve,
 - Surface,
 - CurvePolygon,
 - Polygon,
 - GeomCollection,
 - MultiPoint,
 - MultiCurve,
 - Multi LineString,
 - MultiSurface i
 - MultiPolygon.



Slika 39. Geometrijski tipovi podataka

Nakon završene radne verzije logičkog modela geografske baze podataka vrši se kontrola. Osnovni cilj kontrole je da se uoče nedostaci u projektovanom modelu, pre nego što se pređe na realizaciju naredne faze projektovanja, a to je definisanje poslovnih pravila.

Poslovna pravila mogu biti opšta i posebna (poslovna). Opšta pravila, odnosno ograničenja, važe za sve modele, dok su ograničenja koja proizilaze iz poslovnih pravila specifična i zavise od konkretnog sistema. Poslovna pravila predstavljaju ograničenja kojima se iskazuju specifičnosti koje važe u konkretnom, realnom sistemu.

U zavisnosti od tipa ograničenja, poslovna pravila mogu da utiču na kardinalnost, referencijalni integritet, koordinatni sistem, domen atributa i inicijalne (default) vrednosti. U skladu sa tim, definisanje uticaja poslovnih pravila je proces koji obuhvata sledeće faze:

- ◆ definisanje kardinalnosti veza,
- ◆ definisanje referencijalnog integriteta,
- ◆ definisanje koordinatnog sistema,
- ◆ definisanje domena,
- ◆ definisanje topoloških pravila,
- ◆ definisanje inicijalne vrednosti i
- ◆ kontrolu.

Kardinalnost veza predstavlja odnos pojavljivanja jedne instance u definisanim tipovima objekata koji se nalaze u vezi. Osnovni tipovi kardinalnosti su 0:1, 1:1, 1:M i M:M. U skladu sa poslovnim pravilima za svaku vezu između objekata neophodno je definisati jedan od mogućih tipova kardinalnosti.

Definisanje referencijalnog integriteta predstavlja jednu od faza definisanja uticaja poslovnih pravila na model podataka. U ovoj fazi se definišu ograničenja koja se odnose na integritet podataka. Tip, odnosno skup tipova referencijalnog integriteta u modelu podataka definisan je poslovnim pravilima. U zavisnosti od konkretne aktivnosti koja se realizuje nad podacima postoje sledeći tipovi referencijalnog integriteta:

- ◆ integritet pri insertovanju,
- ◆ integritet pri ažuriranju i
- ◆ integritet pri brisanju.

Pri definisanju referencijalnog integriteta posebnu pažnju je potrebno obratiti na objekte sa geometrijskim tipovima podataka i njihove veze sa ostalim objektima. Naime, u cilju definisanja posebnih kontrola veoma je bitan uticaj, odnosno međusobni odnos prostornih objekata i njihov odnos prema neprostornim objektima.

Prostorna definisanost ili georeferentnost podataka je jedna od osnovnih karakteristika geografske baze podataka. Pod prostornom definisanošću podataka podrazumeva se poznavanje položaja u prostoru svake instance prostornog objekta. Najracionalniji način definisanja položaja, generalno, bilo koje tačke u prostoru je pomoću njenih koordinata u izabranom dvodimenzionalnom, odnosno trodimenzionalnom koordinatnom sistemu. Definisanje koordinatnog sistema podrazumeva, pre svega, izbor konkretnog koordinatnog sistema. U praksi najčešće korišćeni koordinatni sistemi su:

- ◆ geocentrični koordinatni sistem,
- ◆ koordinatni sistem koji se odnosi na elipsoid i
- ◆ koordinatni sistem definisan nekom od kartografskih projekcija.

Osim toga, postupak definisanja koordinatnog sistema podrazumeva izbor elipsoida, kartografske projekcije i geodetskog datuma (horizontalnog i visinskog), a u okviru toga i još niz parametara koji su neophodni za potpuno definisanje korisničkog koordinatnog sistema.

Pri izboru koordinatnog sistema treba nastojati, ukoliko je to moguće, da svi geometrijski tipovi podataka budu definisani u istom koordinatnom sistemu.

Jedna od veoma bitnih faza u procesu projektovanja logičkog modela podataka je faza definisanja domena atributa. Domen predstavlja skup dozvoljenih vrednosti atributa i moguće ga je definisati za svaki atribut. Konkretne vrednosti domena su definisane tipom podatka, poslovnim pravilima i projektnim zahtevima. Domen, odnosno skup dozvoljenih vrednosti geometrijskog tipa podatka određen je položajem i veličinom (dela) prostora i izabranim koordinatnim sistemom.

Definisanje topoloških pravila⁸ je faza koja je svojstvena samo geografskim bazama podataka. Verna predstava objekata iz realnog sveta podrazumeva, sem

8 Topologija, odnosno topološka pravila su najkompleksniji segment prostornih sistema i njihova ozbiljna elaboracija zahteva posebne istraživačke projekte, odnosno naučno-istraživačke radove.

definisanja apsolutnih prostornih odnosa, definisanje i relativnih prostornih odnosa između pojedinih objekata. S obzirom na način prikaza objekata iz realnog sveta i definisane geometrijske tipove podataka, topološka pravila se odnose na relativno veliki broj mogućih topoloških odnosa. Složenost topoloških pravila rezultat je, pre svega, složenosti relativnih međusobnih odnosa objekata u realnom svetu, ali i rezultat bogatih koncepata njihove predstave u geografskim bazama podataka. Topološka pravila predstavljaju skup mogućih odnosa tačke, linije i poligona, kao osnovnih geometrijskih primitiva za grafički prikaz objekata realnog sveta, koji se u ovom slučaju interpretiraju kao odnosi čvorova, ivica i oblasti.

U cilju efikasnijeg rada samih korisnika, odnosno efikasnog korišćenja aplikacija, neophodno je definisati inicijalne vrednosti, odnosno inicijalno ponuđene vrednosti prilikom unosa podataka. Inicijalna vrednost je najčešća vrednost atributa.

Osnovni cilj kontrole u ovoj fazi projektovanja je uočavanje eventualnih grešaka u procesu sagledavanja uticaja poslovnih procesa na model podataka, odnosno na kontrolu pravilnosti primene ograničenja, a naročito ograničenja po pitanju kardinalnosti, referentnog integriteta i domena vrednosti.

Za razliku od logičkog modela, **fizički model podataka** direktno je zavisian od tehnologije na kojoj će se realizovati geografska baza podataka. Odnosno, izgled fizičkog modela uslovljen je karakteristikama konkretnog hardvera, operativnog sistema, DBMS i mreže na kojoj će geografska baza podataka biti implementirana.

Svaki operativni sistem, odnosno DBMS podrazumeva određenu fizičku strukturu podataka. Cilj ove faze je da se definiše optimalna fizička struktura geografske baze podataka za konkretno hardversko-softversko okruženje.

Bez obzira na izabrano hardversko-softversko okruženje postupak definisanja fizičkog modela je isti i realizuje se kroz nekoliko faza. Osnovne faze definisanja fizičkog modela podataka su:

- ◆ prevođenje logičkog modela u fizički model,
- ◆ imenovanje tabela i kolona,
- ◆ imenovanje i definisanje indeksa i
- ◆ definisanje kolona.

Osim navedenih faza, proces projektovanja fizičkog modela podataka podrazumeva definisanje grupe memorijskih zapisa (klastera). Osnovni zadatak u ovoj fazi je da se identifikuju podaci koji se zajedno koriste, s ciljem da se takvi podaci smeste u bliske memorijske prostore. Krajnji cilj ove faze je smanjenje vremena pristupa podacima, čime se u velikoj meri povećavaju performanse baze podataka. Kada su u pitanju geografske baze podataka, koje po pravilu, podrazumevaju veliku količinu podataka, ova faza je od posebne važnosti.

Implementacija je poslednja faza projektovanja baze podataka. Pod pojmom implementacije, u širem smislu reči, podrazumeva se sama implementacija baze

podataka, projektovanje aplikacija⁹, testiranje celokupnog sistema i uvođenje u eksploataciju. Naime, implementacija baze podataka podrazumeva sve operacije koje je neophodno realizovati da bi se od fizičkog modela podataka došlo do krajnjeg cilja, a to je fizički kreirana baza u konkretnom hardversko-sofverskom okruženju sa razvijenim korisničkim interfejsom.

Faza implementacije geografske baze podataka, kao i sve prethodne faze, poseduje neke specifičnosti svojstvene samo ovom tipu baza podataka.

Implementacija geografske baze podataka, između ostalog podrazumeva i generisanje korisničkog interfejsa koji podrazumeva i grafički prikaz podataka. Ovi interfejsi su daleko složeniji od interfejsa koji se pojavljuju u konvencionalnim bazama podataka. Osim što moraju da obezbede grafički prikaz podataka, oni moraju da obezbede realizaciju čitavog niza veoma složenih korisničkih procedura koje se odnose na unos, obradu i analizu takve vrste podataka. Osim grafičkog interfejsa, geografske baze podataka podrazumevaju i adekvatne izveštaje koji omogućavaju grafički prikaz podataka.

Koncept geografskih baza podataka je omogućio primenu API tehnologije. Primenom API tehnologije stvorene su mogućnosti generisanja aplikacija za široki krug korisnika sa potpuno različitim zahtevima. Razvoj desk-top korisničkih aplikacija u okruženju geografskih baza podataka u client-server arhitekturi se najčešće realizuje primenom standardnih objektno orijentisanih razvojnih okruženja¹⁰. Zahvaljujući razvoju objektno orijentisanih jezika stvorene su mogućnosti za generisanje veoma složenih korisničkih aplikacija.

Sa razvojem WEB tehnologije, ali i performansi hardverskih komponenti, stvorene su mogućnosti za realizaciju WEB orijentisane arhitekture geografske baze podataka. Primena savremene arhitekture geografske baze podataka, kao što je WEB orijentisana arhitektura, podrazumeva generisanje standardnih formata podataka, odnosno primenu standardnih jezika za prezentovanje prostorno orijentisanih (geokodiranih), podataka kao što su HTML, XML i GML. Ovako definisana arhitektura omogućava razvoj korisničkih WEB aplikacija. U ovom slučaju jedini preduslov za korišćenje WEB aplikacije je da korisnik na svom računaru poseduje WEB pretraživač i, naravno, pristup serveru na kome se nalazi WEB aplikacija. Pristup podacima korisnik ostvaruje preko pokrenute WEB aplikacije koja potom pristupa podacima, odnosno samoj geografskoj bazi podataka, koja se nalazi na serveru podataka.

9 Projektovanje aplikacija predstavlja posebnu fazu u projektovanju informacionog sistema, međutim imajući u vidu osnovnu temu rada, a u cilju celovitog sagledavanja problema, ona je obrađena u ovom poglavlju.

10 Prema OGC, ISO/ANSI SQL3 (SQL99) i SQL/MM standardima razvoj aplikacionog softvera moguće je realizovati na jednoj od tri platforme:

- Microsoft's Common Object Model (COM),
- Object management group's Common Object Request Broker (CORBA) i
- Structured Query Language (SQL).

Zahvaljujući karakteristikama geografske baze podataka, mogućnostima objektnih jezika i širokoj primeni WEB tehnologije, stvoreno je potpuno novo okruženje za razvoj digitalne kartografije i geografskih informacionih sistema.

4.3. Efikasno rukovanje GIS podacima

Kao što je u prethodnim poglavljima izneto, modeli koji su prethodili geografskim bazama podataka imali su niz nedostataka. Sa povećanjem obima podataka, kao i broja korisnika podataka, nedostaci su postali prepreka za dalji razvoj. Kao jedan od načina efikasnijeg organizovanja podataka pojavile su se geografske baze podataka.

Baze podataka donele su sve prednosti koje su se pokazale veoma bitnim u odnosu na klasičnu datotečku organizaciju podataka. Na taj način geografski informacioni sistemi su dobili kvalitetniji, viši nivo organizacije, koji je rezultovao novim mogućnostima i većim performansama.

Osnovne prednosti geografskih baza podataka u odnosu na prethodne načine organizovanja podataka o prostoru su:

- ◆ standardizacija postupka projektovanja,
- ◆ standardizacija podataka,
- ◆ obezbeđenje integriteta podataka,
- ◆ višekorisnički pristup podacima,
- ◆ primena client-server arhitekture,
- ◆ primena koncepcije distribuirane baze podataka,
- ◆ primena Data Warehouse koncepcije,
- ◆ primena WEB tehnologije,
- ◆ upravljanje, održavanje i zaštita podataka,
- ◆ nezavisnost strukture podataka od softverskih rešenja,
- ◆ mogućnost povezivanja sa drugim bazama podataka i
- ◆ brzina pretraživanja i analize podataka.

Geografski informacioni sistem je vrsta informacionog sistema čiji je osnovni fenomen prostor. Elementi prostora su, po svojoj strukturi, veoma kompleksni. Opis takvih elemenata zahteva veliku količinu podataka. Geografske baze podataka koristeći prednosti koje se uglavnom ogledaju u optimalnoj i efikasnoj organizaciji podataka su, za sada, jedino sredstvo čijom se primenom problem organizacije i manipulacije velike količine podataka uspešno rešava.

Geografske baze podataka su stvorile mogućnost efikasne primene objektno orijentisane tehnologije. Primena ove tehnologije je znatno proširila mogućnosti

razvoja veoma složenih i moćnih korisničkih aplikacija. Primenom objektno-orientisanih jezika za potrebe razvoja korisničkih aplikacija, mogućnosti geografskih baza podataka znatno su proširene. Osnovne prednosti koje pružaju objektno-orientisani jezici su:

- ◆ znatno viši nivo kontrole unosa i editovanja podataka,
- ◆ intuitivnost u radu i
- ◆ viši nivo kvaliteta kreiranih izveštaja.

Sa pojavom geografskih baza podataka prvi put je ostvaren koncept integrisanosti svih podataka o prostoru u jednom okruženju. Prednosti integrisanosti podataka su višestruke, a osnovne su obezbeđenje visokog nivoa integriteta podataka, višestruko povećanje performansi geografske baze podataka, efikasnije upravljanje i održavanje podataka, mogućnost povezivanja sa drugim neprostornim bazama podataka i dr.

Mogućnosti vizuelizacija podataka su znatno proširene uvođenjem koncepta geografskih baza podataka. Osim kreiranja klasičnih izveštaja pripremljenih za štampu, zahvaljujući novom načinu organizovanja podataka moguće je sadržaj geografske baze podataka učiniti pristupačnim širokom krugu korisnika koji koriste internet. Geografske baze podataka su omogućile nagli razvoj WEB kartografije. Osim što su stvoreni novi oblici vizuelizacije podataka, geografske baze podataka su znatno proširile mogućnosti interaktivnog pristupa podacima preko WEB aplikacija, odnosno WEB pretraživača. Upravo interaktivni pristup podacima, u svakom trenutku, od strane širokog kruga korisnika predstavljaju veoma bitnu karakteristiku geografske baze podataka.

Geografske baze podataka, zahvaljujući pre svega proširenjima koja se odnose na segment relacionog računa, znatno su povećale mogućnosti analize podataka o prostoru. U ovoj oblasti definisani su veoma bitni standardi koji su sadržani u ISO/TC211 i OGC standardima, odnosno specifikacijama. Definisani standardi predviđaju da se nad podacima u geografskoj bazi podataka, osim opštih mogu definisati geometrijski i topološki upiti.

Geografske baze podataka uspešno su rešile problem vezan za definisanje opštih i poslovnih ograničenja. Konkretna rešenja su uglavnom realizovana kroz okidače ili trigere. Komercijalna softverska rešenja su tako koncipirana da se veliki broj trigera generiše inicijalno na osnovu definisanih ograničenja.

Primena geografske baze podataka je znatno smanjila i olakšala posao programera. Naime, zahvaljujući velikom broju trigera koji se inicijalno generišu, pisanje koda je neophodno samo kad su u pitanju specifični zahtevi korisnika. Rezultat generisanog koda su funkcije koje predstavljaju nadgradnju, odnosno proširenje standardnih funkcija baze podataka.

Primena tehnologije geografske baze podataka omogućila je i primenu standardnih jezika za projektovanje, kao što je UML. Primena UML jezika u postupku

projektovanja geografske baze podataka u znatnoj meri je olakšala posao projektanta i omogućila realizaciju standarda u postupku projektovanja geografske baze podataka.

4.3.1. Editovanje i održavanje/ažuriranje podataka

Structured Query Language (SQL) ili u prevodu „struktuirani jezik za upite“ je najčešće korišćeni jezik za komunikaciju sa relacionom bazom podataka. S obzirom da je definisan međunarodno priznatim standardima, SQL predstavlja standardni jezik za relacione baze podataka, pa se često prevodi i kao „standardni upitni jezik“. Osnovna namena SQL je:

- ◆ definisanje strukture baze,
- ◆ pretraživanje podataka,
- ◆ dodavanje, promena i brisanje podataka, i
- ◆ kontrola pristupa i načina korišćenja podataka.

SQL je vremenski vezan za nastanak relacionih baza podataka. Kao početak razvoja relacionih baza podataka se često navodi 1970. godina kada je dr Ted Codd objavio članak „A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks“. U ovom članku se definišu osnovne postavke relacionih baza podataka, koje su poslužile za razvoj odgovarajućih softverskih rešenja, ali i SQL.

Prva implementacija SQL vezuje se za 1974. godinu, kada su stručnjaci IBM Research Laboratory u San Jose-u (California, USA) razvili softver koji je zasnovan na SQL. Softverska rešenja koja su podržavala SQL razvijena do 80-tih godina nisu bila komercijalna. Osnovni razlozi za to su slabe tehničke performanse tadašnjih računara. Prvi komercijalni RDBMS koji je podržavao SQL razvio je IBM 1981. godine (SQL/DS). Odmah potom, svoju verziju softvera objavio je i Oracle. Nagli razvoj informacione tehnologije 80-tih godina doprineo je sve masovnijem korišćenju relacionih baza podataka, pa samim tim i SQL. Ove okolnosti su nametnule potrebu uvođenja standarda u ovoj oblasti. Prvi SQL standardi pod nazivom SQL-86 objavljeni su 1986, odnosno 1987. godine od strane American National Standards Institute (**ANSI**) i International Standards Organization (**ISO**). Nakon toga, kao rezultat zajedničkog rada ove dve organizacije, 1989. godine pojavljuje se nova, proširena verzija standarda pod nazivom SQL-89. Jedna od najbitnijih dopuna u SQL-89 standardu je uvođenje referencijskog integriteta. Sledeća verzija standarda objavljena je 1992. godine pod nazivom SQL-92, odnosno **SQL-2** standardi. Ova verzija standarda je podržana od najvećeg broja proizvođača softvera i predstavlja osnovni SQL standard. Nakon toga, objavljen je SQL-99 ili **SQL-3** standard, a potom i SQL-2003 standard. Međutim, ove verzije standarda još uvek nisu dovoljno podržane od strane proizvođača softvera.

U praksi mnogi RDBMS podržavaju samo deo definisanih standarda, a često se događa da proizvođači RDBMS koriste svoje, specifične definicije naredbi. Stoga je dosledna podržanost standarda jedan od bitnih kriterijuma pri izboru konkretnog komercijalnog RDBMS rešenja.

Kao svaki jezik, i SQL ima reči i pravila pisanja (sintaksa, semantika). Kombinovanjem reči po utvrđenim pravilima formiraju se iskazi, rečenice, odnosno naredbe.

S obzirom na činjenicu da većina komercijalnih RDBMS podržava SQL-2 standard, u ovom poglavlju biće opisana struktura naredbi upravo iz ovog standarda.

Naredbe SQL-2 standarda razvrstane su u tri grupe:

1. Data definition statements (naredbe za definisanje podataka),
2. Data manipulation statements (naredbe za manipulisanje podacima) i
3. Data control statements (naredbe za kontrolne funkcije).

Naredbe za *definisanje podataka* omogućuju korisniku da definiše objekte baze podataka. Osnovne naredbe iz ove grupe su:

- ◆ **Create table** (kreiranje tabele),
- ◆ **Create view** (kreiranje virtulene tabele – „pogleda“),
- ◆ **Create index** (kreiranje indeksa),
- ◆ **Alter table** (izmena definicije tabele) i
- ◆ **Drop table** (brisanje tabele iz baze podataka)

Druga grupa naredbi SQL-2 standarda su naredbe za *manipulisanje podacima*. Ove naredbe korisniku omogućavaju unos, ažuriranje, pretraživanje, prikaz i brisanje podataka:

- ◆ **Insert** (dodavanje redova u tabeli),
- ◆ **Update** (izmena vrednosti podataka),
- ◆ **Select** (prikaz podataka iz tabele) i
- ◆ **Delete** (brisanje redova u tabeli).

Treću grupu naredbi SQL-2 standarda čine naredbe kojima se izvršavaju *kontrolne funkcije*, kao što su kontrola pristupa podacima, oporavak, sigurnost i integritet podataka:

- ◆ **Grant** (dozvoljavanje prava pristupa podacima iz tabele),
- ◆ **Revoke** (oduzimanje prava pristupa podacima iz tabele),
- ◆ **Commit** (izvršavanje transakcije) i
- ◆ **Rollback** (poništanje transakcije).

4.3.2. SQL tipovi podataka

SQL podržava numeričke, tekstualne, vremenske i logičke tipove podataka.

Osnovni numerički tipovi podataka su:

- ◆ int (celobrojne vrednosti) i
- ◆ dec (decimalne vrednosti).

Osnovni tekstualni tipovi podataka su:

- ◆ char (tekst) i
- ◆ varchar (tekst promenljive dužine).

Osnovni vremenski tipovi podataka su:

- ◆ date (datum) i
- ◆ time (vreme).

Osnovni logički tip podatka je: boolean (sa tri logičke vrednosti – True, False, Unknown).

4.3.3. Primeri SQL naredbi

U ovom poglavlju biće na praktičnom primeru opisane osnovne naredbe iz SQL-2 standarda, koje se odnose na definisanje i manipulaciju podacima. Iz grupe naredbi za definisanje podataka biće opisana **CREATE TABLE** naredba, a iz grupe naredbi za manipulaciju podacima biće opisane **INSERT, UPDATE, SELECT I DELETE** naredba.

Create table

Primer naredbe:

```

Create table Opstina (SifraOpst      (number),
                       NazivOpst     (text),
                       BrStan        (number),
                       Povrsina      (number))
  
```

INSERT

Primeri naredbe:

```

INSERT into Opstina (SifraOpst) values (1001);
INSERT into Opstina (SifraOpst, NazivOpst)
  values (1002, "Subotica");
INSERT into Opstina (SifraOpst, NazivOpst, BrStan, Povrsina)
  values (1003, "Kragujevac", 89000, 18987);
  
```

UPDATE

Primeri naredbe:

```

UPDATE Opstina set NazivOpst like "Pirot"
  where SifraOpst = 1001;
  
```

```
UPDATE Opstina set BrStan = 1000
      where BrStan is null;
```

SELECT

Primeri naredbe:

```
SELECT * from Opstina;
SELECT NazivOpst from Opstina;
SELECT NazivOpst, BrStan from Opstina;
SELECT      NazivOpst, Povrsina from Opstina
      where SifraOpst=1005 ;
SELECT NazivOpst, Povrsina from Opstina
      where SifraOpst < > 1005 ;

SELECT SifraOpst, NazivOpst from Opstina
      where NazivOpst like "S*";
SELECT SifraOpst, NazivOpst from Opstina
      where NazivOpst not like "S*";
SELECT SifraOpst, NazivOpst, BrStan from Opstina
      where BrStan > 50000;
SELECT SifraOpst, NazivOpst, Povrsina from Opstina
      where NazivOpst like "*a*" and
      BrStan > 50000;
SELECT SifraOpst, NazivOpst, Povrsina from Opstina
      where NazivOpst like "*a*" or
      BrStan > 50000;

SELECT NazivOpst, Povrsina, BrStan from Opstina
      where NazivOpst like "*a*" or
      BrStan > 50000
      order by BrStan;
SELECT NazivOpst, BrStan/Povrsina from Opstina;
SELECT NazivOpst from Opstina
      where BrStan/Povrsina < 1;
```

DELETE

Primeri naredbe:

```
DELETE * from Opstina
      where SifraOpst = 1001;
DELETE * from Opstina;
```


5

STANDARDI U GIS-U

Današnji razvoj nauke i tehnologije prati razvoj i primena odgovarajućih standarda. Standardi su postali oslonac institucijama koje za svoj cilj imaju povećanje efikasnosti i bezbednosti u radu. Istovremeno oni su alat za savremeno međunarodno organizovanje poslovnih sistema javnog i privatnog sektora.

Osnovni ciljevi standardizacije su da:

- ◆ omogućiti efikasniji razvoj novih tehnologija,
- ◆ podstakne i unapredi proizvodnju,
- ◆ olakša razmenu dobara i usluga i
- ◆ zaštititi potrošače proizvoda i korisnike usluga.

Jedan broj novih tehnologija koje su, naročito u poslednjem periodu, doživele buran razvoj jesu geoinformacione tehnologije. Brz razvoj ovih tehnologija i sve veći obim njihove primene je praćen i podstican razvojem odgovarajućih standarda u oblasti geoinformacija.

Standardi iz ove oblasti se prevashodno odnose na informacije koje se tiču objekata ili pojava koje su direktno ili indirektno povezane sa položajem u prostoru, odnosno lokacijom na Zemlji. Osnovni cilj standardizacije u oblasti geoinformacija je da se obezbedi što viši nivo dostupnosti, integracije i razmene geoinformacija između različitih korisnika.

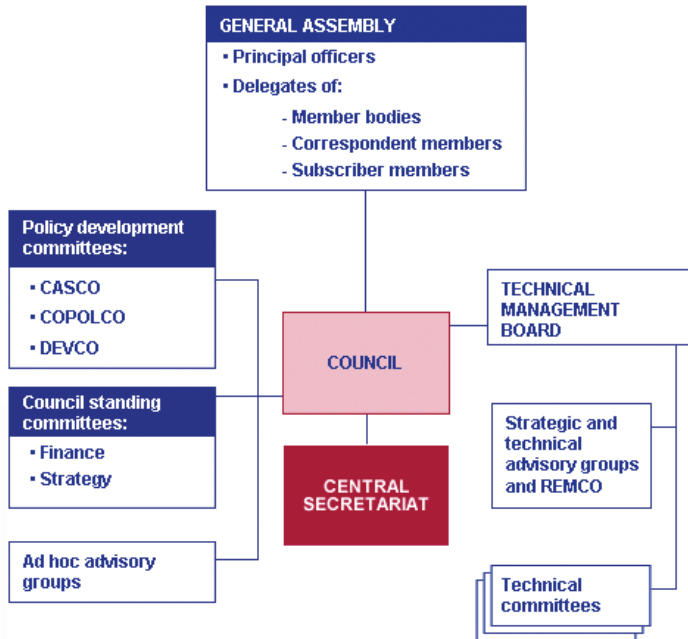
Jedan od osnovnih ciljeva standardizacije je da omogućiti, odnosno da u što većoj meri olakša, razmenu robe i usluga. Za realizaciju ovog cilja odgovorna su tri tela:

- ◆ ISO (International Organization for Standardization) - Međunarodna organizacija za standardizaciju,
- ◆ IEC (International Electrotechnical Committee) - Međunarodna elektrotehnička komisija i
- ◆ ITU (International Telecommunication Union) - Međunarodna unija za telekomunikacije.

Međunarodna organizacija za standardizaciju je nadležna za izradu standarda iz svih oblasti izuzev oblasti elektrotehnike i telekomunikacija. Za izradu standarda iz oblasti elektrotehnike i telekomunikacija zadužene su Međunarodna elektrotehnička komisija (IEC), odnosno Međunarodna unija za telekomunikacije (ITU).

ISO je nevladina organizacija koja predstavlja najznačajniju i najveću instituciju u svetu koja se bavi razvojem i publikovanjem standarda (Slika 40). Nju čine 162 nacionalne institucije koje se bave standardizacijom.

Republika Srbija je punopravan član ISO organizacije. Svoje učešće u radu ISO organizacije naša država ostvaruje preko Instituta za standardizaciju iz Beograda.



Slika 40. Organizaciona šema ISO organizacije

Tela zadužena za **razvoj** standarda su **tehnički komiteti**, koji se formiraju po posebnim oblastima delovanja i trenutno ih ima 220.

Tehnički komitet za razvoj standarda u oblasti geoinformacija je **TC211 - Geographic information/Geomatics**¹¹.

ISO je do sredine 2011. godine razvila preko 18.500 standarda iz različitih oblasti. Velika potreba za standardima, ali i efikasnost rada ISO organizacije potvrđuje se činjenicom da ova organizacija svake godine objavi više od 1000 novih standarda.

Mnoge, veoma značajne međunarodne institucije su usvojile standarde koje je propisao Tehnički komitet ISO/TC 211 kao strateška dokumenta u svom poslovanju. Ovu zajednicu korisnika standarda iz oblasti geoinformacija čine:

- ♦ Committee on Earth Observation Satellites/Working Group on Information Systems and Services (CEOS/WGISS),

11 Osim ISO/TC211, veoma značajnu ulogu u razvoju standarda u oblasti geoinformacija ima i **Open Geospatial Consortium (OGC)**.

- ◆ Defence Geospatial Information Working Group (DGIWG),
- ◆ EuroGeographics,
- ◆ European Commission Joint Research Centre (JRC),
- ◆ European Space Agency (ESA),
- ◆ European Spatial Data Research (EuroSDR),,
- ◆ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO/UN),
- ◆ Global Spatial Data Infrastructure (GSDI),
- ◆ IEEE Geoscience and Remote Sensing Society,
- ◆ International Association of Geodesy (IAG),
- ◆ International Association of Oil and Gas Producers (OGP),
- ◆ International Cartographic Association (ICA),
- ◆ International Cartographic Association (ICA),
- ◆ International Civil Aviation Organization (ICAO),
- ◆ International Federation of Surveyors (FIG),
- ◆ International Hydrographic Bureau (IHB),,
- ◆ International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS),
- ◆ International Steering Committee for Global Mapping (ISCGM),
- ◆ Open Geospatial Consortium, Inc. (OGC),
- ◆ Panamerican Institute of Geography and History (PAIGH),
- ◆ Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia and the Pacific (PCGIAP),
- ◆ Permanent Committee on Spatial Data Infrastructure for Americas (PCIDEA),
- ◆ Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR),
- ◆ United Nations Economic Commission for Europe (UN ECE) Statistical Division,
- ◆ United Nations Economic Commission for Africa (UN ECA),
- ◆ United Nations Geographic Information Working Group (UNGIWG),
- ◆ United Nations Group of Experts on Geographical Names (UNGEGN),
- ◆ Universal Postal Union (UPU) i
- ◆ World Meteorological Organization (WMO).

Osim ovih, postoji čitav niz drugih nacionalnih, državnih, nevladinih, profitno i neprofitno orijentisanih kompanija i agencija u celom svetu čije je poslovanje na direktan ili indirektan način zasnovano na standardima koji su rezultat aktivnosti Tehničkog komiteta ISO/TC 211.

Tehnički komitet ISO/TC 211 je do sada objavio čitav niz standarda i tehničkih specifikacija u oblasti geoinformacija. Objavljeni standardi i tehničke specifikacije, prema tematici, razvrstani su u sledeće grupe standarda:

1. Standardi koji definišu **osnovu** za geoprostornu standardizaciju,
2. Standardi koji opisuju **modele podataka** geografskih informacija,
3. Standardi za **upravljanje** geografskim informacijama,
4. Standardi koji se odnose na **geoinformacione usluge**,
5. Standardi za **kodiranje** geografskih informacija i
6. Standardi za **specifične** tematske oblasti.

5.1. Osnova za geoprostornu standardizaciju

Ovim standardima se definišu zajedničke osnove na kojima će počivati razvoj ostalih standarda u oblasti geoinformacija, što im daje poseban značaj. Ovu grupu standarda čine dokumanta kojima se definišu referentni model, opšti zahtevi i principi za standardizaciju, **terminologija**, jezik za izradu konceptualne šeme, opšti principi za opisivanje geoinformacionih proizvoda i usluga, kao i drugi fundamentalni principi razvoja geoinformacionih standarda.

Ovu grupu čine sledeći standardi:

- ◆ ISO 19101 Geographic information — Reference model,
- ◆ ISO/TS 19103 Geographic information — Conceptual schema language,
- ◆ ISO/TS 19104 Geographic information — Terminology,
- ◆ ISO 19105 Geographic information — Conformance and testing i
- ◆ ISO 19106 Geographic information — Profiles.

5.2. Standardni opis modela podataka geografskih informacija

Standardi iz ove grupe se zasnivaju na osnovnim načelima opisanim u dokumentu ISO 19101 Geographic information — Reference model. Ova grupa standarda definiše osnovni model i pravila za integraciju elemenata u celinu, jezik za specifikaciju geometrijskih i topoloških karakteristika prostornih elemenata, model za prikaz prostornih i neprostornih atributa podataka, kao i načine definisanja položaja entiteta u prostoru.

Ovu grupu čine sledeći standardi:

- ◆ ISO 19109 Geographic information — Rules for application schema,
- ◆ ISO 19107 Geographic information — Spatial schema,

- ◆ ISO 19137 Geographic information — Core profile of the spatial schema,
- ◆ ISO 19123 Geographic information — Schema for coverage geometry and functions,
- ◆ ISO 19108 Geographic information — Temporal schema,
- ◆ ISO 19141 Geographic information — Schema for moving features,
- ◆ ISO 19111 Geographic information — Spatial referencing by coordinates i
- ◆ ISO 19112 Geographic information — Spatial referencing by geographic identifiers.

5.3. Standardi za upravljanje geografskim informacijama

Za razliku od prethodne grupe standarda koji su usmereni ka pojedinačnim elementima i njihovim karakteristikama, ova grupa standarda se odnosi na skupove podataka. Rešenja data u ovoj grupi standarda definišu strukturu i način opisa digitalnih geografskih podataka, referentne koordinatne sisteme, metodologiju ocene kvaliteta geografskih informacija i specifikaciju proizvoda.

Ovu grupu čine sledeći standardi:

- ◆ ISO 19110 Geographic information — Methodology for feature cataloguing,
- ◆ ISO 19115 Geographic information — Metadata,
- ◆ ISO 19113 Geographic information — Quality principles,
- ◆ ISO 19114 Geographic information — Quality evaluation procedures,
- ◆ ISO 19131 Geographic information — Data product specifications,
- ◆ ISO 19135 Geographic information — Procedures for item registration,
- ◆ ISO/TS 19127 Geographic information — Geodetic codes and parameters i
- ◆ ISO/TS 19138 Geographic information — Data quality measures.

5.4. Standardi za geoinformacione usluge

Standardi iz ove grupe se odnose na specifikaciju geoinformacionih servisa. Rešenja koja sadrže ovi standardi veoma precizno definišu arhitekturu referentnog modela kojim se obezbeđuje okvir za razradu pojedinačnih geoinformacionih servisa, zatim proceduru, strukturu i format zapisa podataka kojim se omogućava veza između sistema za određivanje položaja tačke u prostoru i sistema za obradu podataka. Osim toga, u ovoj grupi standarda su i standardi koji se odnose na kartografske simbole, odnosno njihovu geometriju i funkcionalni opis.

Veoma bitna rešenja, koja su definisana ovom grupom standarda, odnose se na proširenja upitnog jezika SQL na geometrijske tipove podataka, odnosno na prostorne operacije. Osim toga, ovim standardima se definiše osnova za razmenu podataka putem mreža, odnosno mogućnosti implementacije Web Map Service (WMS), kao i strukture podataka i servisa neophodnih za razvoj i primenu sistema za praćenje i navigaciju.

Ovu grupu čine sledeći standardi:

- ◆ ISO 19119 Geographic information — Services,
- ◆ ISO 19116 Geographic information — Positioning services,
- ◆ ISO 19117 Geographic information — Portrayal,
- ◆ ISO 19125-1 Geographic information — Simple feature access — Part 1: Common architecture,
- ◆ ISO 19125-2 Geographic information — Simple feature access — Part 2: SQL option,
- ◆ ISO 19128 Geographic information — Web map server interface,
- ◆ ISO 19132 Geographic information — Location based services — Reference model,
- ◆ ISO 19133 Geographic information — Location based services — Tracking and navigation i
- ◆ ISO 19134 Geographic information — Location base services — Multimodal routing and navigation.

5.5. Standardi za kodiranje geografskih informacija

Jedan od osnovnih ciljeva standardizacije je da obezbedi i podrži razmenu informacija između različitih sistema. Upravo ova grupa standarda se odnosi na mehanizme kojima se omogućava razmena geoinformacija. Osnovni preduslov za razmenu geoinformacija je standardizacija u domenu načina određivanja položaja tačke u prostoru, odnosno način zapisivanja položaja pomoću koordinata, što je i definisano standardima iz ove grupe.

Osim toga, rešenja data u ovoj grupi standarda definišu zahteve za kreiranje pravila kodiranja koja se zasnivaju na UML šemama, servise za kodiranje, kao i jezik za opis geoprostornih osobina entiteta, odnosno sintaksu i mehanizme GML (Geography Markup Language). Standardi iz ove grupe, takođe opisuju XML šeme sa ciljem da se poboljša interoperabilnost koja će se obezbediti preko zajedničkih specifikacija za opisivanje, validaciju i razmenu metapodatka o geoinformacijama.

Ovu grupu čine sledeći standardi:

- ◆ ISO 19118 Geographic information — Encoding,
- ◆ ISO 6709 Standard representation of geographic point location by coordinates,
- ◆ ISO 19136 Geographic information — Geography Markup Language (GML) i
- ◆ ISO/TS 19139 Geographic information — Metadata — XML schema implementation.

5.6. Standardi za specifične tematske oblasti

Rešenja data u ovoj grupi standarda, zapravo predstavljaju proširenja već prethodno utvrđenih standarda u oblasti geoprostornih snimaka. Ovim standardima, odnosno tehničkim specifikacijama definiše se osnova za izradu i obradu geoprostornih snimaka, sa osnovnim ciljem da se obezedi prostorna integracija snimaka dobijenih iz različitih izvora. Osim toga, ovim rešenjima se definiše struktura podataka kojima se opisuju geoprostorni snimci.

Ovu grupu čine sledeći standardi:

- ◆ ISO/TS 19101-2 Geographic information — Reference model — Part 2: Imagery i
- ◆ ISO 19115-2 Geographic information — Metadata — Part 2: Extensions for imagery and gridded data.



6.1. Podrška sistemu odlučivanja

U eri masovne primene kompjuterske tehnologije, rukovodioci prilikom donošenja odluka koriste snagu spregnutih ljudskih i računarskih resursa. Geografske informacije podržavaju donošenje takozvanih “odluka bez greške” i mogu biti upotrebljene pri donošenju strateških, taktičkih i operativnih odluka. Informacije o trendovima i procesima u realnom geografskom prostoru su deo poslovnih odluka koje donose odgovorni rukovodioci svakodnevno. U informacijama o biznisu integrisano je oko 80 % geografskih podataka različitog stepena složenosti - od najjednostavnijih znanja o imenima i adresama ulica do višestrukih poslovnih akcija koje možemo da pratimo i analiziramo u realnom vremenu. Razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija (ICT-Information and Communication Technology) je promenio način, tačnost i brzinu donošenja odluka. Tokom osamdesetih godina kanadski naučnici koji su se bavili GIS-om kao sistemom za podršku odlučivanju istakli su pravilo po kome optimalna odluka može da se donese ako se uzmu u obzir najekonomičniji i najracionalniji pravci aktivnosti ustanovljeni analizom i modelom.

Jedan od faktora koji značajno utiče na stepen korišćenja GIS-a u odlučivanju je stil rada rukovodioca. Raspon stilova rada lica koja donose odluku kreće se od ekstremno racionalnih menadžera koji matematičkom logikom analiziraju sve raspoložive informacije do onih koji intuitivno odlučuju donoseći „meke“ odluke bez detaljnog razmatranja činjenica.

Projektanti informacionih sistema polaze od pretpostavke da donosiocima odluke treba što više objedinjenih informacija. Nasuprot tome, postojeća praksa je često pokazivala obrnut pravac u kome menadžeri ispoljavaju sklonost ka donošenju “mekih” odluka na osnovu intuicije (mišljenja) pre nego na osnovu “teških”, faktičkih informacija.

Informacioni sistemi za podršku odlučivanju, među njima i GIS, za razliku od konvencionalnih upravljačkih informacionih sistema ima dodatne prednosti:

- a. *veća mogućnost prilagođavanja promenama cilja i korisničim zahtevima,*
- b. *više zahteva za sistemskim funkcijama,*
- c. *veća kreativnost na relaciji podaci i konačni izlazi (karte, slika, tekst, zvuk, boja),*
- d. *veća kreativnost na relaciji krajnji korisnik - računar i*
- e. *manje pažnje za unos, proveru, verifikaciju podataka.*

U našem neposrednom okruženju znanje o lokacijama služi nam da planiramo način i vreme potrebno da stignemo do posla, prodavnice, apoteke, škole, itd. Službama hitne pomoći da stignu do pacijenta, policiji da uđe u trag lopovima, vatrogascima da ugase požar, i sl. Sve navedene akcije moraju biti urađene optimalno, brzo i efikasno.

Ili, možda, drugi primer: onaj ko donosi odluke o izgradnji industrijskih objekata, puteva, stambenih zgrada, korišćenju teritorije, mora da ih donese na osnovu velikog broja podataka utkanih u potrebne informacije. Pre nego što se donese odluka o izgradnji fabrike, potrebno je da se zna: mesto i veličina fabrike; tehnološka opremljenost i da li postoje uslovi rada po valjanim standardima, odnosno kvalitetu; koja je vrsta proizvoda, gde se nalaze sirovine; da li ima ili da li treba da se gradi infrastruktura (put, voda, struja, telefon); zagađuje li okolinu; koliko je i da li u toj okolini postoji tržište sposobne radne snage odgovarajućih kvalifikacija; kada, gde i kako se prodaje roba proizvedena u toj fabrici, itd.

Ovakve i mnoge druge odluke donose vlada, lokalna uprava, stručni rukovodioci, pojedinac, oni koji žele da podstaknu razvoj opštine, regiona ili da razvijaju sopstveni biznis, a da ne pogreše. Gde se nalaze podaci potrebni za donošenje odluka „bez greške“?

O svim aktivnostima pojedinca, donosioca odluka ili onih koji to nisu, postoje hiljade podataka ili kompjuterskim rečnikom rečeno - baza podataka. Najmasovniji podaci o svim poslovima i svim ljudima nalaze se u statističkim službama, zavodima, biroima, itd. Statističke službe u svetu, pa i u našoj zemlji, poseduju mnoge podatke koji moraju biti strukturirani po svetskim standardima i imaju status državnih institucija broj jedan.

Podaci o teritoriji, imovini, parcelama i okućnicama od najveće su važnosti kako za državu tako i za vlasnike imanja. To su takozvani prostorni podaci gde se zna kolike su parcele i čije su, ko ih koristi i kako i ko plaća porez. Kod nas se često zovu imovinski podaci. Geodetske službe ili zavodi, ili druge institucije osnovane od strane država radi premera sopstvene teritorije, takođe su državne institucije najvišeg ranga.

Statističke i geodetske institucije jesu najvažniji servis i izvor informacija za poslove koje obavljaju državne službe, stručnjaci, analitičari, istraživači, rukovodioci, obični ljudi. Donošenje njihovih odluka treba da se zasniva na tačnim informacijama.

Institucije koje se bave prikupljanjem geografskih informacija radi donošenja odluka visoko su rangirane u razvijenim zemljama sveta, posebno u SAD. Prikupljanje geografskih informacija je posao koji zahteva temeljnu kompjutersku pismenost zaposlenih i određeni stepen saznanja o važnosti i upotrebi takvih informacija. U istu svrhu se koriste satelitska tehnologija, sistem za globalno pozicioniranje (GPS), daljinska detekcija, razvijena informaciona i komunikaciona tehnologija (ICT) i geografski informacioni sistemi (GIS).

Geografski informacijski sistemi obezbeđuju veliku količinu informacija potrebnih za donošenje odluka. Postoje mnoge oblasti primene i primeri kao što je kompanija Federal Emergency Management Agency koja primenjuje GIS za procenu štete od uragana, poplava i elementarnih nepogoda upoređivanjem video-traka sa snimljenim štetama, sa digitalizovanim kartama imovine. Toyota i ostali proizvođači automobila koriste GIS i GPS kao alat za navigaciju. Pepsi Cola Inc, Acordia Inc. upotrebljavaju GIS pri izboru lokacije za nove restorane Pizza Hut i Taco Bell. Sun Microsystems koristi GIS da upravlja iznajmljenim nepokretnostima, itd. (Turban and all. 2003)

6.2. Prostorna analiza i vizuelizacija

Fraza „GIS analiza“ obuhvata široki spektar različitih operacija koje se mogu obaviti koristeći geografski informacijski sistem. To podrazumeva jednostavan prikaz osobina podataka, koji se može razviti sve do kompleksnog, višefaznog analitičkog modelovanja.

Prostorna (geografska) analiza u mnogim slučajevima predstavlja „ključnu“ vrednost GIS-a. Njome je omogućena transformacija, manipulacija i metodski postupci koji mogu biti primenjeni nad geografskim podacima dodajući im novu vrednost koja doprinosi lakšem donošenju odluka i stvaranju uvida u relevantne prostorne odnose i anomalije koje nisu mogle biti uočene na prvi pogled. Drugim rečima, prostorna analiza je proces kojim se sirovi podaci pretvaraju u korisne informacije, u cilju istraživanja ili u postupku donošenja odluka (Longley et al., 2005). Mitchell (1999) u Esrijevom vodiču za GIS analizu (The ESRI Guide to GIS Analysis: Geographic patterns & relationships) definiše GIS analizu kao proces posmatranja geografskih obrazaca u podacima i pronalaženje veza između objekata. Konkretni metodi koji se koriste mogu biti vrlo prosti (analiza se obavlja kroz sam proces kreiranja karata), ali i vrlo kompleksni, uključujući modele koji imitiraju realan svet kombinujući različite lejere.

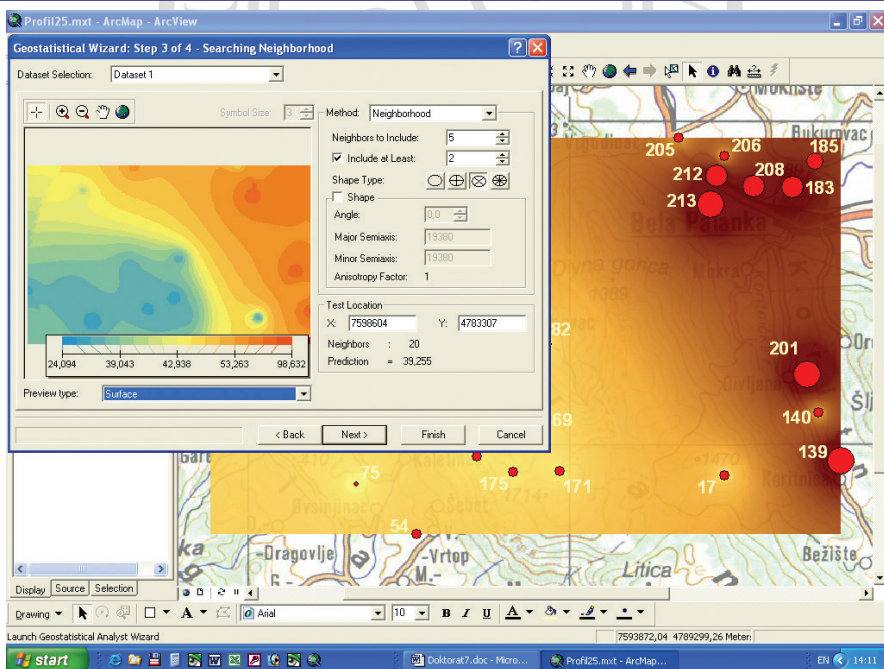
Geografska informaciona analiza je novi koncept rada generisan kroz različite kontekste. Njeno nastajanje je vezano za znatno stariji termin *prostorna analiza*. Četiri prepoznatljive, bliske oblasti koje se ranije susreću u literaturi imenovane su kao:

- ◆ rukovanje prostornim podacima,
- ◆ analiza podataka o prostoru,
- ◆ prostorna statistička analiza i
- ◆ prostorno modeliranje.

Rukovanje prostornim podacima upućuje na GIS kontekst koji označava upotrebu tehničko-tehnološkog sklopa za rad sa prostornim podacima.

Analiza prostornih podataka je deskriptivna i istraživačka naučna oblast. To je prvi korak u svim prostornim analizama koje uključuju velike i kompleksne skupove podataka.

Prostorna statistička analiza koristi statističke metode za ispitivanje prostornih podataka radi upotrebe ili odbacivanja u kreiranju statističkog modela. Već nekoliko decenija kao posebna naučna disciplina razvija se *geostatistika*, a njena primena je spregnuta sa pojavom softverskih paketa namenjenih obradi podataka. Približavanje geostatistike i GIS-a je u polju prostornih analiza. Postojeće geostatističke metode koje se koriste u prostornim analizama su implementirane u standardnim komercijalnim GIS paketima (Geostatistical Analyst u okviru ArcGIS-a) (Slika 41). GIS industrija je usvojila tzv. *component-based* princip razvoja integrisanja višenamenskih softverskih komponenti koji koriste iste standarde kao što je slučaj sa paketima za statističku analizu. Savremene prostorne analize koriste geostatistiku za proučavanje prostorne distribucije, putem variograma, kao i za predviđanje prostornih atributa na različitim lokacijama na osnovu uzorkovanih vrednosti primenom Kriging interpolacionih metoda. Ove metode ulaze u praksu sa pojavom softverskog paketa pod imenom Surfer kompanije Golden Software. U našoj praksi, zbog nedovoljnog poznavanja teorijskih osnova Kriginga i postupka modelovanja variograma¹² kao krajnji ishod su bili slabi rezultati (Bajat i Blagojević, 2007).



Slika 41. Prostorna geostatistička analiza tipova zemljišta

12 Variogrami karakterišu prostorni kontinuitet i varijacije podataka regionalizovane promenljive

Prostorno modeliranje obuhvata konstrukciju modela za predviđanje prostornih ishoda. U društvenoj geografiji model se koristi za predviđanje kretanja ljudi i dobara između različitih mesta ili optimizaciju kapaciteta s obzirom na činjenicu da model treba da simulira dinamiku prirodnih procesa, odnosno stanja u životnoj sredini.

Uključivanje sve četiri komponente geografske informacione analize je veoma složeno i zahteva ozbiljna kvantitativna istraživanja u geografiji i brojnim srodnim disciplinama. Podaci mogu biti spakovani i vizuelno postavljeni u GIS okruženje, kao i tehnička pitanja i teorijske sugestije o fenomenima koji su od interesa za istraživanje. Teorije mogu biti potčinjene statističkom testiranju korišćenjem tehnike prostorne statistike i kompjuterskih modela, a njihovi rezultati upotrebljeni za dalja istraživanja i analize.

Savremeni GIS obuhvata tačku 1, rukovanje prostornim podacima, kao standard i ima jednostavne analitičke i istraživačke sposobnosti korišćenjem mapa (tačka 2). Tačke 2, 3, i 4 su u bliskim vezama i omogućavaju znatno viši nivo tačnosti u ocenjivanju parametara i mogućnost složenih proračuna.

Na osnovu prethodnog može se zaključiti da bi radna definicija geografske informacione analize mogla da glasi da je to istraživačko polje u kome se traga za obrascima proučavanja pojava i procesa u realnom prostoru. Tehnike i metode koje omogućavaju predstavljanje, opisivanje, merenje, upoređivanje i stvaranje prostornih obrazaca su jedno od centralnih pitanja geografske informacione analize.

Prepoznatljiva svojstva GIS analize pružaju brojne mogućnosti među kojima se izdvajaju sledeće:

1. *manipulisanje geografskim podacima i njihova transformacija,*
2. *funkcije upita* – postavljanje upita u vezi sa geografskim odnosima i
3. *analitičke funkcije* – izračunavanje površina, konstrukcija buffer¹³ zona, 3D funkcije (digitalni modeli terena), mreže funkcija itd (Kukrika, 2000).

Manipulisanje i transformacije geografskih podataka se odnose na podatke koji su već oformljeni. Ipak, prave mogućnosti GIS-a najbolje se mogu sagledati kroz različite vrste analiza koje se mogu izvršavati na podacima u prostornoj bazi.

Upiti spadaju u najosnovnije forme analize putem GIS-a, putem kojih GIS daje jednostavne odgovore na pitanja korisnika (Longley et al., 2005). Najveća snaga i potencijal GIS-a leži u sposobnosti odgovora na sledeća pitanja:

1. „Šta je tamo...?“. Geografske analize u ovom slučaju podrazumevaju definisanje objekata, procesa ili pojava koje su postale predmet interesovanja. Ta definicija može biti data kroz atributivne ili prostorne podatke.
2. „Gde je to...?“. Ovo pitanje se odnosi na lokaciju geografskog entiteta i dobija se primenom geometrijske analize (u tački, krugu, okviru, poligonu, koridoru, na putanji itd.).

13 U GIS terminologiji bafer predstavlja tampon zonu fiksne udaljenosti od nekog objekta na karti.

3. „Šta se u međuvremenu promenilo sa tim entitetom...?“. Neophodno je dobiti vremenski prikaz, šta se desilo sa proučavanim objektom, pojavom ili procesom u prethodnom periodu. Temporalne analize i trendovi su važni zbog toga što se na taj način mogu dobiti i klasične projekcije, za buduće periode.
4. „Šta će se desiti ako...?“. Ove analize su zapravo simulacija različitih potencijalnih stanja sistema, koje mogu nastati kao rezultat definisanja različitih scenarija.

Sve analitičke funkcije GIS-a se mogu podeliti u dve velike grupe:

1. *analitičke funkcije na geografskim podacima* i
2. *analitičke funkcije na atributskim podacima*.

Najvažnije analitičke funkcije na geografskim podacima su prikazane u okviru Tabele 5.

Tabela 5. Najvažnije analitičke funkcije na geografskim podacima

Naziv funkcije	Objašnjenje
Tačka u poligonu	Na osnovu geografskih koordinata se utvrđuju sve tačke koje pripadaju određenom poligonu
Rastojanje između dve tačke	Rastojanje se određuje pravolinijski ili rastojanje koje prelazi određeni put
Izdvajanje	Preko atributa se vrši geografsko pretraživanje i prikaz
Klasifikacija	Identifikovanje skupa objekata koji pripadaju određenoj grupi
Operacije susedstva	Procenjivanje karakteristika područja koje okružuje određenu lokaciju
Tampon (buffer) zone	Utvrdjivanje da li se određeni objekti nalaze ili ne nalaze u okvirima tampon zona
Preklapanje	Nalaženje objekata koji dele isti prostor

Izvor: Kukrika, 2000.

Primenom aritmetičkih i logičkih operacija u postupku analize geografskih podataka moguće je odgovoriti na sva pitanja - „gde?“ (lokacione karakteristike), „šta?“ (tematske karakteristike) i „kada?“ (vremenski atributi), kao i na sve moguće kombinacije ovih pitanja. Najčešće korišćene aritmetičke funkcije su sabiranje, oduzimanje, množenje i deljenje svake vrednosti u jednom sloju vrednošću iz drugog sloja koji je na odgovarajućoj lokaciji. Logičke operacije koriste se za postavljanje

upita i pronalaženje onih geografskih podataka gde se specificirani uslovi zajedno javljaju (ili ne javljaju).

Mnogi modeli koji su razvijeni korišćenjem GIS-a su u suštini statistički i predstavljaju prostorni ekvivalent deskriptivne statistike (Longley et al., 2005). Statističke funkcije koje su od značaja za geografske analize su: područje (min, max, min-max), centralna tendencija (modus, medijana, srednja vrednost) i varijacije (varijansa, standardna devijacija) (Kukrika, 2000).

Prethodno navedene jednostavne analize mogu se kombinovati, kao i brojne druge, da bi se uradila kompleksna GIS analiza. Korišćenjem GIS-a moguće je kreirati detaljne modele realnog sveta da bi se rešili komplikovani problemi.

Interpretacija geografskih podataka vrlo često je u nerazumljivom obliku za širi krug korisnika. Niz brojeva ili tabela ne znače mnogo običnom korisniku računara. Međutim, ti podaci postaju vrlo razumljivi ukoliko se prikažu na odgovarajući način. GIS bi bio vrlo skromnih mogućnosti bez upotrebe vizuelnog prikaza karata, planova, mreža infrastrukture i drugih važnih objekata (Kukrika, 2000).

Najčešći izlazni rezultat GIS-a je karta. U najvećem broju slučajeva to će biti *tematska karta* koja će ilustrovati prostorne varijacije ili šemu određene promenljive. U ostalim slučajevima, GIS može biti upotrebljen za proizvodnju topografskih karata.

Sve karte kao izlazni rezultat GIS-a mogu se svrstati u nekoliko grupa:

- ◆ karte koje pokazuju određene lokacije,
- ◆ karte koje prikazuju promene,
- ◆ karte koje kreiraju sami korisnici,
- ◆ karte koje prikazuju rezultat prostornih analiza i
- ◆ karte koje prikazuju rezultat geoproceniranja (Kicošev, 2010).

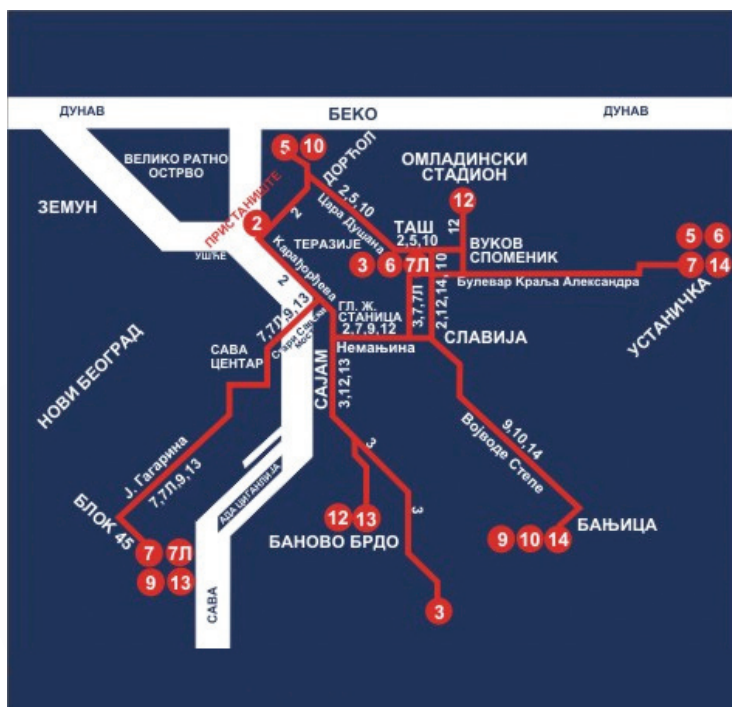
Poseban vid karata su dinamičke karte koje sadrže veći broj objekata za prikaz. Ukoliko dođe do izmene nekoliko konceptualnih objekata u bazi podataka, te izmene uzrokuju promene svih objekata za prikaz koji predstavljaju izmenjene konceptualne objekte. Dinamične karte mogu biti definisane preko dve komponente:

1. preko upita kojima se vrši selektovanje konceptualnih objekata iz baze podataka i
2. preko metoda vizuelizacije kojim se formiraju objekti za prikaz na osnovu konceptualnih objekata (Kukrika, 2000).

Tradicionalne karte podrazumevaju da je posmatrač pozicioniran tačno iznad i da gleda vertikalno dole na površ Zemlje. Poslednjih godina nove forme kartografskih izlaznih rezultata su postale mnogo češće. Ovde spadaju kartogrami, trodimenzionalni prikazi i animacije.

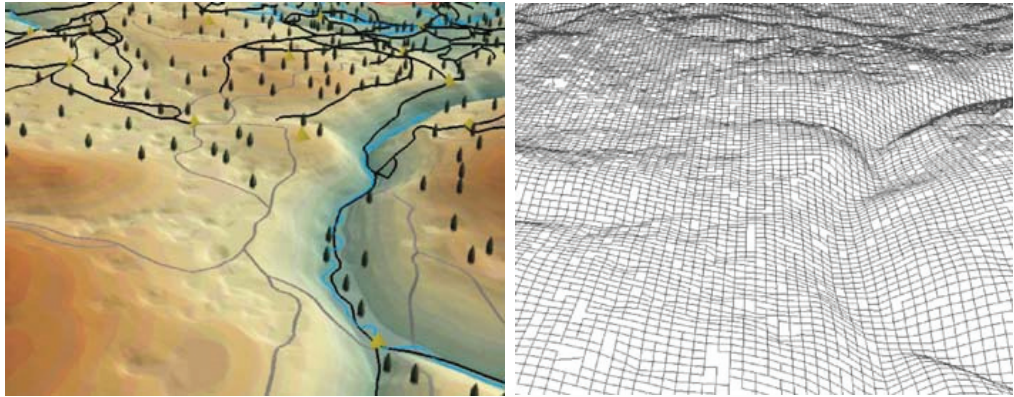
Na prvi pogled *kartogrami* izgledaju kao obične karte. Ipak, umesto da prikazuju lokacije korišćenjem klasičnog geometrijskog koordinatnog sistema, objekti imaju

relativnu poziciju u odnosu na ostale objekte. Na ovaj način distanca, pravac i ostali prostorni odnosi su relativni pre nego apsolutni (Slika 42.). Kartogrami se koriste u prikazivanju veličine površina u odnosu na njihovu važnost i u odnosu na neke neprostorne promenljive, kao što su demografski i migracioni trendovi.



Slika 42. Saobraćajna (tematska) karta tramvajskih linija Beograda (transformisana karta - kartogram)

Trodimenzionalni prikazi (3D) prostornih informacija postali su popularan metod vizuelizacije. Oni prikazuju informacije o (x, y, z) koordinatama, korišćenjem ortografske projekcije bazirane na prikazu $(0 - 360$ stepeni), prikazu azimuta $(0 - 90^\circ)$ i prikazu udaljenosti (udaljenost posmatrača od zamišljene tačke) (Slika 43.).



Slika 43. 3D vizualizacija prostora i GRID digitalnog modela visina

Animacija može biti korisna tamo gde je izražen vremenski element podataka koji su prikazani. Animacije su nacrtane kao serije karata, od kojih svaka predstavlja prostornu paletu posmatrane promenljive u određenom vremenu. Kada se ove karte pokrenu, prikazujući kratko svaku od njih kao seriju okvira, tada može biti viđena promena koja se dešava tokom vremena. Kombinovanjem dve tehnike, 3D kartiranja i animacije, moderni GIS paketi mogu kreirati realistične „fly through“ animacije korišćenjem sekvenci trodimenzionalnih slika, kao što je pogled iz različitih perspektiva. Ovo je moćan način prikazivanja predela sličan interaktivnim kompjuterskim animacijama viđenim kod simulacija letenja (Kicošev, 2010).

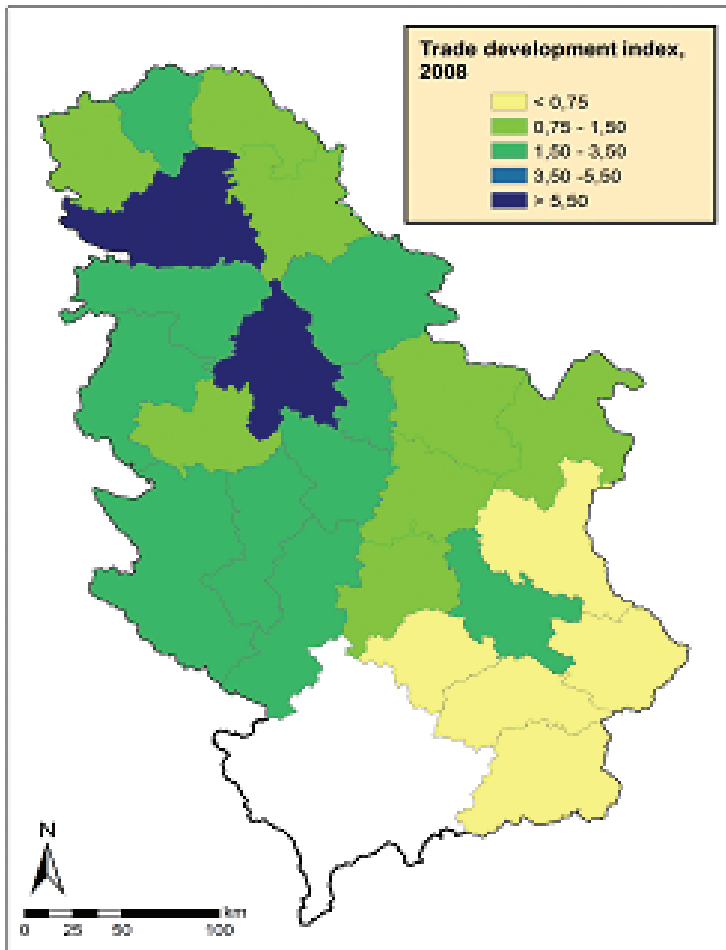
Prikaz izlaznih podataka može se vršiti i putem 4D prezentacija. Vremenska zavisnost daje četvrtu dimenziju prostornim podacima. Vremenska zavisnost se dobija pretraživanjem prostornih baza podataka u određeno vreme. Vremenski prikaz se može primeniti za praćenje promene oblika geografskih entiteta, promene atributa geografskih entiteta i promene granica geografskih entiteta.

Iako je karta glavna forma izlaznog rezultata iz GIS-a, ne smeju se ignorisati ni druge „nekartografske“ forme. *Tabele* i *grafikoni* sadrže prostorne i neprostorne informacije o karakteristikama podataka koji potiču iz GIS baza podataka i one su važne forme izlaznih rezultata. Numerička ili azbučna informacija povezana sa prostornim objektima (tačke, linije, površi ili predeli) često je najbolje predstavljena tabelom ili grafikom. U mnogim slučajevima izlazni rezultat iz GIS analize može biti jedan broj ili niz slova (karaktera) (Kicošev, 2010).

6.3. Socio-ekonomska GIS analiza

Razvoj GIS-a i daljinske detekcije uticao je na infrastrukturu digitalnih podataka za analizu urbanih sistema, poboljšanje, generalno razumevanje urbanih formi i brzinu njihovog razvoja i promena. U naučnim i stručnim radovima susreću se rezultati istraživanja daljinske detekcije u interdisciplinarnom polju rada o fenomenima vezanim za Zemlju koji u novije vreme postaju predmet analiza društvenih nauka. To se pre svega odnosi na merenja i monitoring kompleksnog rasta savremenih urbanih sistema. Sem toga, sve je veća potreba razumevanja razmere i širine promena u urbanim sistemima koje se odvijaju na limitiranoj teritoriji. Iza ovih fizičkih formi nalaze se antropogene komponente sa svojim dnevnim zahtevima i aktivnostima. To pospešuje drugi pristup u sticanju informacija i njihovom strukturiranju. Za analizu i rad sa vremenski promenljivim podacima kojima obiluje društvena sfera nije dovoljan oslonac na podatke iz decenijskih popisa. Proizvođači se interesuju za masovnu potrošnju, trgovinski razvoj, status kupaca (njihova kupovna moć), kanale kroz koje mogu da plasiraju svoje proizvode (Slika 44.). Istovremeno, potrošačima su potrebne informacije o proizvodima, prodavnicama, servisima i sl. Dnevna mreža društvenih aktivnosti i složenost njene funkcije nalaže nova saznanja o prostornim relacijama. Gde se nalaze trgovine, servisi i kupci? Kolika su njihova međusobna rastojanja?

Poslednjih dvadeset godina naglašena je potreba za merenjem potrošnje, strukturiranjem stanovništva i utvrđivanjem opštih indikatora uz čiju pomoć određujemo karakteristike stanovništva. Složenost urbanih sistema se sve češće definiše kao prostorni mozaik. Mnoštvo informacija i na malim prostorima zahteva veći stepen praktičnog, efikasnog i tehničkog manipulisanja procesima, pre nego razvijanje novih teorijskih i intelektualnih uopštavanja. Postavka i korišćenje kompjutersko-tehnološkog okruženja je u funkciji povećanja brzine proračuna i sve prisutnijoj vizuelizaciji pojava. Geografske informacione tehnologije svojim kumulativnim sadržajima u kojima je supstanca prostorni i neprostorni podatak postaju oblast interesovanja mnogih korisnika. U početku razvoja, za GIS tehnologije je postojalo naglašeno interesovanje gradskih komunalnih i građevinskih službi zbog poznavanja veličine i morfologije terena. Kasnije, važnost prostora (površine, rastojanja, itd.) posmatra se kroz uticaj na cenu proizvoda i transporta, brzinu kretanja robe, usluga, radne snage, kao i opšti kvalitet života.



Slika 44. Indeks trgovinskog razvoja u Srbiji (Manić, 2010)

Jedna od važnih osobina urbanih sistema je njegova socio-ekonomska funkcija. Otuda je nastala progresivna potreba za ustanovljenjem raznovrsnih izvora digitalnih podataka koji su neophodni za nove načine poslovanja, planiranja i odlučivanja. Sem toga, poznavanje potreba zaposlenih, potrošača i ukupnog stanovništva je povezano sa njihovim stilom života, kao i sa njihovim interesovanjem za specifične zone stanovanja, rekreaciju, itd. Zbog jednostavnijeg rukovođenja, organizovanja i kontrole, veliki urbani sistemi se dele na manje podsisteme, čime se postiže jednostavnije prikupljanje, obrada, arhiviranje, analiza i prikazivanje mnoštva geografskih informacija.

Značaj poznavanja prostorne komponente i njen uticaj na socio-ekonomska kretanja ogleda se u progresivnom razvoju i primeni metoda mrežne i lokacione analize, kao što je naglašeno u radovima „Lokaciona analiza u društvenoj geografiji“ (Locational analysis in human geography) i „Mrežna analiza u geografiji“ (Network analysis in geography) (Haggett, 1965), (Haggett and Chorley, 1969).

Ideja o mrežnoj i lokacionoj analizi ponovo dobija poseban značaj i pažnju tokom 90-tih godina 20. veka prilikom razmatranja novonastalog procesa pod imenom globalizacija. U društvenim naukama se sve intenzivnije razmatra pojam mreža, prostora i vremena kao i definicije kojima se ustanovljavaju pojmovi globalne mreže, transnacionalna politika, itd.

Proces globalizacije i razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija uticao je na novije pristupe u izučavanju urbanih sistema definišući ih kao društvene i tehnološke mreže. Tokom prethodne decenije, sve češće se susreće termin „globalni grad“ i „globalni regioni“. Nastaju komparativne analize velikih metropola sveta poput Londona, Njujorka, Pariza, Moskve, Tokija i dr. Pojam „svetski grad“ (*world city*) je prvi upotrebio *Geddes (1949)*. Godine 1986, ekonomista *Friedman* iznosi ideju o ustanovljavanju hijerarhije gradova sveta, njihov uticaj na razvoj ekonomije i metod konceptualizacije globalnih promena u urbanim sistemima.

U kontekstu mnogobrojnih funkcija, gradovi su kroz vreme dobijali različite atribute. Nova obeležja su bila skopčana sa ukupnim razvojem društva. Grad je imenovan kao: „grad organizam“, „grad mašina“, „grad sistem“ i „globalni grad“. Novo i tehnološki dominantno vreme donelo je nove nazive: „*city networks*“, „*digital city*“, „*information city*“, „*Telecity*“, „*cybercity*“, „*virtual city*“, „*virtual metropolis*“, „*the city of bits*“ i sl.

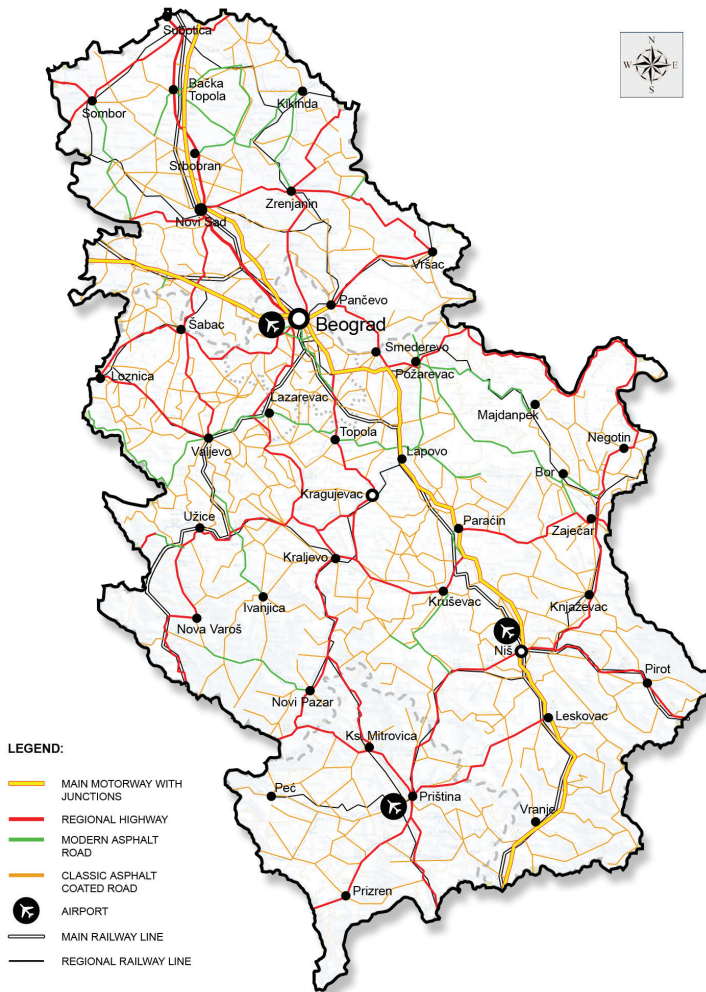
GIS omogućava vladi i lokalnoj upravi veoma korisne kvantitativne i kvalitativne podatke. Geografski informacioni sistem je tehnološki sklop u kome se nalazi elektronska baza koja revolucionarno menja načine poslovanja upravljačkih struktura u domenu donošenja odluka i aktivnosti u različitim prostornim uslovima i dnevnim društvenim događajima. U implementaciji GIS-a karte i tabelarni zapisi su objedinjeni u kompjuteru. Imajući u vidu da se u prekompjuterskoj eri proces generisanja karata i drugih zapisa odvijao sporo (po nekoliko godina) i da je cena bila veoma visoka, danas se uz pomoć GIS-a ovaj posao odvija neuporedivo brže i jeftinije. Skraćeno je vreme potrebno za sticanje podataka, generisanje informacija i njihovo preuzimanje od strane krajnjeg korisnika.

Karte su jednostavan način za vizuelno pokazivanje informacija i njihovu interpretaciju. Na njima su prikazani putevi (Slika 45), zgrade, hidranti, mreža (vodovodna, električna, telefonska, itd.), incidenti (kriminalni, saobraćajni, itd.) i svi drugi procesi koji se odvijaju u okruženju. One omogućavaju jednostavnost postupaka uz čiju pomoć treba da dobijemo odgovore, poput:

- ◆ Gde su teritorije sa kojih se ubira najveći porez, a gde ta veličina opada?
- ◆ Na koliko se km² prostiru prazne ili pune komercijalne zone?

- ◆ Gde se nalaze škole pogodne za studiranje i koliko su daleko od stambenih zona?
- ◆ Koliko je vremena potrebno da se određenim putnim pravcima i određenom brzinom stigne od vatrogasne stanice do mesta incidentnog događaja?
- ◆ Postoji li naznačeno mesto (mesta) i vreme kada se događaju krađe i obijanje stanova?

Map of infrastructure in Serbia



Slika 45. Saobraćajna mapa (Jovanović 2009)

6.4. Tematsko kartiranje

Tematske GIS karte ili grafikoni kreiraju se prema specifičnim temama u određenom geografskom području i one prikazuju fizičke, socijalne, političke, kulturne, ekonomske karakteristike ili druge aspekte jednog grada, države, regiona i kontinenta. U tematskom kartiranju karte su fokusirane na jednu temu i njene varijacije u prostoru. Vizuelni izraz karte je najveća snaga i osnovni princip kartografskog dizajna. Taj princip omogućava plasiranje mnoštva informacija i ideja na jasan i lako razumljiv način. Geografska informacija sadrži podatak o lokaciji mesta tako da se njenom upotrebom donosi potpunija odluka u mnogim aspektima poslovanja i kompleksnim društvenim procesima. Biranje mesta, segmentiranje trgovinskih ciljeva, planiranje distribucije mreže, zoniranje, razmeštanje resursa, hitne intervencije - svi problemi uključuju geografsko pitanje. Gde su moji sadašnji i potencijalni kupci? Kako da im postanem najbliži sused? Koji deo grada je najugroženiji od sezonskih poplava ili drugih prirodnih katastrofa? Gde su najizrazitiji polovi razvoja?

Čim pitanje sadrži reč poput „gde?“ karta može biti najpogodnije sredstvo da se reši pitanje i pruži odgovor. Odgovor se može dobiti i bez karte i može biti zadovoljavajući. Međutim, potpuniju sliku daje karta pri čemu odgovor sadrži prostornu perspektivu. Karte mogu da budu ulazne informacije u GIS-u, alati za brojne operacije prostorne analize ili prikaz izlaznih GIS rezultata.

Upotreba digitalnih geografskih informacija podrazumeva njihovu spremnost za jednostavno svakodnevno korišćenje, posebno kao podrška sistemu odlučivanja. Daskorašnje odluke su se donosile korišćenjem papirnih karata, a danas su u upotrebi inteligentne digitalne karte. Svako ko do sada nikada nije koristio karte za analizu geografskih podataka otkriva da je to veoma efikasan način. GIS softver ima mogućnost povezivanja geografske informacije (gde se nešto nalazi?) sa opisnim informacijama (šta je to što se tu nalazi, kakvih je svojstava?). Dok iz papirnih karata dobijamo samo ono što je na njima (na papiru) zabeleženo, u GIS-u nastaju digitalni kartografski slojevi (layers) mnogobrojnih tema.

Na digitalnim GIS kartama podaci se predstavljaju na način na koji drugi tip medija ne može. Izrada karata uz pomoć GIS-a zahteva posedovanje teorijskih, tehničkih i praktičnih znanja kartografa. U geografskom informacionom sistemu karte se kreiraju iz podataka spakovanih u GIS baze. Bilo koja promena u bazi podataka će se automatski reflektovati pri narednom štampanju karte, shodno promenama, karta će biti napravljena sa minimumom napora i troškova.

Tematske karte poput *saobraćajnih* koje su zasnovane na algoritmima optimizacije primenom grafova veoma su upotrebljive za upravljanje transportom. Dijkstrinov algoritam se smatra najefikasnijim za određivanje najkraćeg puta između dva čvora kada je ispunjen uslov da su dužine grana pozitivne, $c_{ij} > 0$, za svako $(i,j) \in L$. Implementacija principa optimalnosti u Dijkstrinovom algoritmu koristi koncept

obeležavanja čvorova. Obeležje ili oznaka $d(j)$ čvora j može biti promenljivo i piše se sa $d-(j)$ ili stalno (nepromenljivo) kada se piše $d+(j)$. Ovo poslednje predstavlja dužinu najkraćeg puta od početnog do čvora j . Dijkstrin algoritam se sastoji od šest koraka obeleženih $1^0, 2^0, 3^0 \dots$ Čvorovima se dodeljuju početna obeležja na sledeći način: početnom čvoru s dodeljujemo stalno obeležje $d+(s) = 0$; svim ostalim čvorovima dodeljujemo privremena obeležja $d-(s) = \infty, j \in \mathbf{N} \setminus \{s\}$ i stavimo da je $i=s$. Poslednji korak algoritma, određivanje najkraćeg puta, pojednostavljuje se ako se u koraku 40, pored stalnog obeležja, zapamti i indeks čvora koji prethodi posmatranom čvoru i na osnovu kojeg je dobijeno to obeležje. Stalno obeležje čvora predstavlja dužinu najkraćeg puta od čvora s do tog čvora (*Krulj i dr., 2004*).

Kada se određuje najkraći put između početnog i svih ostalih čvorova u mreži potrebno je produžiti postupak obeležavanja dok svi čvorovi ne dobiju stalna obeležja.

Pronalaženje najkraćeg puta podrazumeva korišćenje geometrije i topologije dok se za proračun najbržeg puta, sem geometrije uzimaju u obzir tabelarni podaci iz atributske baze.

GIS u osnovi pruža nacrt (plan) i alat za crtanje uz čiju pomoć se lako pravi velika prezentacija sa jasnim dokumentom. On se sve više koristi i kao multimedijalna tehnologija koja može da pruži audio i vizuelne informacije vezane za karte, grafikone, tabele.

U tematskom kartiranju glavnu primenu ima metod kartografskih simbola. Na GIS mapama je uvek tri simbola: *tačka, linija i poligon*. Ovaj metod se primenjuje u kvantitativnom kartiranju pri čemu veličina simbola određuje kvantitet pojave dok su njihova kvalitativna svojstva predstavljena oblikom, teksturom, gustinom, bojom, pravcem (Slika 46).

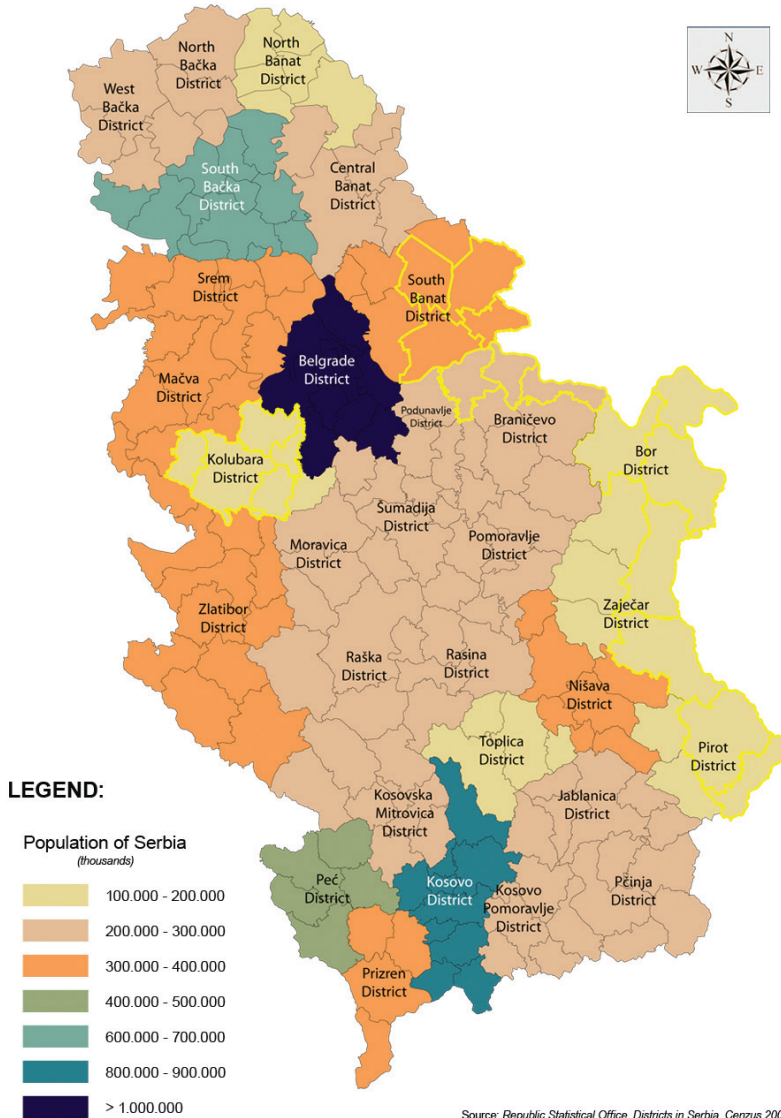
Tip	Tačka	Linija	Površina
Veličina			
Gustina			
Boja			
Oblik			
Tekstura			
Pravac			

Slika 46. Kartografski simbolizam (Heywood & all. 2006)

Mape se smatraju svojevrstnim sredstvom za prikazivanje prostornih informacija predstavljenih tako da se lako šalje nameravana, jasna poruka. Tom prilikom se vodi računa o stepenu detaljnosti koji se prikazuje kako nebi mapa postala nerazumljiva za čitanje. Nasuprot tome, sadržaj ne sme biti isuviše generalizovan jer bi se tako izgubio ili narušio kontekst mape i smanjila upotrebljivost prostornih informacija.

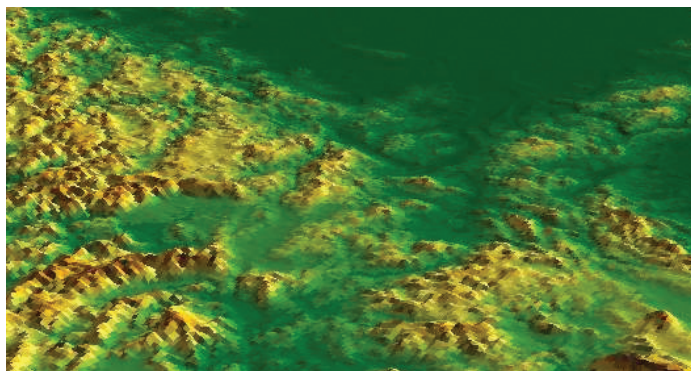
Boje koje se koriste u izradi mapa su prema međunarodnom standardu zelena, plava, crvena i crna i one znatno utiču na razumevanje sadržaja od strane korisnika. Mape mogu biti i crno bele uz upotrebu oblika i teksture odnosno senki i šrafura. One su jeftinije i jednostavnije ali je taj simbolizam daleko slabiji u poređenju sa kolornim mapama.

Tematske mape na kojima su predstavljena kvantitativna svojstva korišćenjem klasa su horolet mape (choropleth map). Svaka klasa ima simboličko značenje za određenu površinu. Horolet tematske mape se najčešće koriste za prikazivanje klasifikovanih podataka koje se odnose na promenljive socio-ekonomske pojave kao što su populacija, nezaposlenost itd. (Slika 47).

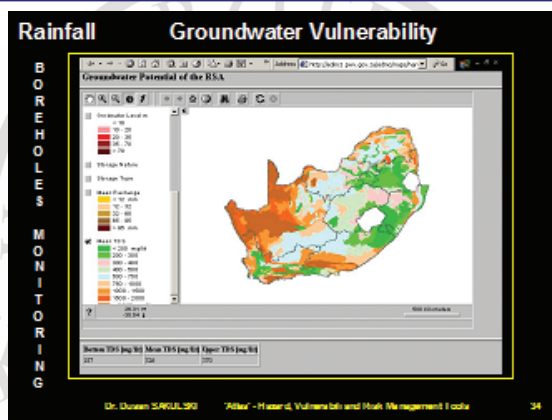


Slika 47. Stanovništvo Srbije po regionima (Jovanović, V. 2009)

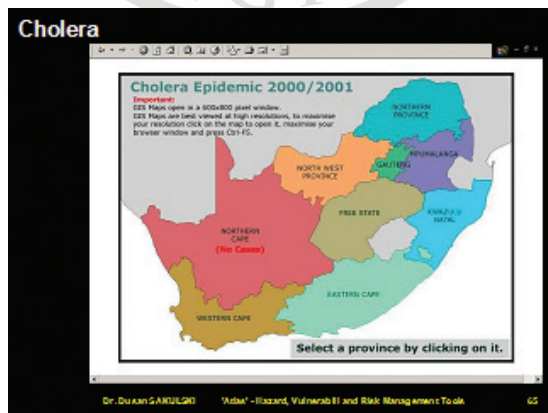
Primeri tematskih mapa



Slika 48. GIS digitalni model terena (tematska karta)VGI



Slika 49. Podzemne vode (tematska karta) (Sakulski, 2003)



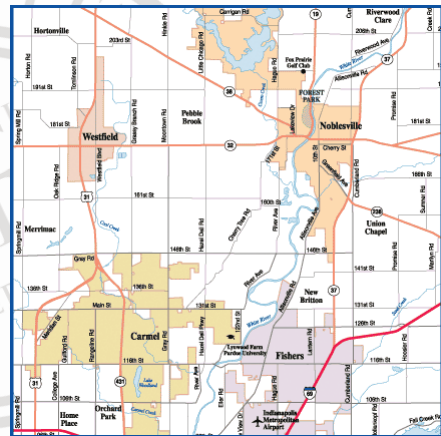
Slika 50. Tematske karte- epidemija kolere (Sakulski, 2003)



Slika 51. Fizičko-geografska karta Italije (<http://www.esri.com>)

Tematske karte su rezultat istraživanja i rada mnogih institucija. Podjednako se koriste kao alat za dalje procesiranje određenih fenomena (tema) u geografskom prostoru ili kao izvor vizuelnih informacija koja doprinosi većoj kreativnosti korisnika (Slika 48,49, 50, 51, 52). Vektorske karte sveta, SAD, digitalne karte gradova, karte država, kontinenta su dostupne korisnicima kroz internet (on-line) ili u drugom vidu kao papirne mape, na CD-u, itd (Slika 50).

Karte namenjene biznisu su jedan od realizovanih projekata u SAD razvijan u kompaniji Creative Force (videti: www.creativeforce.com)



Slika 52. Primeri tematskih karata (vektorski format, različite teme).

ArcGIS se može koristiti na različite načine. Ti načini zavise pre svega od kompleksnosti potreba korisnika. Pojedini korisnici koriste ArcGIS kao sredstvo za kartiranje i analizu sopstvenih projekata. Takva upotreba ArcGIS-a se često naziva projektni GIS. Sa druge strane javlja se i upotreba multikorisničkog GIS-a, koga uglavnom koriste različite organizacije. Multikorisnički GIS se ponekad deli na departmanski i organizacioni GIS, a na osnovu kompleksnosti i integracije u svakodnevnim operacijama preduzeća i organizacija.

7.1. Projektni i višekorisnički GIS

U okviru projektnog GIS-a analitičari se susreću sa različitim zadacima koji se, uglavnom, mogu svrstati u okviru četiri osnovna koraka.

Prvi korak je konvertovanje pitanja, kao što su „*Gde se nalazi najbolje mesto za novi hotel?*” ili „*Koliko ima potencijalnih turista u okolini turističke agencije?*”, u dizajn GIS baze podataka i analitički plan. To podrazumeva „razbijanje“ pitanja na logične delove, određivanje koji skupovi podataka su potrebni da bi se odgovorilo na svaki od delova i razvijanje strategije za kombinovanje odgovora na delove u odgovor na glavno pitanje.

To obično podrazumeva postavljanje sledećih pitanja:

- ◆ Šta je problem koji treba rešiti? Kako je do sada rešavan? Da li postoji alternativni načini da se reši koristeći GIS?
- ◆ Šta će činiti krajnji proizvod projekta – izveštaji, karte, prezentacija, kvalitetne karte?
- ◆ Ko čini korisnike krajnjeg proizvoda – javnost, tehničari, planeri, zvaničnici?
- ◆ Da li će podaci biti korišćeni u druge svrhe? Koji su zahtevi za dalje korišćenje podataka?

Drugi korak je kreiranje baze podataka koja sadrži geografske podatke potrebne da bi se na pitanje odgovorilo. To može uključivati digitalizovanje postojećih karata, nabavku i prevođenje različitih elektronskih podataka iz različitih izvora podataka i formata, uz vođenje računa da lejeri budu adekvatnog kvaliteta, da su u istom koordinatnom sistemu i da ce se pravilno preklapati, ali i dodavanje određenih vrednosti podacima da bi se pratili vrednosti analitičkih rezultata. U okviru

ovog koraka lične baze podataka se koriste da bi se organizovale projektne GIS baze podataka.

Kreiranje baza podataka je kritični korak u svakom GIS projektu i obično zahteva određeno vreme da bi se obavilo. Kompletnost i tačnost podataka koji se koriste za analizu određuju i tačnost dobijenih rezultata.

Treći korak je analiza podataka. To obično podrazumeva preklapanje različitih lejera, postavljanje upita o atributima i karakteristikama lokacija da bi se odgovorilo na logične delove pitanja, skladištenje odgovora u logične delove i preuzimanje i kombinovanje tih odgovora da bi se odgovorilo na kompletno pitanje.

Četvrti i završni korak u projektom GIS-u je predstavljanje rezultata analize osobama koje obično ne koriste GIS i koje imaju različite nove iskustava u upotrebi karata. Karte, izveštaji i grafika se često koriste zajedno da bi se predstavio odgovor na pitanje.

U okviru **višekorisničkog** GIS-a, ljudi u organizacijama (od nekoliko ljudi, pa do hiljade ljudi) koriste GIS na različite načine da bi lakše obavljali dnevne zadatke. Departmanska upotreba GIS-a podrazumeva sistem razvijen u okviru jednog departmana da bi podržao ključne funkcije datog departmana. Na primer, departman za planiranje mora rutinski koristiti GIS da bi obaveštavao vlasnike poseda o predložnim promenama u zoni njihovog poseda. Departmanski GIS obično ima stručnjake zadužene za njegovo funkcionisanje, kao što su sistem administrator, digitajzer ili GIS analičar. Departmanski GIS je obično prilagođen da obavlja automatske i ujednačene procedure. Na primer, departman za planiranje može koristiti GIS da pronađe imena i adrese parcela vlasnika u okviru određenog područja i automatski generiše pisma obaveštenja. **Organizacijski GIS** se prostire u više departmana. Ovakav sistem podržava različite funkcije u organizaciji, od dnevnih poslova do strateškog planiranja. Organizacijskim GIS-om se obično upravlja kao delom organizacione informatičke infrastrukture.

7.2. Glavne oblasti primene GIS-a

Pet osnovnih i najčešćih vidova upotrebe GIS-a su: (1) kartiranje, (2) merenje, (3) nadgledanje, (4) modeliranje i (5) menadžment (Longley et al., 2005; Stankov et al., 2010a). Istorija primene računara u kartiranju i prostornim analizama pokazuje da je postojao paralelni razvoj automatizacije prikupljanja podataka, njihove analize i prikazivanja u nekoliko široko povezanih oblasti kao što su katastarsko i topografsko kartiranje, tematska kartografija, građevinarstvo, geologija, geografija, hidrologija, prostorna statistika, nauka o zemljištu, geodezija i fotogrametrija, ruralno i gradsko planiranje, mreže vodovoda, daljinska detekcija i analiza snimaka. Vojne primene su se preklapale, čak su i dominirale nad nekoliko prethodno navedenih monodisciplinarnih oblasti. Raznovrsnost uloženi napora u nekoliko

isprva odvojenih, ali blisko povezanih oblasti, rezultovalo je pojavom opšte namenskog GIS-a (Burrough, McDonnell, 2006).

Primena GIS-a u okvirima kompjuterske kartografije i obrade slika uglavnom se zasniva na posmatranju i modelovanju fizičkog okruženja. Navedeni vid primene GIS-a preovladavao je u brojnim teorijskim radovima gde je balans primene GIS-a odnosio prevagu ka fizičkoj dimenziji primene. U okviru primene GIS-a u fizičkom okruženju može se napraviti razlika u primeni ovog sistema na prirodnom i veštačkom, odnosno izgrađenom okruženju. U većini slučajeva javlja se potreba za primenom GIS-a i u vezi sa prirodnim i društvenim aspektima geografske sredine.

Prirodno okruženje predstavlja najveće i najčešće polje primene GIS-a. GIS instalacije sa ciljem upravljanja i monitoringa fizičkog okruženja mogu se pronaći na različitim nivoima primene. Problem primene GIS-a u ovoj oblasti često je organizacione, a manje tehničke prirode. U ovom slučaju, GIS tehnologija obuhvata tradicionalne discipline i brojne profesije i često zahteva multidisciplinarni pristup.

Drugo značajno polje primene GIS-a odnosi se na veštačko okruženje. GIS aplikacije, u ovom slučaju, su uglavnom bazirane na vektorima, jer je potreban visok nivo preciznosti objekata i njihovih granica. Glavni korisnici GIS-a u slučaju izgrađenog okruženja uglavnom su državni organi. Ključna polja primene GIS-a u ovom slučaju se odnose na mrežnu analizu, marketing analizu, razvojno planiranje i naknadne izmene planova. Značajno polje primene GIS-a u izgrađenom okruženju odnosi se na katastarsko kartiranje gde su osnovne jedinice u bazama podataka vlasničke parcele (Martin, 2005).

U veoma širokom pogledu na vidove primene sve GIS aplikacije mogu biti klasifikovane na: tradicionalne, razvojne i nove. Tradicionalna polja primene GIS-a obuhvataju vojsku, vladine institucije, obrazovanje i komunalne delatnosti. Sredinom 90-tih došlo je do nagle primene GIS-a u poslovanju privrednih preduzeća i organizacija kao što su: banke i finansijski sektor, preduzeća koja se bave transportnom logistikom, trgovinom nekretninama i tržišnom analizom. Sa početkom 21. veka GIS se sve više koristi u vidu malih kućnih ili kancelarijskih aplikacija koje su namenjene bezbednosti, obavljanju inteligentnih akcija i protiv-terorističkim merama.

U okviru osnovnih oblasti primene GIS-a svakako da se nalaze delovi heterogene turističke delatnosti. Turistička ponuda i turistička tražnja sačinjeni su od brojnih delatnosti koje mogu u značajnom meri koristiti GIS tehnologiju. U tom kontekstu ukratko će biti prikazana opšta primena GIS-a.

Različit broj motivacija podupire upotrebu GIS-a, ali je moguće identifikovati nekoliko zajedničkih. Upotreba GIS-a koja obavlja dnevne zadatke, uglavnom se fokusira na veoma praktične radnje kao što su izračunavanje efikasnosti troškova, uslužne provizije, određivanje performansi sistema, konkurentska prednost, kreiranje, pristup i upotreba baza podataka. Druge strateške aplikacije se odnose na kreiranje i ocenu različitih scenarija koji se odigravaju pod uticajem različitih okolnosti.

Glavne četiri oblasti u kojima je GIS našao najveći nivo upotrebe su sledeće:

1. vladine institucije i javni servis,
2. poslovno i uslužno planiranje,
3. logistika i transport i
4. životna sredina (Longley et al., 2005).

Burrough i McDonnell (2006) izdvajaju glavne oblasti i načine primene GIS-a. Polazeći od podele oblasti primene GIS-a prema navedenim autorima, u tabeli su prikazane važnije oblasti i načini primene GIS-a koje se danas najčešće sreću.

GIS je postao značajno sredstvo za prostorno planiranje (Schaller, 1995). Zemljinu površinu prekriva veliki broj pojava koje se preklapaju i zajedno egzistiraju na određenom području. GIS nudi mogućnost da integriše raznovrsne podatke i omogući njihovo sagledavanje i analizu. Bez obzira koja je veličina područja za koje se izrađuje prostorni plan, osobe koje se bave izradom susreće se sa velikim brojem prostornih informacija, a samim tim i sa potrebom za GIS-om (Brančić, 2007) (Slika 53).



Slika 53. Plan izgradnje turističkog eko-akva resorta na Zlatarskom jezeru (Jovanović, Mitrović, 2007)

Tabela 6. Važnije oblasti i načini primene GIS-a.

<i>Oblast</i>	<i>Način primene</i>
Agronomija	Nadgledanje i upravljanje od nivoa farmi do nacionalnog nivoa.
Arheologija	Opis nalazišta i procena arheoloških scenarija.
Životna sredina	Nadgledanje, modeliranje i menadžment degradacije zemljišta; procena zemljišta i planiranje poljoprivrede; klizišta: kvalitet i količina voda; nesreće; kvalitet vazduha; vremensko i klimatološko modeliranje i prognoze.
Epidemiologija i zdravstvo	Lokacija zaraznih bolesti u odnosu na faktore sredine.
Šumarstvo	Menadžment, planiranje i optimizacija seče i ponovnog sađenja.
Hitne usluge	Optimizacija vatrogasnih, policijskih i ambulantskih koridora; bolje sagledavanje zločina i njihovih lokacija.
Navigacija	Vazдушna, morska i kopnena.
Marketing	Položaji i ciljne grupe; optimizacija dostavljanja robe.
Nepokretnosti	Zakonski aspekti katastra, vrednosti imovine u odnosu na lokaciju, osiguranje.
Regionalno/Lokalno planiranje	Izrada planova, troškovi, održavanje, menadžment.
Putevi i železnice	Planiranje i menadžment
Predmer radova i troškova	Useci i nasipi, računanje količine materijala
Društvene nauke	Analize demografskih kretanja i razvoja
Turizam	Lokacije i upravljanje kapacitetima i turističkim atrakcijama
Komunalne službe	Lokacije, upravljanje i planiranje vodovodom, kanalizacijom, gasovodom, električnim i kablovskim servisima.
Agencije za odbranu	Pronalaženje cilja, pomoć u taktičkom planiranju, modeliranje mobilnih naredbi, integracija obaveštajnih podataka
Trgovina i ekonomija	Analiza stanja na berzi, osiguranje, direktna prodaja, ciljna prodaja, lokacija maloprodaja
Obrazovanje	Primena kao osnovnog ili pomoćnog sredstva u izvođenju nastave svih nivoa obrazovanja.
Telekomunikacije	Određivanje pokrivenosti signala, lokacije predajnika.

Izvor: autor prema Burrough i McDonnell (2006).

Zbog svojih analitičkih mogućnosti GIS se sve više koristi za donošenje odluka, planiranje i menadžment **životne sredine** (Skidmore 2002). Lovett i Appleton (2008) navode da se GIS sve više posmatra kao ključna komponenta sistema za

donošenje odluka (*decision support systems – DSS*) u okruženju, jer gotovo uvek postoji prostorni elemenat o kojem treba odlučivati ili prostorni podatak na osnovu koga treba doneti odluku. Watts (2003) ističe da se nove informacije, kao skupine podataka o okruženju, socio-ekonomski i topografski podaci, u okviru GIS-a mogu efikasno inkorporirati i integrisati. Istovremeno je omogućeno relativno lako uključivanje novih korisnika, novih aplikacija i njihova integracija u postojeće sisteme.

Korišćenjem georeferencirane Google mape i primenom GIS metodologije, za teritoriju Srbije, Agencija za životnu sredinu je na teritoriji Srbije razvila aplikaciju za automatski monitoring kvaliteta vazduha i prikaz podataka online. Takođe, primenom GIS-a realizuju se projekti u oblasti generisanja prostornih podataka degradiranih površi.

GIS i daljinska detekcija se kombinuju sa modelima okruženja u mnogim aplikacijama uključujući na primer, monitoring **šumskih područja**, agro-ekološko zoniiranje, praćenje stanja ozonskog omotača, monitoring velikih atmosfersko-oceanskih anomalija kao što je El Niño, klimatske i vremenske prognoze, kartiranje tla, kartiranje i predikcija prirodnih nepogoda i slično (Skidmore, 2002).

Korišćenje GIS tehnologije olakšava i ubrzava operativnu komunikaciju u okviru stručnih službi u cilju zaštite od požara i erozije, planiranja gazdovanja šuma, iskorišćavanja šuma, kao i uspostavljanje veze između gazdinstava i nadležnih lokalnih, državnih i međunarodnih institucija.

GIS nalazi veliku primenu u **poljoprivrednoj proizvodnji**. Za velike parcele moguće je kreirati osnovne karte koje uključuju puteve, kuće, ambare i granice poseda i preklapati ih sa kartama drenažnih sistema, pedološkim kartama, kartama upotrebe zemljišta, kartama upotrebe pesticida i širenja biljnih bolesti, kao i topografskim kartama. Mnoge kompanije i instituti razvijaju precizne poljoprivedne sisteme uz upotrebu GIS-a da bi planirali fertilizaciju, upotrebu pesticida i herbicida i navodnjavanje na optimalan način. Poljoprivrednicima je na raspolaganju veliki broj GIS podataka koji se odnose na tip tla, satelitske i avionske snimke, topografsko, geomorfološko stanje i stanje vlažnosti tla. Poljoprivrednici ne moraju da imaju sopstveni GIS softver, već ga mogu koristiti putem interneta (Cetin, 2004).

GIS je svoju primenu našao i u **ekonomiji i trgovini**. Uz pomoć GIS-a moguće je obrađivati informacije o potrošačima i korisnicima usluga. Ovde spadaju informacije o finansijskim, potrošačkim navikama korisnika, njihovim potrebama, kupovnoj moći, adresama i sl.

GIS se dosta koristi u **trgovini nepokretnostima**, jer potencijalnim kupcima omogućava da pristupe prostornim bazama podataka koje kreiraju agencije za nepokretnosti. Potrošači tako mogu na brz način da steknu uvid u nekoliko lokacija koristeći mogućnosti vizuelizacije GIS softvera (trodimenzionalni prikaz, karte, video i fotografije). Potencijalni kupci mogu dobiti informacije o blizini škola, biblioteka, vatrogasnih i policijskih stanica, autoputeva, deponija, parkova, tržnih centara i sl.

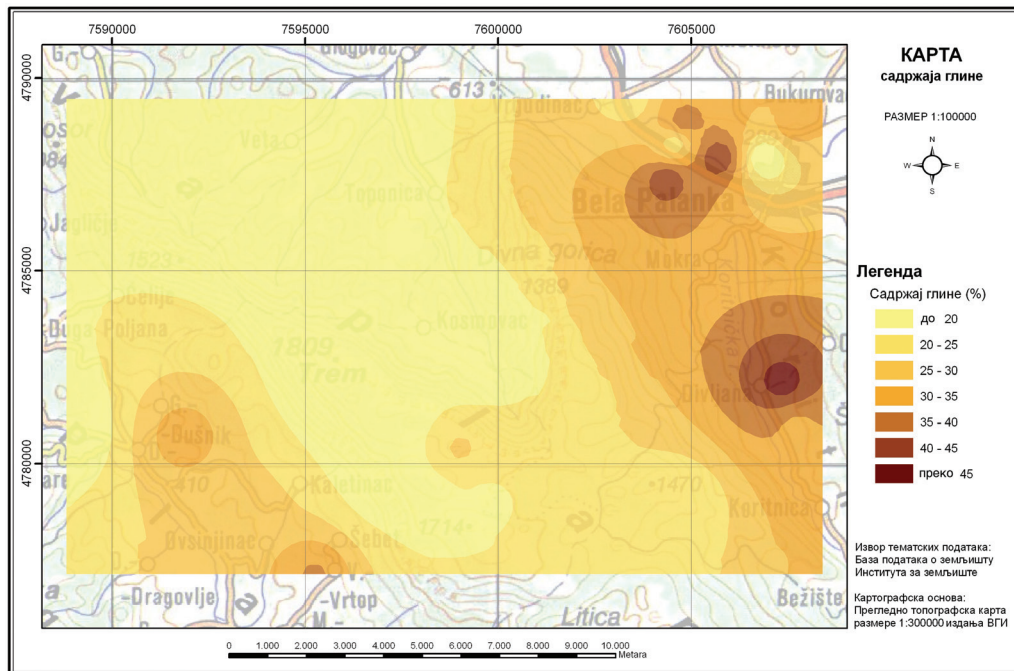
GIS veliku primenu ima u okviru **komunalnih službi** koje su zadužene za brojne vrste vodova. Mreže, odnosno vodovi predstavljaju splet unutrašnje povezanih linija kroz koje je omogućen protok. Cevovodi i kablovi imaju odlike mreža i kao takvi se kartiraju i unose u GIS. Ovde spadaju vodovodne mreže, mreže otpadnih voda, gasna mreža, mreže električnih i telefonskih kablova, kablovske TV mreže i drugo. Uspostavljanje GIS-a omogućava operaterima da na odgovoran i efikasan način rešavaju probleme.

GIS se koristi u analizama pokrivenosti područja signalom određene TV ili radio stanice ili signalom mobilne **telefonije**. Analizama vidljivosti, odnosno mogućnosti prostiranja talasa, određuje se najbolja lokacija za postavljanje predajnika, dok informacije o stanovništvu pokrivenog područja usmeravaju razvoj programske šeme stanice, sagledavaju efikasnost propagandnih aktivnosti, upućuju na mogućnosti daljeg razvoja stanice i sl.

Hitne službe su takođe usvojile GIS softvere. Operatori hitnih službi koristeći GIS mogu brzo i efikasno da pristupe brojnim bazama podataka koje se tiču, na primer, transportne mreže, izvora vode, rasporeda bolnica i medicinskih objekata. Moguće je pratiti lokacije vozila za hitne intervencije i odrediti najbrže rute. Takođe, upotrebom GIS-a moguće je odrediti potencijalne zone pojave i zone rasprostiranja pojedinih hazarda. Marković i Stankov (2010) navode studiju slučaja upotrebe GIS-a kao odličnog alata za smanjivanje negativnih uticaja poplava u Specijalnom rezervatu prirode „Gornje Podunavlje“. Ovi autori su kreirali 3D model poplava prema više različitih scenarija za lovište u okviru ovog rezervata prirode, a na osnovu kombinacije podataka o vodostaju Dunava i nadmorske visine okružujućeg terena. Ovaj 3D model je odličan alat za hitne akcije ublažavanja negativnih posledica poplava.

U **medicinskim istraživanjima** GIS se koristi za kartiranje podataka o lokacijama obolelih od određene bolesti, kako bi se utvrdilo da li su određeni regioni podložni datoj bolesti više nego neki drugi.

Većina aktivnosti kojima se bavi **vojska** ima prostorni karakter. GIS je u okviru vojne delatnosti prihvaćen kao sistem za obradu i analizu prostornih podataka. Značajna je primena GIS-a u komandnim i kontrolnim sistemima odbrane i javne bezbednosti. Procena mogućnosti kretanja vojnih snaga, kurira i izviđača može se obavljati analizom terena (Slika 54), (Srđić, 2009).



Slika 54 . Mapa zemljišta (glinovit teren usporava kretanje vozila) (Srđić, 2009)

Upotrebom GPS tehnologije vrši se monitoring vozila u realnom vremenu. Na ovaj način se stvara veliki broj prostornih podataka koji u GIS-u mogu biti lako analizirani i obrađeni (Brančić, 2007).

GIS je od neprocenjive vrednosti i u okviru modernih studija u **društvenim naukama**. U poslednjih nekoliko godina objavljeno je više knjiga koje obrađuju upotrebu GIS-a u okviru društvenih nauka (Okabe, 2006). Goodchild (2004) čak navodi da je GIS važan za društvene nauke koje su vezane za prostor, isto kao što je Word važan za pisanje ili statistički program za statističare.

Arheološki podaci imaju prostornu i vremensku odrednicu te su stoga posebno pogodni i kompatibilni sa osnovnim principima razvoja i korišćenja GIS-a. GIS u sferi arheologije čini moćan alat za analizu i upravljanje zemljištem, jer arheološke podatke može da kombinuje sa ekološkim, hidrološkim, geološkim i drugim podacima. U akademskim okvirima arheolozi više koriste GIS za razvoj inovativnih pristupa za analizu. Mogućnost istovremene integracije višestrukih slojeva informacija omogućio je arheolozima nove načine interpretacije praistorijskog i istorijskog pejzaža. Primenom GIS-a u arheološkoj terenskoj dokumentaciji na neolitskom lokalitetu Vinča Belo Brdo generisana je relaciona baza prikupljenih podataka sa terena i digitalna dokumentacija inkorporirana u program ArcGIS uz prethodnu pripremu

u potprogramu Arc Catalog. Nakon kreiranja baze i prenošenja u ArcGIS odnosno radni prostor, daljom obradom je postignuta vizuelizacija istraživačkih rezultata i mogućnost modelovanja datog prostora (Marić, 2011).

GIS postaje fundamentalna komponenta arheološkog metoda i svakako će imati sve značajniji uticaj na teoriju arheologije (Wescott, Brandon, 2000). Olukole (2007) navodi da se između ostalih GIS aplikacija, u okviru arheologije, može da se koristi za: (1) kreiranje karata prošlog, trenutnog i budućeg razvoja, (2) predviđanje i otkrivanje više arheoloških lokaliteta sa manje spekulacija, (3) modelovanja arheoloških materijala za prezentaciju i rekonstrukciju, (4) razvoj baza podataka koje su lako dostupne i sistematične i (5) projektovanje i procesiranje više informacija o arheološkim lokalitetima bez gubitka postojećih.

Krek i Evelpidou (2009) prate ulogu GIS-a u analizi geokulturnih pejzaža. Oni navode da istraživači geokulturnih pejzaža analiziraju istorijski kontekst sadašnjeg pejzaža, kao i njegovu evoluciju u toku vremena, uz upotrebu različitih izvora, kao što su arheološki, geografski, istorijski i sl. U tom smislu, GIS je nezamenjiv deo njihovih analiza.

GIS se koristi i za **obrazovne i svrhe istraživanja**, jer se može koristiti u gotovo svim akademskim disciplinama. Mnoge biblioteke i muzeji koriste GIS da bi analizirali i dinamički prikazivali podatke. GIS pomaže studentima i predavačima da uče geografske podatke na interaktivan način, a većina softvera za te potrebe može se pronaći na internetu.

7.3. Primena GIS-a u turizmu

GIS ima ogroman potencijal za primenu u turizmu. Međutim, usled nedostatka turističkih baza podataka i nekonzistentnosti podataka, GIS aplikacije su ograničene. Na primer, postoji veoma malo informacija koje su vezane za turističke destinacije, a koje se tiču mesta i zemalja odakle turisti dolaze, njihove motivacije, šema njihovog kretanja u turističkoj destinaciji, rekreativnih navika, potrošnje, nivoa posećivanja pojedinih atrakcija i njihovih uticaja na održivost turističkog razvoja i sl. Za sada, najveći broj aplikacija GIS-a u turizmu odnosio se na inventarizaciju rekreacionih kapaciteta, menadžment upotrebe prostora za turizam, procenu uticaja posetilaca, procenu konflikata na relaciji rekreacija – životna sredina, kartiranje, kreiranje turističkih informacionih menadžment sistema i sistema za pomoć pri donošenju odluka.

U turizmu se upotreba GIS-a razlikuje **na strani turističke ponude i na strani turističke tražnje**. Strana turističke ponude uglavnom koristi sve navedene vidove upotrebe GIS-a. Strana turističke tražnje zapravo koristi GIS tehnologiju koju instalira turistička ponuda. Slobodno se može zaključiti da je strana turističke

ponude provajder i istovremeno korisnik GIS-a (dvosmeran odnos), dok se turistička tražnja javlja kao jedan od korisnika (jednosmeran odnos).

7.3.1. Primena GIS-a na strani turističke ponude

U okviru turističke ponude, u širem smislu, mogu se razlikovati dva osnovna nivoa primene GIS-a. Prvi se odnosi na nosioce i implementatore turističke politike. Tu se pre svega misli na državne organe i organizacije zadužene za turizam, odnosno resorna ministarstva i turističke organizacije. Drugi nivo se odnosi na turističku privredu, odnosno pojedine privredne subjekte u okviru turističke delatnosti. Međutim, u praksi se često ne može napraviti razlika između navedena dva nivoa, jer su istovetne funkcije GIS-a često potrebne i javnom i privatnom sektoru.

Uspeh turizma u bilo kojoj zemlji zavisi od mogućnosti te zemlje da uspešno razvija, upravlja i promovira turističke resurse i procese. Veliki broj informacija u okviru turističke delatnosti može biti smešten u raznim analognim i digitalnim oblicima. Često je potrebno dosta vremena da se odgovori na neki upit ili zahtev turističke tražnje. Zbog toga je neophodno koristiti informacione sisteme sposobne da odgovaraju na pitanja u vezi sa turističkim resursima. GIS pruža takvu mogućnost, jer obezbeđuje turističke informacije na integrisan način.

Pri pominjanju GIS-a, prva asocijacija su karte koje ovaj sistem najčešće prikazuje kao rezultat. U turizmu, GIS može da obezbedi digitalnu bazu za štampanje karata, digitalne fajlove za Web kartiranje, digitalne fajlove za mobilno kartiranje, tematsko kartiranje i sl. Ipak, glavne prednosti GIS-a na strani turističke ponude čine njegove analitičke mogućnosti.

Bahaire i Elliott-White (1999) su izdvojili osnovne GIS funkcije i potencijal njihove primene u turizmu (Tabela 7), koje se najvećim delom odnose na nivo nosilaca i implementatora turističke politike. Primeri u tabeli demonstriraju opseg u kome turistički menadžment i planiranje mogu imati koristi od GIS tehnologije.

Tabela 7. Glavne mogućnosti GIS-a i primena u turizmu

<i>Funkcionalne mogućnosti GIS-a</i>	<i>Glavne oblasti i pitanja na koja je moguće dati odgovore koristeći GIS</i>		<i>Primeri u turizmu</i>
Unošenje podataka, skladištenje i obrada	Lokacija	Šta je to?	Popis turističkih resursa
Proizvodnja karata	Uslovi	Gde je to?	Planiranje i određivanje odgovarajućih lokacija za razvoj
Integracija baza podataka i menadžment	Trendovi	Šta se promenilo?	Merenje uticaja turizma
Upiti i pretrage	Određivanje ruta	Koji je najbolji put?	Putanje posetilaca i menadžment
Prostorna analiza	Šablon	Koji se šablon javlja?	Analiza odnosa u skladu sa upotrebom resursa
Prostorno modeliranje	Modeliranje	Šta ako?	Procenjivanje potencijalnih uticaja turističkog razvoja
Podrška pri odlučivanju	--		

Izvor: Bahaire and Elliott-White, 1999; Fasari, Prastacos, 2004.

Bahaire i Elliott-White (1999) takođe navode glavne turističke probleme u kojima GIS može naći svoju primenu. Oni su kao glavne probleme koje GIS može da reši naveli nepoznavanje prirode uticaja turizma, nedostatak kontrole nad turističkim razvojem, nedovoljno razumevanje jačine turističkih uticaja i izostanak ugovaranja turističkog razvoja (Tabela 8).

Popis turističkih resursa. Popisi turističkih resursa su razvijeni da bi se dobila organizovana, strukturisana informacija o parametrima od interesa za turističke planere i nosioce turističkog razvoja. Oni mogu uključivati prirodne resurse, turističku i drugu infrastrukturu, demografske podatke, podatke o lokalitetima kulturnog nasleđa i druge podatke. Popisi turističkih resursa se vrše u cilju upravljanja turizmom i turističkim razvojem koji je u konfliktu ili nije komplementaran sa upotrebom zemljišta, raspoloživom infrastrukturom i prirodnim resursima kroz koje su mogućnosti i kapaciteti definisani za određeno područje. GIS, u ovom slučaju, koristi svoju sposobnost da integriše, skladišti i manipuliše različitim tipovima podataka, kako kvalitativnim tako i kvantitativnim, prostornim i neprostornim, kao i da vizuelizuje navedene podatke.

Tabela 8. Turistički problemi i moguće aplikacije GIS-a

<i>Turistički problemi</i>	<i>Priroda problema</i>	<i>GIS aplikacija</i>
Nepoznavanje	<ul style="list-style-type: none"> - dimenzija, prirode i moći turizma od strane ključnih donosilaca odluka i zajednice - nivoa održivosti turističkog razvoja 	<ul style="list-style-type: none"> - Ključni problem je nedostatak informacija potrebnih za pravilno donošenje odluka. Upotreba GIS-a za sistematsku inventarizaciju turističkih resursa i analizu trendova može poboljšati rešavanje ovog problema. - GIS može biti korišćen za monitoring i kontrolu turističkih aktivnosti kada se utvrdi nivo razvoja koji se smatra prihvatljivim za stajholderere. Integracijom turističkih podataka, podataka o okruženju, kao i socio-kulturnih i ekonomskih podataka GIS olakšava identifikaciju i monitoring indikatora održivog razvoja.
Nedostatak sposobnosti	<ul style="list-style-type: none"> - za upravljanjem i kontrolom razvoja. 	<ul style="list-style-type: none"> - GIS može biti upotrebljen za identifikaciju odgovarajućih lokacija za turistički razvoj, kroz identifikaciju zona konflikata i zona komplementarnih zona.
Nedovoljno razumevanje	<ul style="list-style-type: none"> - da turizam, kao privredna delatnost, uzrokuje uticaje koji ne mogu biti lako anulirani. - da je turizam dinamičan, da uzrokuje promene i reaguje na njih (turizam je deo šireg razvoja koji može izazvati konflikte koji mogu uništiti turističke resurse) 	<ul style="list-style-type: none"> - GIS može biti upotrebljen da simulira i modeluje prostorne posledice predloženog razvoja. GIS omogućava vizuelne analize, mrežne analize, gravitacione modele i sl. - GIS omogućava integraciju grupa podataka koji predstavljaju socio-ekonomski razvoj i kapital okruženja u okviru datog prostora. GIS je na vrhu integrisanog i strateškog prostornog planiranja.
Izostanak ugovaranja	<ul style="list-style-type: none"> - nivoa odgovarajućeg razvoja, kontrole i pravaca razvoja. 	<ul style="list-style-type: none"> - GIS funkcioniše kao sistem za pomoć pri donošenju odluka koji proizvodi argumente i olakšava stvaranje kompromisa. Preduslov za navedeno je koherentno planiranje i razvojna kontrola.

Izvor: Bahaire, Elliott-White, 1999.

Dobro poznati primer u okviru ovog vida upotrebe GIS-a u turizmu je identifikacija područja pogodnih za razvoj ekoturizma. Boyd i sar. (1994) i Boyd i Butler (1996) su ilustrovali metodologiju za identifikaciju područja koja imaju potencijal za razvoj ekoturizma u severnom Ontariju u Kanadi. Prvo su razvijeni ekoturistički kriterijumi i popisani su resursi. U sledećoj fazi korišćene su GIS tehnike da se izmere i rangiraju različita područja prema prethodno utvrđenim kriterijumima. Rezultat analize bila su izdvojena područja sa najvećim potencijalom za razvoj turizma.

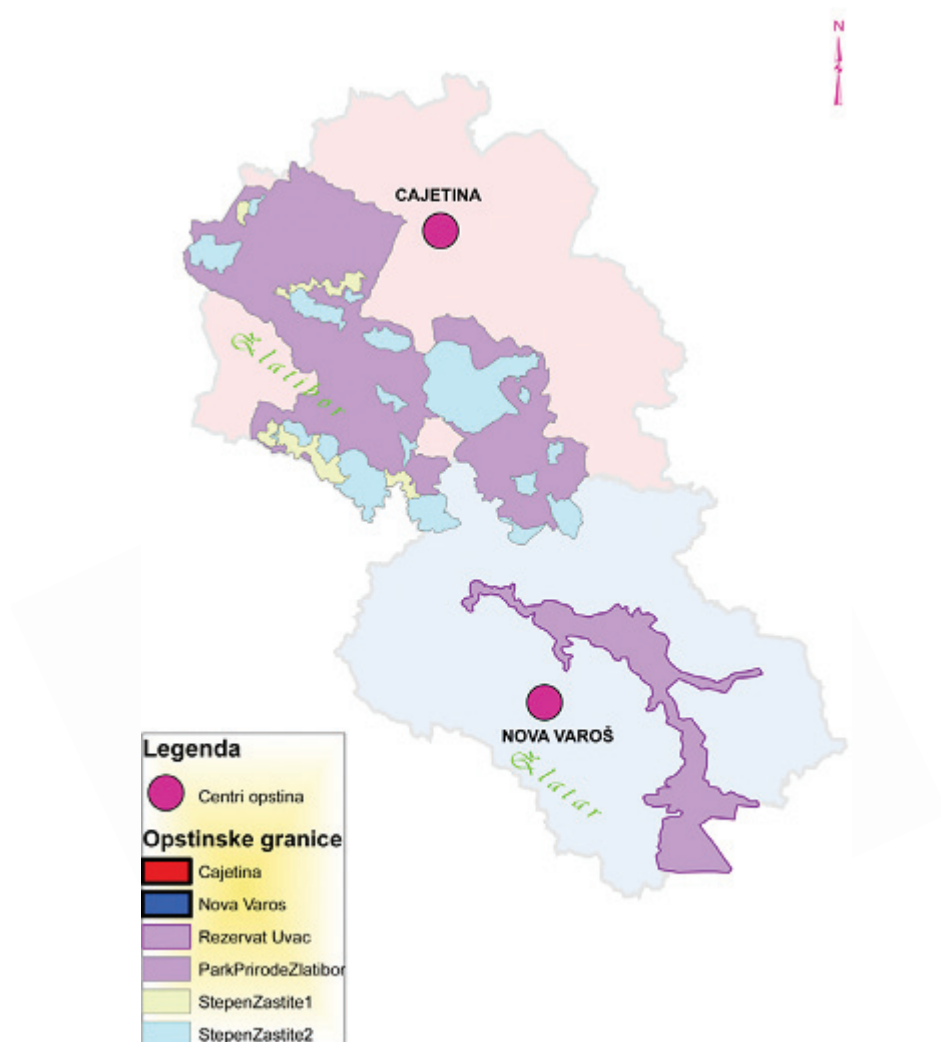
Druga dimenzija popisa turističkih resursa je pružanje informacija o turističkim destinacijama putem Web-a. Kartografske informacije za turiste, koje se ne mogu naći na klasičnim Web-sajtovima, mogu biti popularna aplikacija GIS-a. Sve veći broj turističkih destinacija koristi ovu tehnologiju za promociju putem Web-a. U zavisnosti od aplikacija, turističke karte mogu biti statične, dinamičke ili interaktivne, omogućavajući ograničene operacije koje je moguće izvršiti u online realnom vremenu.

Konvergencija više tehnologija, kao što su geografski informacioni sistemi, mobilne komunikacije, internet i razvoj prenosivih uređaja, dovela je do novog tipa servisa koji se označavaju kao **lokacijski servisi**. Poznati i pod imenom mobilni servisi, oni imaju uticaj na to kako se obavlja navigacija i kako se odvija poslovanje. Poznavanje lokacije neke osobe, objekta, ili fenomena, u bilo kom vremenskom trenutku, daje novu dimenziju koju mogu da pruže ovi servisi. Lokacijski servisi isporučuju geografske informacije između mobilnih i/ili stacionarnih korisnika putem interneta i/ili bežične mreže (Samčović i Kostić, 2011).

Određivanje lokacije je verovatno najčešća primena GIS-a. Kao i druge delatnosti i turizam najviše koristi GIS za određivanje pogodnosti lokacija za razvoj turizma. Konfliktna i komplementarna upotreba zemljišta, raspoloživost infrastrukture, kao i omogućavanje ili ograničavanje prirodnih resursa su osnovne geografske varijable za određivanje potencijala i kapaciteta mesta ili prostora kao turističke destinacije

Određivanje lokacija je deo šireg procesa **turističkog planiranja**. Turističko planiranje se odnosi na integrisano planiranje turističkih atrakcija (npr, prirodnih, kulturnih, izgrađenih), usluga (npr. smeštajnih kapaciteta, restorana, prodavnica, vizitorskih centara, menjačnica, medicinskih ustanova, pošta i sl.) i transportnih mogućnosti (kako materijalne infrastrukture, tako i saobraćajnih usluga). Turističko planiranje zahteva skupljanje i obradu velikog broja prostornih podataka, jer sve lokacije i njihovi međusobni odnosi moraju biti definisani i analizirani u skladu sa prostornim kontekstom (McAdam, 1999). Za te svrhe, GIS može opisati i identifikovati elemente turističke infrastrukture na geometrijski, tematski i/ili topološki način. Dalje, GIS može obrađivati objektno orijentisane podatke (npr. vizitorski centri, pruge), kao i prostorne podatke (npr. vlažnost vazduha, nadmorska visina). Mnoge oblasti razvoja GIS-a pokušavaju da premoste kompleksne interakcije između biotičkih, abiotičkih i ljudskih procesa u prostoru i vremenu, koje imaju velike implikacije na rekreaciju i turističko planiranje.

Oppermann (1997) navodi da nacionalne turističke organizacije mogu koristiti GIS za planiranje i razvoj turističke politike u mnogim područjima gde, na primer, dolazi do sukoba na relaciji turistički razvoj i zaštita životne sredine (Slika 55). U tim slučajevima GIS može pomoći u odlučivanju i razvoju odgovarajućih vidova turizma za dato područje.



Slika 55. Zaštićene zone na Zlatiboru i Zlataru (Jovanović, 2007)

Mejía i dr. (2000) navode da GIS tehnologija turističkom planiranju pruža brojne prednosti u dokumentaciji podataka i njihovoj obradi, u šta ubrajaju: mogućnost tematskog kartiranja na brz i jeftin način, proizvodnju karata različitih razmera prema zahtevima različitih korisnika, laku i brzu izmenu informacija na kartama, predstavljanje rezultata u kartografskoj, statističkoj ili tabelarnoj formi, dinamičko ispravljanje grešaka, informacije mogu biti lako integrisane, kroz automatske relacije između različitih baza podataka koje opisuju isti geografski prostor kroz različite teme i dr.

GIS je danas prepoznat kao vredan alat za menadžment, analiziranje i prikaz velikog broja različitih podataka važnih za mnoge aktivnosti lokalnog i regionalnog planiranja. Ogromna prednost GIS-a je omogućavanje uključivanja svih aktera koji koriste turistički prostor. GIS može da objedini gledišta državnih institucija, nevladinih organizacija, privatnih preduzeća i organizacija. Na osnovu gledišta svih relevantnih subjekata mogu se doneti najbolje odluke za razvoj turizma na određenom području (Feick and Hal, 2000).

GIS se može koristiti za dobijanje boljeg uvida u strukturu (izgled i povezanost) i funkcionalnost transportnih mreža kojima se služe posetioци. Takođe, može se koristiti za planiranje održive turističke infrastrukture, pošto GIS omogućava opis i identifikaciju transportnih mreža geometrijski, tematski i topološki, integrišući objekte i prostorne podatke (Boers and Cottrell, 2007).

Merenje i monitoring turističkih uticaja. Ova kategorija aplikacija obuhvata određivanje trendova i odgovaranje na pitanje „šta se promenilo?“. To znači da se vrši monitoring selektovanih parametara u toku vremena i na određenom prostoru. Hall i Page (2005) navode da GIS ima značajnu ulogu u inkorporaciji dinamike turizma i rekreativnih aktivnosti i utvrđivanju uticaja na turizam i rekreativne resurse.

Upravljanje tokovima posetilaca. U okviru ove aplikacije GIS-a u turizmu odgovara se na pitanje „koji je najbolji put? Najbolji put se može odrediti na osnovu različitih kriterijuma, kao što je najkraći mogući put između dve lokacije ili put koji kombinuje prolazak kroz različite tačke. Cilj ove aplikacije je uglavnom prostorno-vremenska analiza. Moguće je meriti različita rastojanja (od mesta dolaska u destinaciju i objekta za smeštaj, rastojanja između pojedinih lokaliteta i slično, udaljenosti izletničkih lokaliteta), dužine pešačkih i biciklističkih staza i dr. Navedeno je naročito značajno za planiranje itinerera, izleta i pešačkih ruta. Lin i sar. (2009) u studiji o geovizuelizaciji šema turističkih aktivnosti upotrebom 3D GIS-a, navode da GIS može pružiti brojne prednosti u određivanju najboljih putanja, naročito u gradskim uslovima. U Zimbabveu, na primer, turističke vlasti koriste ArcView mrežnu analizu da bi odredili najbolje rute iz većih gradova i hotela. Tako formirane karte postavljaju na Web (Leipnik, Mehta, 2005). U vezi sa prethodnim, Wu i Carson (2008) naglašavaju da GIS treba da se upotrebljava prilikom analize i vizuelizacije putovanja koja uključuju posetu više različitih destinacija. Oni naglašavaju da poseta više destinacija uključuje prostorni aspekt (same destinacije) i vremenski aspekt (vreme trajanja posete), kao i vrstu transporta između destinacija i karakteristike tražnje i ponude u svim destinacijama. Navedene varijable uspešno i efikasno se mogu analizirati upotrebom GIS-a.

Analiza utroška vremena u prostoru je postala značajan deo istraživanja u turizmu. Pored uštede vremena, na određivanje putanja utiču brojni različiti faktori kao što su dostupnost prodavnica, fizičke karakteristike prostora, prethodno iskustvo i sl. Izvođenje analize utroška vremena u prostoru je postalo moguće

sa nastankom sistema za praćenje. Shoval i Isaacson (2010) navode da trenutno postoje dve raspoložive tehnologije kojima je moguće pratiti turiste. Prva obuhvata upotrebu zemaljskih antena koje emituju radio-talase, dok se druga bazira na satelitskoj tehnologiji. Shoval i Isaacson (2007) su obavili studiju u kojoj su utvrdili aplikaciju digitalnih tehnologija za praćenje, koja omogućava prikupljanje podataka o prostornim i vremenskim aktivnostima turista. Ovi autori sugerišu upotrebu mogućnosti komercijalnih telekomunikacionih kompanija da lociraju i zabeleže poziciju korisnika mobilnih telefona. Shoval (2008) predlaže prikupljanje podataka za bolju procenu uticaja turista u gradovima upotrebom GPS-a. Ova tehnologija omogućava detaljno prikupljanje prostornih i vremenskih podataka.

Odnosi koji nastaju u vezi sa korišćenjem resursa. Analiziranje ovih odnosa odgovara na pitanje „kakav je šablon?“. Korišćenjem GIS-a, naučnici, planeri i donosioci odluka mogu vršiti otkrivanje šablona u vezi sa korišćenjem turističkih resursa od strane turista, njihovih pojava i oblika i distribucijom. GIS može biti upotrebljen da se razgraniče područja koja ne bi trebalo da budu narušena turističkim aktivnostima. Analiza uticaja može biti korišćena da se identifikuju šabloni i interakcije između različitih komponenti i da se oceni potencijalni uticaj turističkog razvoja na prirodno i društveno okruženje.

Procena potencijalnih uticaja turističkog razvoja. Ova kategorija primene uključuje više prethodno navedenih kategorija. Odgovara na pitanje „šta ako?“, odnosno odnosi se na razvoj i procenu različitih scenarija. Vizuelna analiza uticaja, odnosno predikcija uticaja predložene promene na okruženje, jedna je od glavnih mogućih primena. Logičan nastavak procene potencijalnih uticaja turističkog razvoja je primena GIS-a prilikom procesa donošenja odluka. Iako se GIS često ne smatra za sistem za donošenje odluka, njegov doprinos može biti ogroman. GIS kao metod obezbeđivanja informacija stvara osnovu za kvalitetno donošenje odluka. GIS dodaje vrednost informacijama i time olakšava donošenje odluka (Fasari and Prastacos, 2004).

U vezi sa prethodno navedenim vidovima upotrebe GIS-a, treba naglasiti da on može biti snažan alat koji omogućava lokalnim zajednicama da razvijaju strategije turističkog destinacijskog menadžmenta kroz **okvir javnog učešća**. Obezbeđivanjem podataka putem karata koje prikazuju prošli razvoj i buduće opcije, moguće je lako deliti ideje među svim relevantnim učesnicima u dijalogu. Ukoliko se ovo pravilo upotrebljava, GIS može kreirati osećaj medijacije i deljenja briga zajednica među svim stejkolderima (Jamieson, 2006).

7.3.1.1. GIS i marketing u turizmu

GIS i marketing su više povezani nego GIS i turizam. Oppermann (1997) ističe da su upotreba i popularnost GIS-a u marketingu dobara i usluga glavni razlog činjenice što je GIS postao centralna tačka geografskih (i turizmoloških) istraživanja. Postoje

brojne veze GIS-a i marketinga, ali se mogu izdvojiti četiri osnovne mogućnosti koje GIS pruža marketingu:

- ◆ obogaćeni prostorni uvid u marketing podatke,
- ◆ veći potencijal za vizuelizaciju marketing analiza,
- ◆ brojni dodaci za prostorne analize od značaja za marketing i
- ◆ obogaćene komunikacione mogućnosti marketing izveštaja i prezentacije i sl. (Miller, 2007).

GIS se može koristiti u svim aspektima turističkog marketinga. Dok pojedini istraživači insistiraju na tome da stara izreka „tri najvažnije stvari u maloprodaji su lokacija, lokacija i lokacija“ i dalje važi, drugi napominju da je dolazak interneta uticao na smanjenje značaja **mesta** kao jednog od 4P (Wang i sar., 2004). Ova grupa autora svoje stanovište temelji na činjenici da je sada veoma lako izmestiti brojne aktivnosti preduzeća (kao što su, npr. call centri, tehnološka podrška, Web razvoj) na udaljene lokacije (npr. Indiju, što je čest slučaj preduzeća iz SAD). Takođe, oni navode da je moguće kupovati proizvode od prodavaca sa udaljenih lokacija. Time se dovode u pitanje tradicionalne teorije i zakoni marketinga. Međutim, bez obzira koliko bili jaki ili slabi prethodno navedeni argumenti, moć i značaj *mesta* ne mogu biti potcenjeni. GIS može biti upotrebljen da analizira demografske, ekonomske i infrastrukturne elemente za dati prostor. Ovi faktori često određuju podesnost lokacija. Na primer, broj osoba koje stanuju na određenoj teritoriji pomoći će da se odredi profitni potencijal određenog trgovačkog (ili turističkog) područja. Prisustvo poslodavaca, hotela, aerodroma, auto-puteva, ulica, javnog transporta, unutar-modalnih veza, može odrediti bazu potencijalnih potrošača za pojedine franšize ugostiteljskih preduzeća.

Hsu i Powers (2001) navode da GIS može imati značajnu upotrebu u marketingu u ugostiteljstvu. Ovi autori navode da se GIS u tom slučaju najčešće koristi za evaluaciju lokacija pojedinih objekata i identifikaciju mesta koja imaju najbolji profitni potencijal. Hoteli i odmarališta, tereni za golf, lanci restorana, pešačke trase, predstavljaju primere kod kojih je moguća efikasna upotreba GIS-a. Lokacija je vrlo bitna u određivanju oblasti koje su podložne pojavi požara, poplava, klizanju terena i slično. Fizičko-geografski faktori mogu imati efekat na dugoročnu vrednost investiranja u određeno područje. Takođe, lokacija je važna u odnosu na glavne saobraćajne i transportne pravce. Posebnu vrednost ima GIS koji kombinuje meteorološke i druge informacije vezane za prirodno i izgrađeno okruženje. Transportnim kompanijama su važni prostorni inputi koji se odnose na donošenje odluka u vezi sa brojnim lokacijama, planiranje ruta, raspodelu vremena, promene smerova putovanja, planiranje pauza, kapaciteta prevoznih sredstava i sl.

Činjenica da GIS omogućava analizu pitanja koja se direktno tiču mesta ne bi trebalo da čudi, međutim predviđanje upotrebe GIS-a u vezi sa ostalim elementima marketing miksa, nije tako očigledno. Verovatno je najlakše pronaći primere kada

promocija koristi prednosti prostorne analize koje pruža GIS. Na primer, podaci GIS-a o saobraćajnom prometu koriste se da bi se odredila promotivna vrednost lokacije za postavljanje bilborda. Adrese potrošača i lokacije u okviru granica odgovarajućeg poštanskog koda mogu biti efektivno korišćene za targetiranje kampanja direktnog marketinga. Kampanje direktnog marketinga su često vezane za grad, deo grada ili geografsko područje. Radi izbora kvalitetne ciljne grupe, kao i za kasniju geografsku analizu efektivnosti kampanja, treba koristiti alate za unos, obradu, integraciju i analizu prostorno referenciranih podataka, odnosno GIS (Marinović, 2006).

Pored navedenog, punu primenu u promociji GIS ipak dostiže tek kada svoje rezultate, pre svega interaktivne karte, predstavlja na Web-u. Vrlo plodno područje za upotrebu interaktivnog kartiranja baziranog na GIS-u javlja se u oblasti turizma. Upotreba interneta bez presedana je uspostavljena u okviru avio-kompanija, hotelskih preduzeća, rent-a-car preduzeća i drugih preduzeća koja imaju veze sa turizmom. Turizam po svojoj prirodi ima veoma izraženu geografsku komponentu, te je jasno da je upotreba karata od izuzetne važnosti. Sa dolaskom i evolucijom interneta, pojavila se potreba za online pristupom različitim kartama. Pojavili su se brojni web-servisi koji nude različite vrste karata baziranih na GIS-u (Expedia, Travelocity, Goto, Mapquest, Alta Vista i dr.). Web-sajtovi nekoliko nacionalnih turističkih organizacija pružaju mogućnosti interaktivnih karata, uključujući i Turističku organizaciju Britanije (British Travel Authority). Web-sajt Visit Britain (<http://www.visitbritain.org>) je duže vremena na početnom ekranu isticao stranu koja pita posetioce da izaberu zemlju iz koje dolaze. Odabirom zemlje, korisnik se automatski preusmerava na web-sajt koji je ispisan zvaničnim jezikom te zemlje, uz pružanje brojeva telefona za kontakt koji su određeni za tu zemlju. Na početnoj strani se nalazila interaktivna karta, putem koje se mogao birati određeni region za uvećavanje prikaza i odabir sadržaja od interesa za korisnika. Slične Web GIS sisteme imaju Švajcarska, Finska, Australija, Novi Zeland, Izrael i druge.

GIS takođe može biti korišćen da bi se odredio optimalni **proizvodni miks** koji će biti ponuđen u datom maloprodajnom objektu. Navedeno je od posebnog značaja za supermarket, koji često raspolažu sa preko 50.000 artikala, ali se može primeniti i u odabiru aranžmana koje će pružati određene poslovnice turističkih agencija. Isto može biti primenjeno na odabir promotivnih materijala u domaćim i inostranim predstavništvima turističkih organizacija. Lokalne varijacije u etničkom i socio-ekonomskom statusu mogu imati veliki uticaj na to koji će se proizvod profitabilnije prodavati. Mnoge organizacije (naročito zdravstvene ustanove, maloprodaja i preduzeća koja se bave direktnim marketingom) zainteresovane su za socio-ekonomske karakteristike određenih geografskih lokacija, odnosno za identifikaciju lokaliteta koji sadrže ljude koji pripadaju određenom socio-ekonomskom profilu (npr. loše zdravstveno stanje, visok raspoloživi dohodak).

GIS se čak može koristiti za određivanje lokacija polica i drugih prostora u samim trgovačkim objektima. Sličnu upotrebu GIS može pronaći u ugostiteljskim objektima, naročito u restoranima sa velikom fluktuacijom gostiju, muzejima i sl.

Pored geografskog segmentiranja tržišta, moguća je demografska segmentacija, segmentacija na osnovu ponašanja, životnog stila i slično. Mnoge organizacije za statistiku u svetu prikupljaju informacije o svojim rezidentima, međusobno se povezuju i razmenjuju informacije, što stvara dobru osnovu za obezbeđivanje podataka za analizu tržišta. Kao i u drugim oblastima, marketing u turizmu ima veliku potrebu za kartiranim podacima koji se tiču prostorne distribucije i lokacije ciljnih tržišta. Na primer, poznavanje stanja industrije u gradovima, od velike je važnosti za uspešnost poslovanja hotela kojima su ciljne grupe poslovni turisti.

GIS se takođe može koristiti u određivanju **cena** proizvoda. Oppermann (1997) navodi da nije uobičajeno da se GIS koristi u određivanju cena, iako može imati brojne prednosti u industrijama gde se cena koristi da bi se ostvarile konkurentne prednosti i gde cena brzo fluktuiira u odnosu na prostor i vreme. Geografsko određivanje cena je uobičajeno u slučajevima kada cena varira u zavisnosti od distribucionih troškova. Na primer, troškovi kampanje direktnog turističkog marketinga zavisice od udaljenosti ciljnog tržišta. Isto tako cene turističkih aranžmana će, u osnovi, biti veće sa povećanjem udaljenosti ciljnih tržišta, odnosno cene prevoza turista iz mesta stalnog stanovanja do turističkih destinacija. Očigledno je da je strukturiranje cene ipak kompleksno pitanje i da uključuje i druge faktore kao što su uska grla isporuke, promenljiva tražnja, konkurentski uticaji, lokalni i državni propisi i regulacije i dr. (Leipnik and Mehta, 2005).

7.3.2. Primena GIS-a na strani turističke tražnje

Postoji uvreženo mišljenje da je GIS, kao komplikovani ekspertski sistem, namenjen isključivo stručnjacima. Međutim, GIS se sve više koristi u svakodnevnom životu, na strani krajnjih korisnika. To se naročito odnosi na turiste. Putovanje u inostrane zemlje, susretanje sa novim lokacijama, planiranje putovanja, određivanje optimalnih lokacija za posetu i smeštaj i sl., nameću neophodnost upotrebe GIS-a od strane turista.

Vreme upotrebe GIS-a od strane turističke tražnje vezuje se za period pre i za vreme turističkog putovanja. Glavni vidovi upotrebe GIS-a od strane turističke tražnje odnose se na:

- ◆ pretragu turističkih resursa,
- ◆ pomoć pri donošenju odluke o putovanju i
- ◆ olakšanje mobilnosti u tranzitu i u turističkoj destinaciji.

Ključne konkretne prednosti upotrebe GIS-a za turiste su:

- ◆ vizuelizacija turističkih destinacija i mesta preko karata, digitalnih slika i video-sadržaja,
- ◆ vredne informacije o turističkim lokacijama,
- ◆ selektivne informacije i posebne radnje, kao što su planiranje ruta,

informacije o smeštaju, kulturnim događanjima, specijalnim atrakcijama i sl.,

- ◆ lako dostupne informacije putem Web-a,
- ◆ interaktivne karte kao rezultat ličnih upita turista i dr.

Savremeni, informatički obrazovani turisti imaju sve veću potrebu za informacijama na osnovu kojih donose odluku o izboru destinacije. Jedan od faktora koji doprinosi dobrom pozicioniranju turističke destinacije je kvalitetan web-sajt zasnovan na primeni GIS tehnologije, sa visokim stepenom interaktivnosti (Hadžić, 2007). Kako je već naglašeno, najčešća upotreba GIS-a na strani turističke tražnje vezuje se za Web GIS. Web GIS se može koristiti u okviru statičnih i mobilnih kompjuterskih uređaja. Nijedan turista neće kupiti i instalirati kompletan GIS program da bi planirao svoje putovanje. Zbog toga se osnovni vid upotrebe GIS-a od strane turista sreće kroz formu Web GIS-a. Wessel (2006) navodi dva osnovna razloga popularnosti Web GIS-a:

1. manja preduzeća i organizacije, koje se mahom sreću u okviru turističke delatnosti, nisu u mogućnosti da kupe i upravljaju velikim GIS platformama i
2. u okviru Web GIS-a moguće je uključiti veliki broj resursa koji se sreću na Web-u.

Web GIS olakšava korisnicima da vide informacije na kartama putem Web čitača. Danas se detaljne karte generišu na osnovu baza podataka i objavljuju na Web-u, što predstavlja efikasan način korišćenja podataka i mogućnosti GIS-a.

GIS tehnologija nudi velike mogućnosti za razvoj modernih turističkih aplikacija uz upotrebu karata. Ova tehnologija integriše uobičajene operacije u okviru baza podataka sa upitima, uz jedinstvenu vizuelizaciju i geografsku analizu na kartama. Web GIS uključuje različite servise, kao što su: *lociranje* koje omogućava turistima da zumiraju kartu do samog objekta od interesa; *pronalaženje putanja*, odnosno pravaca kretanja na kartama pomaže korisnicima da pronađu najbolje rute od početne do željene lokacije (Shojaee, 2005); *elektronski atlas* u okviru GIS-a koji mogu da prikažu karte različitih kontinenata, zemalja, država i gradova.

Web GIS je omogućio kreiranje karata koje se ažuriraju u realnom vremenu. Tako je moguće na kartama prikazati stvarnu brzinu saobraćaja na određenim putnim pravcima integracijom Web GIS-a i senzora na putevima. Sličan primer su i karte vremenskih prilika, koje se kontinuirano menjaju jedna za drugom. Pored toga što su interaktivne, ove karte olakšavaju analiziranje geografskih relacija. Predstavljanje višestrukih setova podataka predstavlja značajnu osobinu takvih karata.

GIS omogućava geografske **pretrage (pretrage turističkih resursa) za složene upite**. Na primer, moguće je pretraživati kombinaciju turističkih atributa, kao što su tip objekta (npr. hotel, restoran, lokacija događaja, itd.), ime objekta, kategorija

hotela, i sl., u skladu sa geografskim kriterijumima, kao što su blizina, razdaljina, lokacija (grad ili regija) ili u skladu sa objektima lociranim unutar određenog regiona na karti. Korisnici treba da prilikom upita definišu turistički kriterijum i odaberu područje za pretragu (Jovanović i Njeguš, 2008).

Korišćenjem standardnih GIS alata u AutoCAD Map-u razvijen je elektronski plan i vodič kroz Beograd kao multimedijalna baza podataka koju čine sveobuhvatni grafički i opisni podaci funkcionalno povezani u jedinstvenu celinu, zajedno sa odgovarajućim programom za pregled i korišćenje. Namenjen je brzom i efikasnom pronalaženju podataka i dobijanju odgovora na postavljene upite vezane za prostorne objekte na teritoriji grada. Taj jedinstven proizvod u sebi sjedinjuje sadržaje zidnog plana Beograda sa sadržajima turističkog i poslovnog vodiča kroz Beograd, dodajući im mnogo novih funkcija i podataka.¹⁴

Imajući u vidu mogućnosti dobijanja traženih informacija o realnom prostoru, možemo govoriti o GIS-u kao **sistemu za donošenje prostornih odluka** (Kolyaie, 2008). Zahvaljujući velikom broju podataka o prostoru koji su uključeni u planiranje putanja, GIS se javlja kao korisna funkcija u rešavanju problema vezanih za prostor, koja može dovesti do uštede vremena i njegovog efikasnijeg korišćenja (Turk, and Gumusay, 2004). Bazirajući se na preferencijama i ograničenjima koja postavljaju korisnici, SDSS baziran na GIS-u pretražuje i analizira sve relevantne podatke da bi identifikovao putanje koje odgovaraju zadatom kriterijumu (Kolyaie, 2008)

Kako je već navedeno, značajna upotreba GIS-a se odnosi na **olakšanje mobilnosti u tranzitu i u turističkoj destinaciji**. Kada se turista nađe u turističkoj destinaciji, postavlja se pitanje jednostavne orijentacije u novom i nepoznatom terenu. U svrhe orijentacije najčešće se koriste papirne karte. Ipak, papirne karte imaju dosta ograničenja koja se ogledaju u nemogućnosti prikazivanja velikog broja detalja i otežanog uočavanja sopstvenog položaja i položaja željenog odredišta na karti. Da bi se premostila ta ograničenja razvijaju se mobilne GIS aplikacije, koje se mogu pokretati na PDA uređajima ili mobilnim telefonima. Ovakve aplikacije uglavnom omogućavaju sledeće:

- ◆ prikazivanje ulica sa imenima, obalnih linija, zelenih površina i vodenih površina i sl.,
- ◆ navigacija na kartama - zumiranje, pomeranje, pamćenje prethodnih navigacija,
- ◆ mogućnost prikazivanja tekstualnih komentara na karti,
- ◆ određivanje trenutne pozicije korisnika i njeno označavanje na karti upotrebom GPS-a,
- ◆ prikazivanje linija javnog saobraćaja i kalkulisanje optimalnih linija za prevoz od trenutne do željene pozicije,

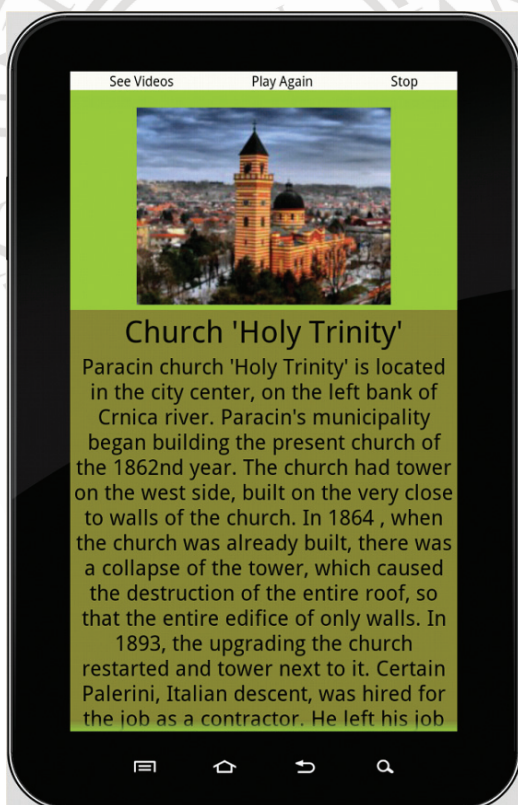
14 Beo Info elektronski plan i vodič za Beograd na CD-ROM-u pored profesionalne verzije kroz *AutoCAD Map / Autodesk World* i Web prezentacije na internetu uradili su „Osa“ računarski inženjering i „Geokarta“ iz Beograda.

- ♦ interaktivne vodiče koji omogućavaju informacije o turističkim znamenitostima,
- ♦ vizuelnu pretragu turističke ponude, ugostiteljskih kapaciteta, izbor hotela ili restorana na osnovu unetih kriterijuma o lokaciji, tipu, kategoriji i dr (Biuk-Aghai, 2003).

U zemlji, koja se može smatrati pretečom upotrebe GIS-a, Kanadi, nekoliko turističkih preduzeća je započelo pionirske poduhvate u upotrebi internet aplikacija na PDA uređajima koje koriste turisti (npr. u Torontu).

Korišćenjem Android mobilnih telefona, GPS-a, GIS podataka o lokacijama i multimedijalnih sadržaja koji opisuju turističke atrakcije, razvijena je aplikacija pod nazivom Android - Elektronski turistički vodič (Slika 56).

Elektronski vodič sadrži tekstualni, grafički, audio i video zapis o turističkim objektima u čijoj se blizini nalazi turista (Lutovac, 2012).



Slika 56. Android Elektronski turistički vodič (Crkva Sveta Trojice, Paraćin), (Lutovac, 2012)

Nie i sar. (2009) predlažu upotrebu *Sistema za planiranje ruta i navigaciju* (Tourist route planning and navigation system – TRPNS), koji treba da pomaže turistima da određuju rutu putovanja i da se olakšano kreću duž određene putanje. Navedeni autori su dizajnirali i primenili TRPNS, koristeći Servise za određivanje lokacije (Location Based Services - LBS). Uz pomoć LBS-a i prenosnog uređaja (na primer, PDA ili mobilnog telefona), koji je „svestan“ svoje pozicije, moguće je stalno osvežavati informacije o novim lokacijama. Na taj način turisti mogu planirati čitav dan, uzimajući u obzir predloge koji im se pružaju na osnovu ličnih preferencija.

Osnovu ovog sistema čini arhitektura sastavljena od tri ključna dela: (1) prenosivih uređaja sa GPS prijemnikom i mogućnošću komuniciranja putem interneta (mobilni telefoni ili PDA uređaji), (2) servisnog centra koji se sastoji od više Web servisa koji sprovode pretrage, planiranje i navigaciju na strani servera i (3) baze podataka, koja se sastoji od prostornih i neprostornih podataka. Osnovi principi funkcionisanja ovakvog sistema su: menadžment profila, upiti, planiranje ruta i navigacija.

Menadžment profila određuje osnovne osobine turista (ime, pol, godine, prihod) i turističke preferencije (omiljena vrsta kuhinje, turistička potrošnja i sl.).

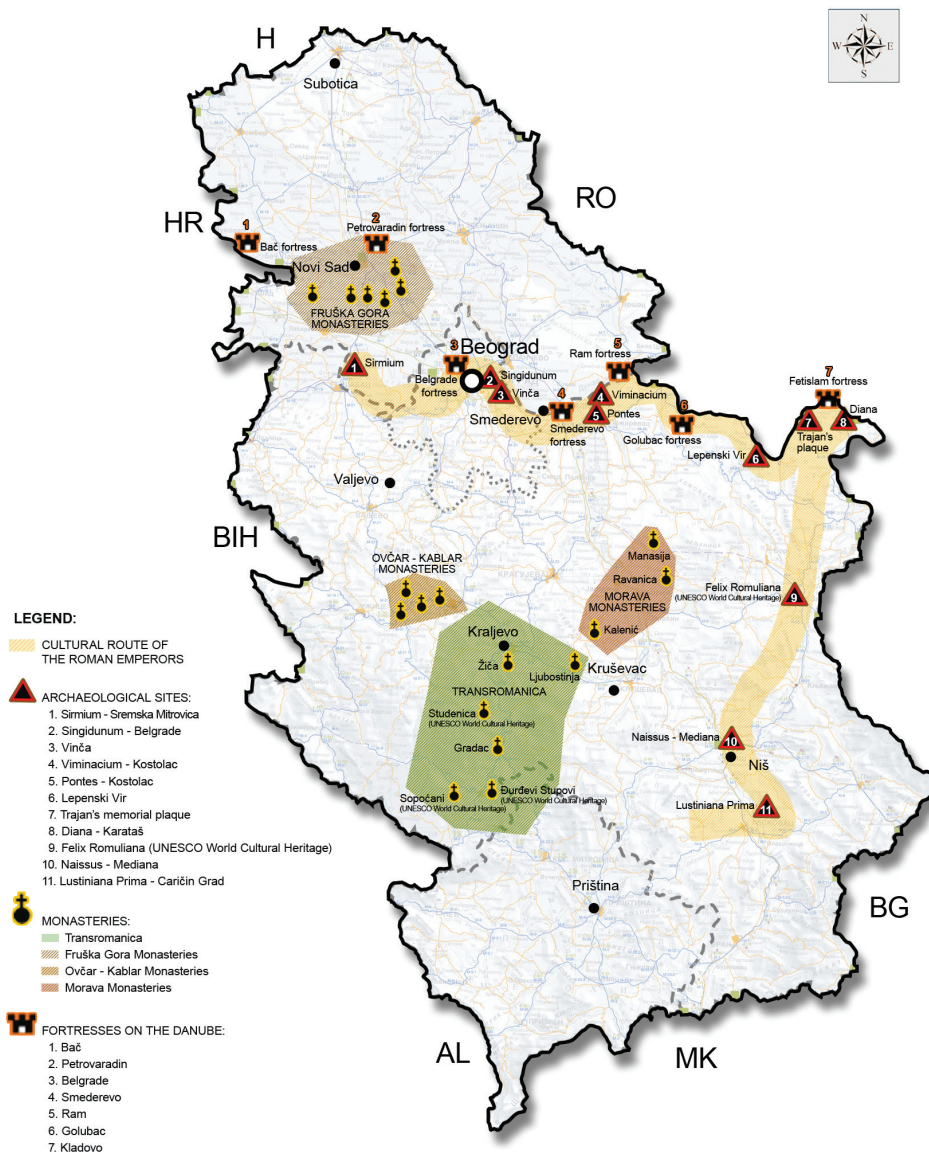
Upit je najvažniji deo u okviru ovog sistema. Upiti mogu biti jednostavni i kompleksni. Jednostavni upiti su npr. pretraga lokacija od interesa (bioskopi, restorani, muzeji, pozorišta, plaže i dr.). Pretraga se može obaviti na osnovu različitih filtera, kao što su zona, cena, tip restorana i sl. Kao rezultat ovih upita uglavnom se javljaju karte, koje mogu sadržati veliki broj informacija. Da bi dobili personalizovanu kartu specificirane lokacije, turisti mogu upotrebiti kompleksnu pretragu. Ove pretrage vrše pretragu baza podataka u skladu sa trenutnom lokacijom turista i njihovim preferencijama.

Planiranje ruta se omogućuje upotrebom Web-servisa. Turista postavlja upit, na osnovu kojeg Web-servis, koristeći složenu programsku logiku i bazu podataka predlaže nekoliko ruta koje odgovaraju preferencijama podnosioca upita. Web-servis pored lokacija, planira i efikasnu upotrebu vremena. Na osnovu nekoliko predloga, koje turista može modifikovati, određuje se konačni plan rute.

Navigacija je važan princip u okviru ovog sistema. Navigacioni sistem može efikasno voditi turistu od jednog mesta do drugog (Nie i sar., 2009).

Pored brojnih prednosti upotrebe GIS-a na strani turističke tražnje, javljaju se i određena ograničenja. GIS kao pomoćni alat sam po sebi ne omogućava apsolutno „fer procenu“, pravičnost i kompatibilnost sa interesima različitih učesnika. GIS ne donosi odluke, već olakšava obradu podataka, analizu, i omogućava obogaćeno predstavljanje podataka. GIS značajno olakšava pristup informacijama, njihovu čitljivost, doprinos pri donošenju odluka, ali takođe može biti upotrebljen da promoviše turističke proizvode, destinacije, znamenitosti turističkih regija i država (Slika 57).

Map of Cultural Tourism in Serbia



Slika 57. Mapa kulturnog turizma u Srbiji (Jovanović V.2009)

Do pojave Interneta najveća pažnja u okviru GIS-a bila je usmerena na prikupljanje podataka. Danas je u žiži interesovanja što je moguće jednostavniji pristup geografskim podacima. Vrednost geografskih informacija (kao uostalom i svih ostalih oblika digitalne informacije) proporcionalna je njenoj dostupnosti. Danas, milioni ljudi pristupaju geografskim informacijama posredstvom Web-a.

Web GIS, kao kombinacija Web-a i geografskog informacionog sistema, izrastao je u disciplinu koja se naglo razvija još od samih početaka 1993. godine. GIS se transformisao u snažnu internet aplikaciju, koja je zainteresovala veliki broj ljudi koji koriste i druge prednosti Web-a. Veliki broj korisnika interneta upotrebljava jednostavno kartiranje i druge prostorne aplikacije, a da mnogi toga često nisu ni svesni (na primer, pregled satelitskih snimaka visoke rezolucije, pretraga hotela i restorana prema lokaciji, mobilne GPS aplikacije na telefonima u suštini predstavljaju forme Web GIS-a). Slobodno se može reći da je Web otključao, odnosno oslobodio moć GIS-a, koja je do tada bila stacionirana u kancelarijama i laboratorijama GIS profesionalaca i istraživača. Web je doneo GIS-u milione domaćinstava, odnosno došao u ruke milione korisnika čineći ga upotrebljivim u skoro svim industrijskim granama i delatnostima, od državnih institucija i privrede, sve do obrazovanja i istraživanja (Fu and Sun, 2010).

8.1. Internet, Web i mobilni Web

Prvi začeci nastanka i razvoja interneta javili su se u okvirima vojne industrije SAD, u vreme „hladnog rata“, kada se javila potreba za stvaranjem mreže koju ne bi bilo moguće uništiti brzim napadima. Krajem 50-tih godina osniva se Agencija za napredne istraživačke projekte (Advanced Research Project Agency – ARPA), koja u okviru svojih odeljenja razvija najznačajniji projekat - mrežu ARPANET. Za osnovu mreže ARPANET preuzeta je nova tehnika prenosa podataka – „preusmeravanje paketa“ koja omogućava decentralizovanu i fleksibilnu komunikacijsku mrežu (Sherry, Brown, 2004; Zvizdić, 2001). Prva čvorišta buduće megamreže spojena su

29. oktobra 1969. godine na četiri američka univerziteta (Sherry and Brown, 2004), te se ovaj datum može smatrati početkom razvoja današnjeg interneta.

Godine 1971. Ray Tomlinson razvija program za slanje i primanje poruka putem računara (Sherry and Brown, 2004). Godine 1974. Bob Kahn i Vint Cerf lansiraju ideju o protokolu koji uključuje detekciju greške, „paketiranje“ i usmeravanje, nazvavši ga Protokol za kontrolu prenosa (Transmission Control Protocol - TCP). Deo TCP-a je kasnije dobio naziv IP (Internet Protocol) tako da zajednička skraćenica postaje TCP/IP. TCP/IP bio je neophodan korak u razvoju interneta budući da prethodni protokol nije više mogao kontrolisati i opsluživati mrežni promet. TCP/IP je zaživeo u većini računara ARPANET-a 1. januara 1983. godine i taj se datum može smatrati pravim početkom interneta (Stankov, 2009).

Shvativši prednosti interneta za naučna istraživanja Nacionalna naučna fondacija Sjedinjenih Američkih Država (National Science Foundation - NSF) odlučila je da proširi upotrebu interneta u naučnim disciplinama i u obrazovanju (Sherry and Brown, 2004). Ova fondacija je formirala Naučnu kompjutersku mrežu (Computer Science Network - CSNET) koja je povezivala akademske mreže širom SAD. To je bila alternativa ARPANET-u (Denning, 1983). Godine 1983. CSNET se povezuje sa ARPANET-om. Iste godine vojna uprava SAD odlučuje da razdvoji vojni deo mreže (MILNET) od ARPANET-a dopuštajući mu da primarno postane istraživačka mreža. Tokom 1986. godine NSF kreira svoju mrežu NSFNET (National Science Foundation Network) koja je do kraja 1988. godine u potpunosti zamenila ARPANET (Aspray and Ceruzzi, 2008).

Krajem osamdesetih i početkom devedesetih godina Tim Berners-Lee iz Evropske laboratorije za fiziku mikročestica (Conseil European pour la Recherche Nucleaire - CERN) iz Ženeve bio je najzaslužniji za uvođenje grafičkog prikazivača interneta i Web-a (Hock, 2004). Tim Berners-Lee je 1989. godine kreirao prvi prototip World Wide Web namenjen da služi kao informativni sistem za fizičare. Do kraja 1990. Tim Berners-Lee je kreirao prvi Web čitač koji prima i prikazuje hipertekst dokumente, kao i prvi Web server, odnosno softver koji skladišti Web strane na računaru. Svrha prvobitnog Web-a bila je da se omogući razmena informacija između prostorno udaljenih radnih grupa. Originalni Web se sastojao od dokumenata (Web stranica) i linkova između njih (Cardoso, 2007).

Web je omogućio da se informacije na internetu predstavljaju organizovano u posebne celine (stranice) i prenose, ne samo u pisanom obliku, već i u svim drugim oblicima (vizuelno, tonski). Za to se koristi jezik za označavanje hiperteksta (Hypertext Markup Language - HTML) koji omogućava da se dokument napiše tekstualno i da u prezentaciji dobije oblik slike, kao i mogućnost da se na određenoj stranici ugradi veza sa drugom internet stranicom ili drugim izvorom podataka. Paralelno sa HTML nastala je i tehnologija koja je omogućavala da se HTML prezentacije vide na ekranu računara. Tako je 1993. godine nastao Mosaic, odnosno prvi grafički program za pregledanje Web-a (Tasić i Bauer, 2003).

Zahvaljujući prvom grafičkom čitaču Web-a i opsežnoj propagandnoj kampanji, upotreba Web-a doživela je vrtoglav rast za samo godinu dana. Godinu dana kasnije kompanija Netscape Communications izdaje novu besplatnu verziju čitača Web-a, a potom se u „rat čitača“ uključuje i kompanija Microsoft koja uključuje čitač u svoj novi operativni sistem Microsoft 95 (Stankov, 2009).

Web tehnologija je pre svega zasnovana na vizuelnoj dimenziji i namenjena je za ljudsku upotrebu. Ipak, evolucija Web-a je stvarala potrebu promene korisnika ove tehnologije, tako da se ona sve više automatizuje. Glavne evolutivne faze Web tehnologije prikazane su u Tabeli 9.

Posle 1995. godine mediji sve više posvećuju pažnju Web tehnologiji (Sherry, Brown, 2004). Medijska promocija praćena izuzetnim rastom mogućnosti računara, mrežnih kapaciteta i programskih sposobnosti uz stalno smanjenje troškova, doveli su do brzog rasta upotrebe interneta i van granica SAD i Evrope. Od 1993. godine, kada je na internet bilo povezano 60 zemalja, do 1999. godine na mrežu se povezalo 214 zemalja (Dholakia et al., 2004).

Godine 1994. nastaju servisi koji su doprineli popularnosti Web-a. Tada se javlja Web servis za prodaju Amazon.com, koji je najpre postao poznat po prodaji knjiga. Servis GeoCities je odigrao značajnu ulogu u ponudi besplatnog servera za skladištenje Web-sajtova. Web-sajt Yahoo počeo je da funkcioniše kao Web direktorijum, ali ubrzo postaje Web portal koji nudi različite servise. Godinu dana kasnije nastaju Web-sajtovi koje mogu izmenjivati i uređivati korisnici, kao i trenutno najpoznatiji Web-sajt za aukcije i trgovinu Ebay. Tri godine kasnije pojavljuje se pretraživač Google koji je omogućio efikasnu pretragu Web-a. Nešto kasnije Google počinje da pruža pretrage različitih formata podataka, knjiga, magazina, foruma i slično. U 2001. godini počinje da se stvara trenutno najpoznatija i najveća besplatna enciklopedija na svetu Wikipedia. Dve godine kasnije nastaje prva društvena mreža koja je doživela veliku popularnost MySpace, a godinu dana kasnije Facebook, trenutno najpopularnija društvena mreža u svetu. Iste godine se javlja podcast, odnosno audio fajl koji se može preuzeti sa Web-a i slušati na prenosnim uređajima. Značajni servis koji se pojavio na Web-u 1995. godine je YouTube. YouTube je trenutno najpopularniji Web servis za razmenu video sadržaja. Često se svrstava i u društvenu mrežu (Anon, 2010).

Tabela 9. Evolucija Veb tehnologije¹⁵¹⁶¹⁷¹⁸

Tip Veba	Statični	Dinamični	Sintaksni	Semantički
Kodiranje	HTML	+ RDBMS ¹⁵	+ XML ¹⁶	+ RDF/OWL ¹⁷
Kreiranje	Ručno	Od strane aplikacija na strani servera	Od strane aplikacija baziranih na šemama	Od strane aplikacija baziranih na modelima
Korisnici	Ljudi	Ljudi	Ljudi i programi	Ljudi i programi
Paradigma	Pretraga	Kreiranje / Upiti / Update ¹⁸	Integracija	Interoperabilnost
Upotreba	Čitači	Čitači	Procesna integracija	Inteligentni agenti, Semantične pretrage
<i>Godina</i>	1995		2000	2005

Izvor: Cardoso, 2007.

Web se i dalje brzo širi, idući od povezanih mreža ka bežičnim mrežama, pre svega zahvaljujući velikoj popularnosti mobilnog Web-a. Pod pojmom „mobilni Web“ podrazumeva se upotreba aplikacija na prenosivim uređajima koje se povezuju na internet bežičnim putem. Prednosti prenosivih uređaja (kao što su pametni telefoni, tablet računari i sl.) i bežičnih komunikacionih tehnologija (Wi-Fi - Wireless Fidelity, 3G mobilne mreže) doprinele su širenju mobilnog Web-a. Prema brojnim prognozama mobilni Web će rasti nekoliko puta brže od klasičnog Web-a, omogućavajući ljudima da surfuju u pokretu i na svakom mestu na Zemlji (Fu & Sun, 2010).

15 RDBMS (Relation Data Base Management System) predstavlja sistem za upravljanje relacionim bazama podataka, odnosno hardver i softver koji omogućavaju pristup tim bazama (Tasić, Bauer, 2003).

16 XML (Extensible Markup Language) je prošireni jezik za označavanje tekstualnih dokumenata. Cilj njegovog kreiranja je da se stvori jezik koji će ljudi i računarski programi moći jednostavno da čitaju.

17 RDG (Resource Description Framework) je standardni model za razmenu podataka na Vebu, koji ima osobine koje olakšavaju spajanje podataka iako im se šeme razlikuju. OWL (Web Ontology Language) je jezik dizajniran da bude korišćen od aplikacija koje treba da procesiraju sadržaj iz informacija (McGuinness, Harmelen, 2004).

18 Update označava dovođenje podataka u datoteci u ažurno stanje (Tasić, Bauer, 2003).

8.2. Web GIS koncept

Primarni koncept Web GIS-a je svoje izvršne funkcije realizovao na Web čitačima da bi vremenom bio unapređen u Web GIS koji opslužuje i mobilne klijente. Pod terminom Web GIS se podrazumeva distribucija prostornih podataka za korisnike preko Web pretraživača odnosno njihovih interfejsa. U zavisnosti od softverskih mogućnosti korisnici Web GIS-a mogu da prikazuju prostorne podatke, da ih analiziraju ili da postavljaju upite.

Tipične komponente Web GIS sistema su podaci, softver i hardver. Web GIS podatke čine geografski pozicionirani *prostorni (kartografski) podaci* sačuvani u formatima kao na primer: SHP, DWG, SDF, DGN, ili podaci koji su spakovani u prostorne baze podataka, npr. Access, Oracle Spatial, Oracle Locator i SDE. Atributski podaci predstavljaju karakteristike (opis) prostornih podataka u vidu teksta ili tabela, obično spakovanih u relacije baze podataka.

Softverske komponente za razvoj Web GIS-a su: server aplikacija, server middleware za posredovanje prilikom interpretacije zahteva klijenata odnosno za interakciju sa Web GIS aplikacijom i pakovanje podataka za transfer kroz Web. Web server može biti npr. Apache, Internet Information Server, itd; klijent Web pretraživač, npr. Internet Explorer, Mozilla; aplet ili plug-in client strana zavisno od tehnologije; aplikativni softver za Web bazu, npr. PHP, ASP.NET, Cold Fusion.

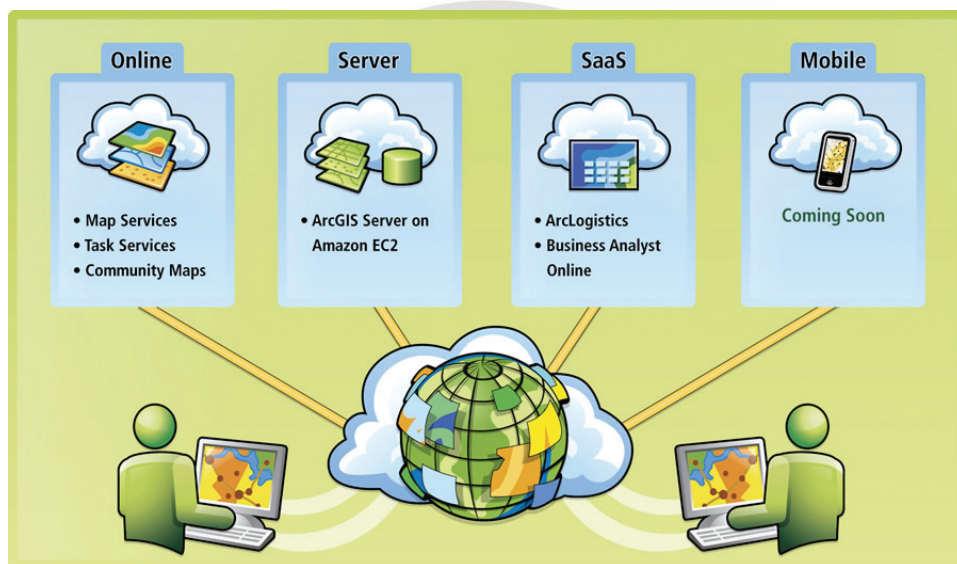
Hardverske komponente Web GIS-a uključuju centralni računarski server, računare klijenata i konekciju kroz internet ili intranet korišćenjem LAN ili WAN mreža.

Savremeno IT okruženje razvija softver koji unapređuje funkcije, koncept i korišćenje Web GIS-a među koje spadaju: MapXtreme Java Edition (MapInfo), ArcGIS for Server ranije ArcIMS (ESRI), MapGuide (Autodesk), GeoMedia Web Map (Intergraf), UMN/Open Source Map Server (NASA), itd.

MapInfo MapXtreme Java Edition razvijen je u kompaniji MapInfo kao internet kartografski server baziran na Java programskom jeziku. MapXtreme omogućava različite kartografske alate i funkcije, koje uključuju Web aplikacije kroz različite teme, povezivanje podataka, kontrolu lejera, prikaz karata i druge manipulacije. To je veoma brz sistem, čak i kada se sastoji od velikog broja skupova podataka i pri tom može da radi u raznovrsnom hardverskom okruženju (UNIX, Windows, etc). On obezbeđuje mape sa Web browsera za PC ili radne stanice bez zahteva za posjedovanjem posebnih dodataka. MapXtreme radi sa prostornim podacima spakovanim na serverskoj strani sa odgovarajućim bezbednim pravima pristupa radi kreiranja, premeštanja ili brisanja objekata na mapi.

Novi softverski sistem kompanije ESRI pod imenom *ArcGIS for Server*, (ranije je korišćen ArcIMS - Internet Map Server) pruža mogućnost kreiranja, organizovanja i distribucije kartografskih servisa i publikovanje na Web-u. Takođe, on ima mogućnost određivanja ruta za nalaženje najkraćeg i najbržeg puta između dva mesta.

MapServer je internet kartografski server otvorenog koda. MapServer u osnovi funkcioniše u CGI¹⁹ i MapScript modu, uključujući mnoge programske jezike kao što su PHP, Java, Perl i Python. MapServer omogućava izradu prilagođenih profesionalnih karata u Web aplikaciji i može biti prilagođen zahtevima korisnika. Potpuno je besplatan i ne zahteva nikakve softverske troškove (Anon, 2008). MapServer je razvijen na univerzitetu Minesota (SAD) za potrebe agencije NASA u cilju jednostavnijeg i javnog korišćenja satelitskih snimaka. Svake naredne godine razvijane su nove verzije MapServer-a. Godine 2005. univerzitetska saradnja ostvarena sa kompanijom Autodesk doprinela je razvoju nove internet aplikacije otvorenog koda (open source) pod imenom MapGuide. Najnovija verzija nosi oznaku 6.0.1. sa znatno unapređenim parametrima bezbednosti.



Slika 58. Sadržaj Cloud GIS-a servera i aplikacije

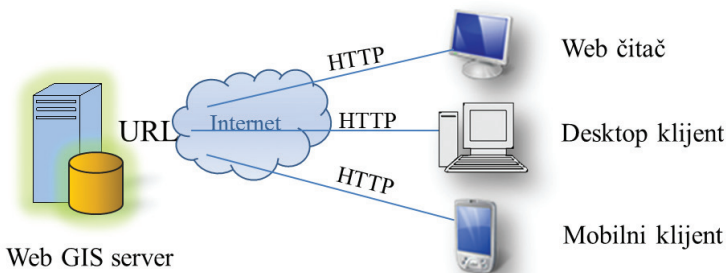
Sem naprednih IT rešenja, Cloud Computing se brzo pojavljuje kao najnovija tehnologija u skoro svakoj industriji koja ima softver, hardver i infrastrukturu (Slika 58). Iako postoji nekoliko definicija cloud computinga, osnovno načelo koje ga karakteriše je da ima takve tehnološke mogućnosti koje se ne nalaze na jednom mestu, u jednoj prostoriji, već su u oblaku (cloud) i isporučuju se na zahtev korisnika usluga preko interneta. Cloud GIS ponuda može da varira od skladištenja podataka do Web aplikacije za krajnjeg korisnika.

19 CGI (Common Gateway Interface) je interfejs mrežnog prolaza, odnosno interfejs koji omogućava dinamičnije korišćenje Web stranica i povećava mogućnosti interakcije s korisnikom. To je programski standard koji koristi većina Web servera za rukovanje obrascima (Tasić i Bauer, 2003)

8.2.1. Definisanje Web GIS-a

Web GIS je vrsta distribuiranog informacionog sistema. Najjednostavnija forma Web GIS-a bi uključivala najmanje jedan „server“ i jednog „klijenta“. Pod serverom se podrazumeva Web aplikacioni server, a klijent može biti Web čitač, desktop aplikacija ili mobilna aplikacija (Slika 59). Server ima svoj URL kako bi ga klijenti pronašli na Web-u. Klijent se oslanja na HTTP specifikacije da bi slao zahteve ka serveru. Server sprovodi zatražene GIS operacije i šalje odgovor klijentu, ponovo putem HTTP-a. Format odgovora može biti u HTML-u, koji koriste Web čitači, ali može biti i u drugim formatima, kao što je binarna slika, XML (Extensible Markup Language) ili JSON (JavaScript Object Notation).

Web GIS se često zamišlja i kao GIS koji se izvršava u Web čitaču. Međutim, tako se previdaju sistemi koji uključuju desktop i mobilne klijente. Može se reći da je Web GIS bilo koji GIS koji koristi Web tehnologiju. U užoj definiciji, Web GIS je bilo koji GIS koji koristi Web tehnologiju da bi komunicirao među svojim komponentama (Fu & Sun, 2010).



Slika 59. Najjednostavnija arhitektura Web GIS-a (Izvor: Autori prema Fu & Sun, 2010).

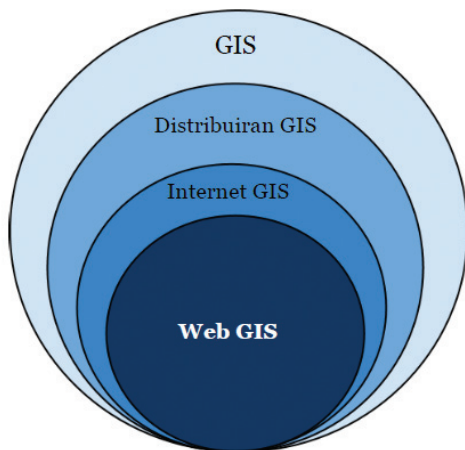
Web GIS se definiše i putem sledećih stavova:

- ◆ HTTP, među brojnim Web tehnologijama, glavni je protokol koji koriste različite komponente Web GIS-a da bi međusobno komunicirali. Ako se prekine pristup internetu, pojedini „thick“ klijenti i dalje mogu funkcionisati na osnovu podataka iz radne memorije i funkcija koje su prethodno preuzete, ali će većina klijenata prestati da radi.
- ◆ Najjednostavnija arhitektura Web GIS-a je dvodelni sistem koji uključuje server i jedan ili više klijenata. Web GIS nije samo program koji se izvršava na lokalnom računaru. Mnogo je važniji server koji je smešten negde na

Web-u („in the cloud“). Ponekad se server i klijent mogu nalaziti na istom računaru, ali su oni zapravo dve odvojene komponente.

- ♦ Mnoge Web GIS arhitekture se sastoje od tri dela (nivoa), gde treći deo čine podaci. Sa porastom hibridnih Web servisa, Web GIS polako prerasta i ovu trodelnu arhitekturu čineći sve složenije sisteme.
- ♦ Web GIS i desktop GIS se sve više prepliću. Web GIS se oslanja na desktop GIS kako bi proširio svoje resurse. Desktop GIS je, sa druge strane, proširio svoju funkcionalnost ka upotrebi resursa na Web-u. Na primer, ArcGIS Desktop korisnici mogu koristiti bazne karte koje su dostupne na Web-u (na primer, Microsoft Bing Maps) i to bez njihovog posedovanja na lokalnom računaru. Web GIS je u tesnoj vezi sa dva pojma - „internet GIS“ i „geoprostorni Web“.

Internet GIS i Web GIS se često koriste kao sinonimi. Striktno govoreći, ova dva pojma su u svom obuhvatu različiti. Internet podržava brojne servise, a Web je samo jedan od njih. GIS koji koristi neki od internet servisa, a ne samo Web, mogao bi se smatrati internet GIS-om. U teorijskom smislu, internet GIS je širi pojam od Web GIS-a (Slika 60). U stvarnosti, Web je glavna atrakcija interneta i najčešće korišćen internet servis.



Slika 60. Odnos pojmova od GIS-a do Web GIS-a (Izvor: Autori Fu & Sun, 2010)

Geoprostorni Web, ili GeoWeb, je drugi termin koji se koristi u vezi sa Web GIS-om. Ipak, definicija GeoWeb-a i Web GIS-a nije identična. Jedna definicija GeoWeb-a podrazumeva spajanje geoprostornih informacija sa atributnim (neprostornim) informacijama (na primer, Web stranice, fotografije, video i vesti) koje trenutno dominiraju Web-om (Haklay, Singleton and Parker, 2008). Ova definicija GeoWeb-a je u

tesnoj vezi ra različitim vrstama geografskog označavanja i kodiranja (geotagging, geoparsing, geocoding). Geoprostorni Web se može definisati i kao integrisana, dostupna kolekcija geografskih Web servisa i podataka koji obuhvataju višestruke funkcije i geografske regione (Lake and Farley, 2007). GeoWeb se odnosi na ekspanziju distribucije globalnog GIS-a, koji podrazumeva široko rasprostranjenu saradnju u razmeni znanja i otkrića koje promovise i podržava deljenje i interoperabilnost.

GIS se u osnovi sastoji od hardvera, softvera, podatka i korisnika. Zanimljivo bi bilo videti kako se distanca između ovih fizičkih komponenti povećavala tokom godina. Tokom 60-tih i 70-tih godina ove komponente su bile locirane na jednom računaru. Tokom 80-tih i ranih 90-tih godina, sa pojavom i prihvatanjem lokalnih mreža (local area network - LAN) pojavio se i distribuirani GIS. Komponente GIS-a nisu više morale biti locirane na istom mestu i obično su bile smeštene u različitim zgradama istog preduzeća. Sa pojavom Web-a, komponente GIS-a su još više razdvojene. Korisnik Web GIS-a danas može pristupiti serveru koji se nalazi na drugoj strani sveta putem svog klijenta. Istovremeno, server jednog klijenta može biti klijent drugog servera, sve više odvajajući komponente GIS-a.

8.2.2. Karakteristike Web GIS-a

Internet i Web su u sajber prostoru uklonili ograničenja realnih distanci u prostoru, omogućavajući trenutni pristup informacijama bez obzira na to koliko su korisnici i server udaljeni. Ovaj kvalitet Web GIS-u daje brojne prednosti nad tradicionalnim desktop GIS-om. Te prednosti podrazumevaju:

- ♦ **Globalni pristup.** Programer može prezentovani Web GIS aplikacije čitavom svetu i čitav svet ih može videti. Korisnik može pristupiti Web GIS aplikacijama sa svog kućnog računara ili putem mobilnog telefona. Globalna priroda Web GIS-a nedeljiva je od HTTP-a. Pojedine organizacije otvaraju pojedine portove na svojim zaštitnim zidovima (firewalls) da bi omogućili HTTP zahteve i odgovore preko njihovih lokalnih mreža i na taj način povećavaju pristupačnost GIS podacima.
- ♦ **Veliki broj korisnika.** U principu, tradicionalni desktop GIS koristi jedan korisnik u određeno vreme, dok Web GIS može biti korišćen od strane desetina i stotina korisnika simultano. To zahteva više standarde i performanse Web GIS-a u odnosu na desktop GIS.
- ♦ **Sposobnost rada na više platformi.** Većina klijenata Web GIS-a su Web čitači. Postoje različiti Web čitači koji su karakteristični za različite operativne sisteme, kao što su Internet Explorer, Mozilla Firefox, Apple Safari, Google Chrome, Opera i sl. Zbog činjenice da se svi ovi čitači u velikoj meri sastoje od HTML i JavaScript standarda, Web GIS koji se oslanja na HTML klijente, obično podržava različite operativne sisteme. Web GIS koji se

oslanja na Java.NET i Flex klijente može se koristiti na više platformi gde je instalirano run-time okruženje. Važno je napomenuti da su Web GIS mobilni klijenti još uvek daleko od sposobnosti rada na više različitih platformi, pre svega zbog velikog broja mobilnih operativnih sistema i trenutne nekompatibilnosti među mobilnim Web čitačima.

- ◆ **Niske troškove u odnosu na prosečan broj korisnika.** U skladu sa dobrom tradicijom interneta, većina internet komponenti je besplatna za krajnje korisnike. Isto se odnosi i na Web GIS. Organizacije koje imaju potrebu za GIS-om takođe mogu smanjiti troškove njegovog uvođenja. Uместo da kupuju i instaliraju desktop GIS za svakog zaposlenog, kompanije mogu postaviti samo jedan Web GIS koji mogu koristiti zaposleni kod kuće, na poslu ili na terenu. Smanjeni troškovi kupovine i održavanja pomažu u ostvarivanju većeg povraćaja investicija.
- ◆ **Jednostavnost korišćenja od strane krajnjih korisnika.** Desktop GIS je uglavnom namenjen za profesionalne korisnike koji iza sebe imaju godine treninga i veliko iskustvo u radu sa GIS-om. Web GIS je namenjen za širu publiku, uključujući i one korisnike koji ne znaju ništa o GIS-u. Oni očekuju da Web GIS bude jednostavan za korišćenje, kao i regularna Web stranica. U eri Web 2.0 njihova očekivanja od Web GIS-a sve više rastu.
- ◆ **Objedinjen update.** Update desktop GIS-a mora da bude sproveden na svakom računaru zasebno. U Web GIS-u jedan update funkcioniše za sve klijente, čineći ovaj proces mnogo jednostavnijim.
- ◆ **Raznoliku svrhu upotrebe.** Za razliku od desktop GIS-a čija je upotreba ograničena na određeni broj GIS profesionalaca, Web GIS može biti korišćen od strane svih zaposlenih u preduzeću i šire. Široki broj korisnika podrazumeva i različite zahteve, što podrazumeva da Web GIS može biti korišćen u različite svrhe, kako formalne tako i neformalne. Koncept kada osobe koje nisu eksperti koriste geografske tehnike i alate (koji ne moraju biti bazirani samo na Web-u) za lične i potrebe raznih udruženja naziva se „neogeografija” („nova geografija”). Ovaj koncept je snažno razvijen sa pojavom Web GIS-a i podrazumeva, na primer, kartiranje kuća poznatih ličnosti, označavanje ličnih fotografija, lociranje prijatelja, prikazivanje Wi-Fi hot spotova, označavanje lokacija događaja i sl. (Fu & Sun, 2010).

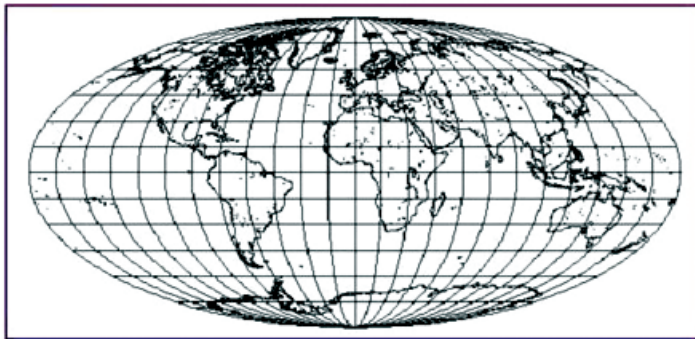
Prethodno navedene karakteristike otkrivaju prednosti i izazove sa kojima se suočava Web GIS. Na primer, lakoća upotrebe Web GIS-a stimuliše javno učešće, ali i obavezuje Web GIS programere da takav GIS prilagode i korisnicima koji nemaju nikakvo znanje o GIS-u. Veliki broj korisnika podržava brži razvoj GIS-a, ali takođe zahteva da Web GIS bude bolje optimizovan, tj. da bude sposoban da održi dobre performanse i sa povećanjem broja korisnika.

8.3. Nastanak i razvoj Web GIS-a

Fuzija interneta, Web-a i tradicionalnih disciplina kreirala je pojavu mnogih novih disciplina, među koje spada i Web GIS. Web GIS se ubrzano razvijao od 1993. godine kada je nastao, a naročito u eri takozvanog „Web 2.0“. Web GIS predstavlja značajnu prekretnicu u istoriji GIS-a. Web GIS je značajno promenio način na koji se geoprostorne informacije prikupljaju, prenose, objavljuju, dele i predstavljaju.

Godine 1993. Istraživački centar Xerox PARC (Xerox Corporation Palo Alto Research Center) razvio je čitač karata koji je bio baziran na Web-u (Slika 61.), čineći tako bazu za nastanak Web GIS-a. Xerox PARC čitač karata je bio eksperiment koji je trebalo da omogući povraćaj interaktivnih informacija na Web-u. Web-sajt ove kompanije je pružao mogućnost zumiranja karte, selekciju slojeva karte i funkciju konverzije projekcije. Korisnici su mogli pristupiti pregledaču karte u Web čitaču odabirajući link sa datom funkcijom. Klikom na taj link, Web čitač je slao HTTP zahtev Web serveru. Server je prihvatao zahtev, izvodio kartografske operacije, generisao novu kartu i vraćao je Web čitaču koji je uputio zahtev. Web čitač bi prihvatao i prikazivao tako dobijenu kartu. Ovaj pionirski poduhvat je otvorio novi pristup korišćenju GIS-a u samom Web čitaču. Na taj način je demonstrirano da korisnici mogu upotrebljavati GIS bez njegovog instaliranja na lokalnom računaru.

Xerox PARC Map Viewer: world 0.00N 0.00E (1.0X)



Select a point on the map to zoom in (by 2), or select an option below. Please read [About the Map Viewer](#), [FAQ](#) and [Details](#). To find a U.S. location by name, see the [Geographic Name Server](#).

Options:

- Zoom In: (2), (5), (10), (25); Zoom Out: (1/2), (1/5), (1/10), (1/25)
- Features: Default, All; +borders, +rivers
- Display: color; Projection: elliptical, rectangular, sinusoidal; Narrow, Square
- Change Database to USA only (more detail)
- Hide Map Image, Retrieve Map Image Only, No Zoom on Select,
- Place mark at (0.00N 0.00E), Reset All Options

Slika 61. The PARC čitač karata je poznat kao prva Web GIS aplikacija
(Izvor: https://www.e-education.psu.edu/files/geog863/image/l1_f1.jpg)

Uvidevši brojne prednosti Web GIS-a, GIS zajednica je brzo prihvatila ovaj koncept. Ubrzo se pojavio veliki broj Web GIS aplikacija. Neki od primera navedeni su u tekstu koji sledi.

Godine 1994. Informacioni servis kanadskog nacionalnog atlasa (The Canadian National Atlas Information Service) izdao je prvu online verziju Nacionalnog atlasa Kanade. To je interaktivni kartografski Web-sajt koji korisnicima omogućava da selektuju brojne slojeve podataka, kao što su putevi, reke, administrativne granice, ekološke oblasti, i potom da pošalju zahtev serveru. Server bira odgovarajuće simbole kako bi generisao kartu prema zahtevu.

Godine 1995. Kalifornijski univerzitet iz Santa Barbare, predvodeći brojne druge organizacije, razvio je Aleksandrijsku digitalnu biblioteku. Iste godine implementiran je Web portal za Nacionalni centar geoprostornih podataka SAD (U.S. National Geospatial Data Clearinghouse). Ove dve Web aplikacije omogućavale su korisnicima da odrede ključne reči i područje na karti, a potom da pretražuju karte i satelitske snimke koji odgovaraju zadatim kriterijumima. Ove aplikacije su olakšale deljenje geoprostornih informacija i predstavljaju prve primere geoportala.

Odeljenje za popis SAD je 1995. godine razvilo kartografski servis TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing) koji omogućava upite i kartiranje demografskih informacija po regionima i gradovima SAD. TIGER pruža velike količine informacija koje se nalaze u nacionalnoj bazi popisa stanovništva SAD.

Godine 1995. Susan Huse, sa Kalifornijskog univerziteta u Berkliju, razvila je GRASSLinks, kao deo doktorske disertacije. GRASS (Geographical Resources Analysis Support System) je do tada bio desktop GIS alat, a njegove funkcije nisu bile dostupne na Web-u. Ona je implementirala interfejs između Web servera i GRASS-a koji je omogućavao korisnicima da selektuju slojeve podataka putem Web čitača i šalju zahteve Web serveru. Server je te zahteve prosleđivao GRASS-u na analizu (kao što je buffer analiza, preklapanje lejera, reklasifikacija, kartiranje i drugo). Obradeni rezultati su vraćani korisnicima putem Web čitača. GRASSLinks je bio rani primer koji je demonstrirao da Web GIS može ići dalje od jednostavnog kartiranja i upita ka sofisticiranim analizama.

Godine 1996. MapQuest je izdao svoju Web kartografsku aplikaciju. Ona je omogućavala uvid u karte, prikaz lokacija preduzeća, pronalaženje optimalnih ruta do željene lokacije i planiranje putovanja. To je rani primer potrošačkih Web-sajtova za kartiranje koji su danas vrlo popularni.

PARK čitač karata i brojne druge rane Web GIS aplikacije omogućavale su samo ograničenu funkcionalnost (Slika 61). Mnoge nisu mogle dobro da funkcionišu u slučaju velikog broja istovremenih korisnika. Ipak, one su jasno demonstrirale koristi upotrebe Web-a kao medija za distribuciju GIS funkcija širokom krugu korisnika. Korisnici nisu više morali da imaju instaliran GIS softver na svojim računarima. Dovoljno je bilo da koriste neke od vrlo dostupnih Web čitača, koje ne moraju da plaćaju.

Već od 1996. godine GIS kompanije su počele da proizvode sopstvene komercijalne Web GIS programe. Ovi komercijalni proizvodi bili su korišćeni od strane raznih organizacija, a prvenstveno su bili prihvaćeni od državnih institucija za zaštitu životne sredine, urbani razvoj i planiranje i dr. (Fu & Sun, 2010).

8.3.1. Web GIS u Web 2.0 eri

Čitav period od 1991. do 2003. godine često se karakteriše kao Web 1.0. Na taj način se simbolično označava prva faza razvoja Web-a. Od korisnika interneta se očekivalo da u velikom broju dolaze na Web portale (Yahoo, MSN, Excite i dr.), odakle bi se eventualno usmeravali na druge Web-sajtove. Ipak, primarni cilj portala bio je da se stvori mreža zasnovana na sadržaju koji će korisnike zadržavati unutar portala. U drugoj etapi razvoja Web 1.0 dolazi do pojavljivanja moćnih pretraživača Web-a. Tada nastaje novi pristup kojim se želelo da se korisnici dovedu na pretraživač, koji tako postaje početno mesto svake konekcije na Web.

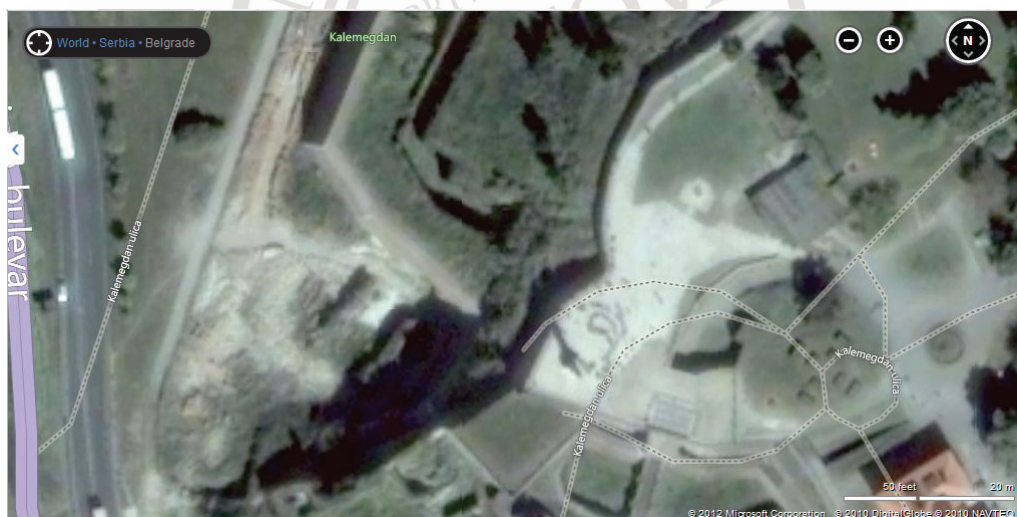
Period razvoja Web-a od 2003. godine može da se okarakteriše kao Web 2.0. Bitna karakteristika Web 2.0 sajtova je mogućnost uključivanja različitih tehnologija i aplikacija u cilju povećanja funkcionalnosti Web-sajtova. Povećana funkcionalnost se pre svega odnosi na mogućnost objavljivanja različitih sadržaja – sadržaja koje kreiraju sami korisnici ili sadržaja koji je automatski preuzet sa drugih lokacija na Web-u (Sellitto et al., 2010). Web 2.0 je trend koji je uveo socijalizaciju Web-a, odnosno uključivanje korisnika u kreiranje sadržaja, kao i dvosmernu komunikaciju.

Komercijalne Web kartografske aplikacije kao što su Google Maps, Google Earth, Microsoft Bing Maps (ranije Virtual Earth), Yahoo Map i MapQuest obično se navode kao dobri primeri Web 2.0 faze razvoja Web-a. Ovi Web-sajtovi obično omogućavaju pristup detaljnim kartama i prikaze brojnih regiona u svetu u visokoj rezoluciji. Veoma su zanimljive i opcije Bird's Eye i Street View.

Bird's Eye je opcija dostupna u Bing-u i prikazuje snimke iz aviona u niskom letu. Za razliku od satelitskih snimaka koji prikazuju pogled na objekte odozgo, ova opcija pruža kosi pogled od 45°. Ovo pruža duboku percepciju objekata i topografije. Trenutno je dostupna samo za određene lokacije, uključujući veće gradove u SAD, Kanadi, Japanu i na preko 80 lokacija u Evropi. Bird's Eye snimci mogu biti pregledani iz četiri osnovna pravca. Ovi snimci su mnogo detaljniji od satelitskih (Slike 62, 63). Sličnu opciju uveo je i Google u svojim kartama pod nazivom Google Maps 45° aerial Imaginery.



Slika 62. Kosi pogled na Kalemegdan u Beogradu iz Bird's Eye opcije Bing karata
(Izvor: <http://www.bing.com/maps>)



Slika 63. Satelitski snimak Kalemegdana u Beogradu na Bing karti
(Izvor: <http://www.bing.com/maps>)

Google Street View je mogućnost koju pružaju Google Maps i Google Earth. Ova opcija omogućava panoramski pogled 360° horizontalno i 290° vertikalno sa središnje ulice, do prosečne udaljenosti od 10 do 20 m. Visina pogleda iznosi 2,5 m. Opcija je pokrenuta u maju 2007. godine, počinjući sa prikazom glavnih gradskih centara

u Sjedinjenim Američkim Državama, da bi se kasnije proširila na manje gradove i ruralne sredine. Za sada najviše pokriva teritoriju Severne Amerike, Australije i jednog dela Evrope. Pošto se prikazuju predeli dostupni pogledu kamere sa puteva, dobar deo javnih površina nije prikazan. Međutim, kompanija Google za snimanje, pored automobila sa specijalnim kamerama, koristi i posebna vozila bez motora kojima je moguće pristupiti i tim javnim površinama (Anon, 2010a). Sličnu opciju nudi i Bing, pod nazivom StreetSide view.

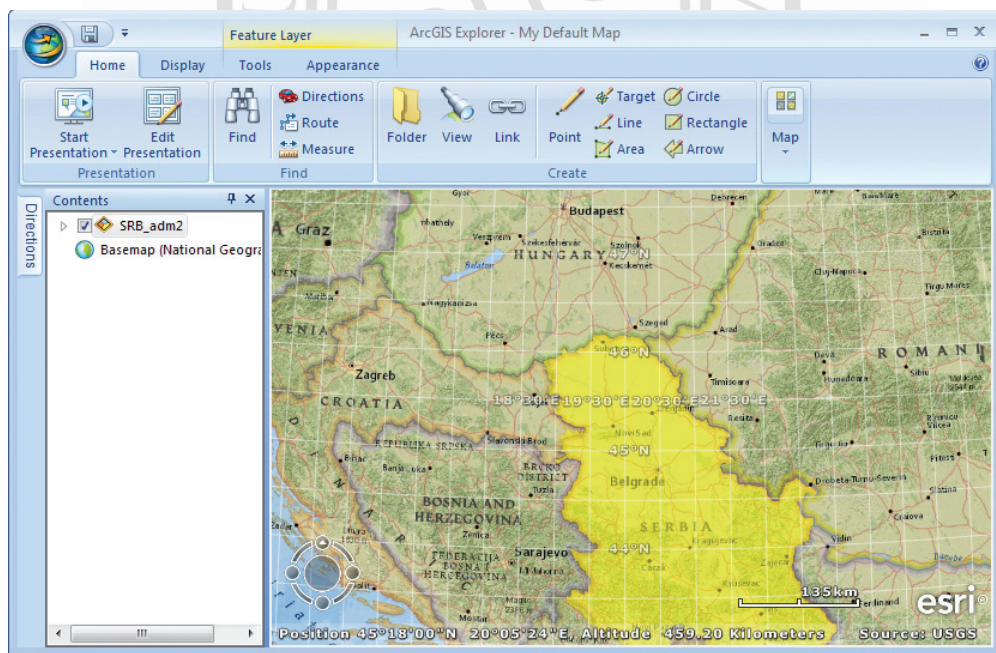
Navedeni kartografski servisi i opcije stvorili su veliko interesovanje za svet oko nas, omogućavajući virtuelne posete brojnim znamenitostima i pejzažima, „letove” preko planina i reka, nebodera i sl. Korisničko okruženje u ovakvim servisima je intuitivno, dinamično i bogato, skoro u formi video-igara. Ovi servisi se sve češće koriste kao provajderi karta za mobilne uređaje i usluge za aplikacije koje se bazi- raju na lokacijama.

Profesionalne GIS kompanije su prihvatile Web 2.0 principe i dizajn u svojim Web GIS proizvodima kako bi olakšale deljenje, komunikaciju, interoperabilnost, saradnju i integraciju geoprostornih informacija na Web-u. Na primer, ESRI-jevi proiz- vodi uključuju Web 2.0 principe, koji u njihovom slučaju podrazumevaju sledeće:

- ◆ **Iskorišćavanje kolektivne inteligencije i podataka.** Geoprostorni Web servisi, posebno servisi za editovanje i hibridne (mashup) Web mogućnosti ArcGIS Servera omogućavaju organizacijama da prikupljaju i dele geograf- sko znanje, promovišući saradnju u geoprostornoj zajednici. ArcGIS.com obezbeđuje platformu koja različitim organizacijama omogućava da dele podatke, karte i aplikacije. Podaci se prikupljaju, ponekad i obogaćuju, a potom publikuju kao usluge na ArcGIS serveru. Podacima mogu da pristu- paju organizacije koje učestvuju u njihovom postavljanju, definisani ali i širi krug korisnika.
- ◆ **Korišćenje Web-a kao platforme.** Web servisi su osnovne programske komponente svake Web platforme. ESRI ArcGIS Server omogućava orga- nizacijama da publikuju podloge za karte, globuse i funkcije za geoproce- siranje kao Web servise. ArcGIS.com i ArcGIS Online omogućuju programe i usluge koji se izvršavaju na mrežnom serveru (cloud-based), smeštanje podataka, pristup GIS alatkama i slikovnim podacima. Ovi geoprostorni servisi imaju standardizovano korisničko okruženje i mogu se jednostav- no prilagođavati potrebama korisnika. To stvara velike mogućnosti za pri- menu SaaS (Software as a Service ili „on-demand” program podrazumeva koncept gde je program smešten na mrežnom serveru, kao i podaci, a kori- snik im pristupa putem Web-a) i S + S (Software plus Service - kombinuje mrežne servise i softver koji je instaliran lokalno) pristupa za smanjivanje troškova i povećanje fleksibilnosti sistema.
- ◆ **Hibridno (mashup) Web programiranje.** Web servisi različitih organi- zacija lako mogu biti integrisani ili kombinovani, uz upotrebu ArcGIS apli-

kacija. Na taj način se olakšava, ubrzava i dinamizuje postupak izgradnje moćnih Web GIS aplikacija.

- ♦ **Mobilna rešenja.** ESRI stavlja GIS u red mobilnih platformi, kao što su Apple-ov iPhone, Google-ov Android i Research in Motion-ov BlackBerry. Korisnici mogu dobiti podatke, videti karte i koristiti analitičke modele direktno na ArcGIS serveru. Mobilni korisnici mogu postaviti geoprostorne podatke prikupljene i verifikovane na terenu, zajedno sa fotografijama i video snimcima. Serverski podaci se osvežavaju u realnom vremenu.
- ♦ **Bogato korisničko okruženje.** Programeri mogu kreirati bogate Web GIS aplikacije koje integrišu multimedijalne efekte i animaciju kako bi se unapredilo zadovoljstvo korisnika i povećala produktivnost. ArcGIS Explorer, kao 2D i 3D virtuelni globus, je jednostavan i zabavan za upotrebu. On može da predstavi teren i druge tematske lejere u 3D modelu, omogućavajući korisnicima da istražuju i otkrivaju geoprostorne šeme koje nisu lako uočljive u 2D pregledaču karata (Slika 64). U nekoliko klikova, ArcGIS Explorer može da kombinuje različite Web servise i lokalne podatke korisnika. Istovremeno može da sprovodi napredne analitičke funkcije kontaktirajući sa ArcGIS serverom (Fu and Sun, 2010).



Slika 64. Prikaz online karte Nacionalne Geografije u 3D modu sa dodatim poligonom koji predstavlja teritoriju Srbije (iz shapefile-a sa lokalnog računara)

Brojne i raznovrsne mogućnosti koje nude GIS kompanije još uvek su relativno nove. Međutim, korisnici ubrzano uče i stiču veštine kako bi iskoristili prednosti koje pružaju ovi novi servisi.

8.3.2. Arhitektura Web GIS-a

Postoje dva osnovna pola prilikom formiranja Web GIS-a. Prvi podrazumeva *Web servis* koji je udaljen od krajnjeg korisnika za kojeg obrađuje informacije. Drugi pol podrazumeva *Web klijenta* koji prima informacije i prikazuje ih korisniku. Nakon ovog određenja, postavlja se pitanje koje se sve operacije mogu obavljati na Web serveru. Samo nekoliko operacija se ne mogu obavljati na Web serveru i one se najviše odnose na operacije kao što su crtanje, koje zahteva brze odgovore na inpute korisnika. Ostale operacije, kao što su upiti velikim i osetljivim bazama podataka mogu biti izvršavani na serveru. Ipak, za većinu operacija odgovor na pitanje da li da se izvršavaju na serverskoj ili klijentskoj strani nije uvek najjasniji. Dva ključna pitanja koja se tu nameću su: brzina obrade zahteva na serveru i brzina slanja i primanja podataka.

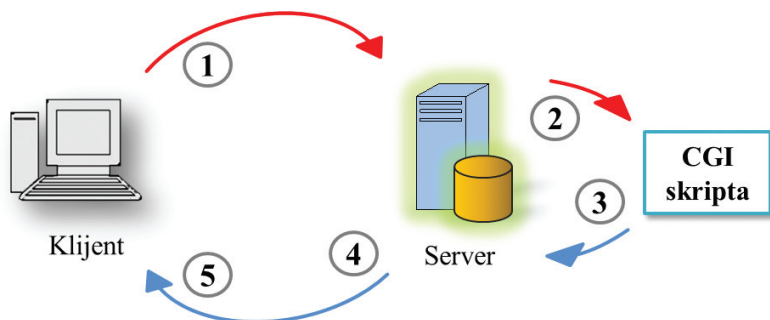
Postoji više strategija koje se mogu upotrebiti kako bi se kreirala funkcionalnost GIS-a na Web-u:

1. *serverska strategija* (server-side) omogućava korisniku (klijentu) da šalje zahteve za podacima i analizom ka Web serveru. Server obrađuje zahteve i vraća podatke ili rešenja ka udaljenom klijentu.
2. *klijentska strategija* (client-side) omogućava korisnicima da izvode pojedine manipulacije sa podacima i analize na njihovom lokalnom računaru i
3. *serverska i klijentska strategija* može biti kombinovana u hibridnu strategiju koja optimizuje performanse sistema i izlazi u susret posebnim potrebama korisnika (Foote and Kirvan, 1997).

Programeri mogu kreirati sopstveni Web GIS iz nule, ili mogu, što je mnogo češće, kupiti neophodne GIS module od komercijalnih ponuđača.

Web GIS serverske strategije

Serverske strategije se fokusiraju na obezbeđivanju GIS podataka i analitike „na zahtev“ od primarnog servera koji ima pristup, kako podacima, tako i softveru neophodnom za obradu podataka. Ove strategije su uporedive sa tradicionalnim modelima GIS-a na lokalnim mrežama (terminal-to-mainframe). Male mogućnosti procesiranja su potrebne na strani klijenta, odnosno potrebna je samo mogućnost slanja zahteva i prikazivanja odgovora. Prikaz uprošćene arhitekture serverske strategije se nalazi na Slici 65.



Slika 65. Prikaz jednostavne arhitekture Web GIS serverske strategije
 (1. klijent šalje zahtev serveru, 2. server obrađuje zahtev i šalje informacije CGI skripti,
 3. rezultat se šalje serveru, 4. odgovor se šalje klijentu i 5. klijentski čitač prikazuje odgovor)

Vrsta servera koja se koristi u ovakvim konfiguracijama se često naziva kartografskim serverima (map servers). Programi koji opslužuju zahteve korisnika mogu biti pisani u brojnim programima koji se često koriste, uključujući Perl, VisualBasic i C++. Ovi programi se mogu kupiti kako bi direktno povezali Web server i postojeći GIS.

CGI (Common Gateway Interface), Java, ISAPI (Internet Server Application Programming Interface) i NSAPI (Netscape Server Application Programming Interface) su neki od često korišćenih standarda koji omogućavaju Web serveru da komunicira sa potrebnim GIS aplikacijama.

Prednosti serverske strategije su sledeće:

- ◆ upotreba servera visokih performansi,
- ◆ korisnici pristupaju velikim i kompleksnim bazama podataka koje bi bilo teško prenositi preko interneta i obrađivati na lokalnom računaru,
- ◆ kompleksne analize se mogu sprovesti i u slučajevima kada korisnik nema dovoljno hardverskih mogućnosti na svom računaru i
- ◆ može se sprovesti veća kontrola nad podacima, odnosno može se odrediti šta korisnik može i na koji način da koristi, uz istovremeno obezbeđivanje pravilne upotrebe podataka.

Nedostaci serverske strategije mogu biti:

- ◆ svaki klijentski zahtev, bez obzira koliki on bio, mora biti upućen ka serveru i tamo obrađen,
- ◆ na performanse obrade direktno utiču internet brzine, naročito kada se prenose veliki fajlovi i
- ◆ ne iskorišćuju se eventualne procesne mogućnosti klijenta, već se on koristi samo za slanje i prihvatanje zahteva.

Web GIS klijentske strategije.

Klijentske aplikacije teže da prebace deo procesiranja zahteva na računar korisnika. Umesto insistiranja na tome da server uradi najveći deo obrade, teži se da se pojedine mogućnosti GIS-a preuzmu od strane klijenta i da se tu lokalno obrađuju.

Prednosti klijentskih strategija su sledeće:

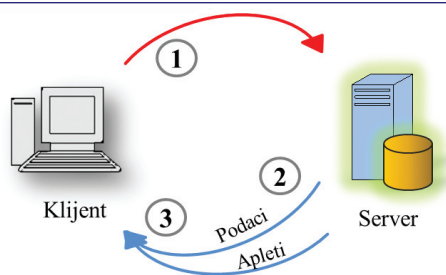
- ◆ aplikacije iskorišćavaju procesorske mogućnosti lokalnog računara,
- ◆ korisnicima može biti pružena veća kontrola procesa analize podataka i
- ◆ kada server pruži odgovor na postavljeni zahtev, korisnik može dalje raditi sa podacima bez potrebe da šalje i prima poruke putem interneta.

Nedostaci klijentskih strategija su:

- ◆ odgovor servera može uključivati slanje velikih fajlova i aplikacija,
- ◆ veliki i kompleksni skupovi podataka mogu biti komplikovani za obradu ako klijent nema dobre performanse,
- ◆ kompleksne GIS analize se izvode sporije na klijentima sa lošijim performansama, i
- ◆ korisnici često nemaju dovoljno veština da pravilno koriste i analiziraju podatke.

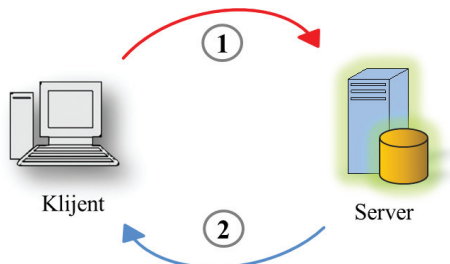
Postoje dve varijante klijentske strategije:

- ◆ **GIS apleti se isporučuju korisniku na zahtev.** U ovoj varijanti, GIS mogućnosti se pružaju u vidu malih programa (applets), koji se izvršavaju u klijentu. Apleti se isporučuju na zahtev i po potrebi korisnika. Kada se podaci i apleti preuzmu sa servera, korisnik ima slobodu da radi sa njima, nezavisno od servera (Slika 66). Apleti mogu biti pisani u Java, JavaScript ili ActiveX-u.



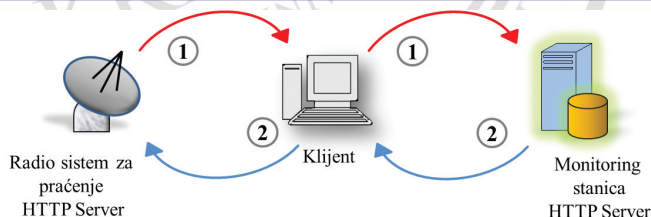
Slika 66. Prikaz jednostavne arhitekture Web GIS klijentske strategije sa isporučivanjem apleta na zahtev
 (1. klijent šalje zahtev serveru, 2. server obrađuje zahtev i šalje potrebne informacije
 3. podaci se obrađuju na računaru korisnika)

- ♦ **GIS apleti i dodaci ostaju na klijentu stalno ili privremeno.** Ova varijanta podrazumeva dodavanje GIS funkcionalnosti na Web čitač. Moguće je i ugraditi sposobnosti čitača u postojeći GIS softver koji bi se izvršavao u čitaču (Slika 67).



Slika 67. Prikaz jednostavne arhitekture Web GIS klijentske strategije ugrađenim GIS mogućnostima. (1. GIS dodaci se povezuju sa serverom 2. Podaci se isporučuju po potrebi).

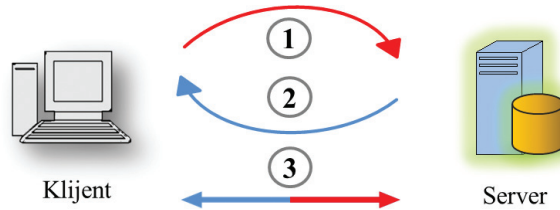
Na sličan način moguće je kreirati i „GIS u realnom vremenu“ (real-time GIS). Real-time GIS podrazumeva pothranjivanje podataka u sistemu direktno sa senzora u realnom svetu (Slika 68). Ovakvi sistemi se uglavnom koriste za monitoring lokacija vozila i saobraćajnih uslova, monitoring vremenskih prilika i hidroloških uslova, praćenje kretanja označenih životinja i sl.



Slika 68. Prikaz jednostavne arhitekture Real-time Web GIS-a. (1. Eksterni poziv za fajlovima 2. Direktno pohranjivanje podacima iz realnog sveta)

Hibridne Web GIS serversko-klijentske strategije

Serverske i klijentske strategije mogu biti tako kombinovane da proizvode hibridna rešenja koja najviše odgovaraju sposobnostima, kako servera, tako i klijenta (Slika 69). Zadaci koji uključuju obradu velikih baza podataka i kompleksne analize mogu biti dodeljene strani koja ima bolje performanse (obično je to server), dok zadaci koji uključuju veću kontrolu od strane korisnika mogu biti dodeljene klijentu.



Slika 69. Prikaz jednostavne arhitekture Web GIS hibridne klijentsko-serverske strategije (1. zahtev za podacima, 2. isporučivanje određenih podataka i apleta 3. kontinuirana interakcija i transfer)

8.4. Podela i funkcije Web GIS-a

Prema tome kako su realizovane i kojoj ciljnoj grupi su namenjeni, može se napraviti sledeća podela Web sajtova baziranih na GIS-u:

- ♦ *Web-sajt statičnih informacija (kartografske prezentacije).* Većina statičkih karata na Web-u sreće se u rasterskom formatu i uglavnom su dobijene procesom skeniranja papirnih karata. Tri uobičajena tipa fajla su GIF (Graphic Interchange Format), JPEG (Joint Photographic Experts Group) i PNG (Portable Network Graphics).
- ♦ *Web-sajt dinamičkih informacija (dinamička kartografija).* Ovi Web-sajtovi koriste interaktivne mape koje je moguće zumirati, pomerati, a mogu im biti pridruženi razni objekti. Uglavnom funkcionišu na vektorsko/rasterskom principu. Upiti se postavljaju Web serveru koji obrađuje vektorske podatke, a rezultat predstavlja na Web-u u vidu rasterske karte. Popularan vektorski tip fajlova je SVG - Scaleable Vector Graphics. Ovaj format omogućava tri tipa grafičkih objekata: vektorsku grafiku, slike i tekst. Pored navedenih, karte se mogu predstavljati u okviru Flash formata. Ovaj format omogućava predstavljanje vektorskih interaktivnih i animiranih grafika. Može kombinovati vektorske i rasterske podatke. Ipak, najčešći vid kartografskih animacija na Web-u sreće se u formi „animiranog GIF“ formata, koji predstavlja ekstenziju popularnog formata za slike, ili videoformata MPEG ili QuickTime (Peterson, 2003).

Za prikaz 3D Google Earth objekata korišćenjem SketchUP softvera na vektorskim kartografskim osnovama postavljaju se rasterske slike da bi se postigao zadovoljavajući nivo originalnosti U departmanu za računarstvo i informatiku univerziteta Singidunum 2012. godine napravljen je model glavne zgrade i zgrade rektorata (Slika 70).

Nova karakteristika Google SketchUP Pro. su video turorijali čime se proširuju mogućnosti kreiranja online modela odnosno dopunjavanja 3D Warehouse-a.

Za dodavanje trodimenzionalnih modela na kartama koristi se alat pod nazivom Building Maker.



Slika 70. Zgrada rektorata univerziteta Singidunum na 3D Google Earth karti (Knežević M. 2012)

- ◆ *Interaktivni alati za prikazivanje geografskih podataka (u sklopu informacionih sistema).*

- ♦ *Interaktivni alati za geografske analize (decentralizovani GIS).* Ovaj vid Web-sajtova predstavlja pravu integraciju Web-a i GIS-a. Dinamičke karte koje pruža nisu više namenjene samo zumiranju, pomeranju, preletu (u slučaju 3D modela), već omogućavaju korisniku mnogo fleksibilniji uvid i mogućnosti manipulacije geografskim informacijama.

Web GIS je u mogućnosti da izvodi sve GIS funkcije nad prostornim podacima, kao što su snimanje, skladištenje, editovanje, manipulacija, menadžment, analize, deljenje i vizuelizacija. Neke od najčešćih Web GIS funkcija su:

- ♦ **Kartiranje (vizuelizacija) upita.** Web kartiranje je najčešća korišćena funkcija Web GIS-a. GIS podaci i rezultati analiza se obično prezentuju u vidu karata. Uzajamno dopunjavanje GIS-a i Web-a, zauvek je promenilo izradu karata. Detaljne karte urađene pomoću raznih mehaničkih alata se sada mogu praviti na osnovu velikih baza podataka geografskih informacija i mogu u istom trenutku biti prenete širom sveta. Geografske informacije na Web-u kreću se od statičnih karata, koje se koriste na isti način kao i klasične papirne karte, pa sve do složenih aplikacija koje mogu odgovoriti na najkompliciranije upite. Svaka lokacija na karti ima attribute koji podržavaju operacije, kao što su prostorna identifikacija (šta je ovde locirano?) ili atributivni upiti (na primer, gde su locirane knjižare?).
- ♦ **Kreiranje kolekcija geoprostornih podataka.** Postoji veliko interesovanje Web korisnika, kako među amaterima, tako i među profesionalcima, za skupljanje i skladištenje pribavljenih geografskih podataka. Na primer, u januaru 2010. godine Wikimapia Web je imala blizu 12 miliona dobrovoljno označenih i opisanih mesta na svetu od strane registrovanih i anonimnih korisnika interneta. OpenStreetMap je vrlo uspešan projekat baziran na korisnicima koji sakupljaju podatke koristeći lične prenosne GIS uređaje. Ovako prikupljene informacije se često nazivaju VGI (volunteered geographic information - dobrovoljne geografske informacije). Iako VGI mogu biti korisne, mnoge odluke moraju biti zasnovane na verifikovanom i autoritativnom sadržaju kako bi se obezbedila pouzdanost i tačnost analiza. Preduzeća i profesionalci su prihvatili Web GIS kao sredstvo za prikupljanje autoritativnih informacija iz različitih izvora. Uz potrebu mobilnih GIS klijenata, podaci sa terena mogu biti prikupljeni i provereni od strane ekipa na terenu i potom biti postavljeni na server i bazu podataka u realnom vremenu.
- ♦ **Deljenje geoprostornih informacija.** Web GIS je idealna platforma za široku distribuciju informacija. Pomenuti VGI Web sajtovi omogućavaju korisnicima da vide operacionalne rezultate i preuzmu podatke. Državne institucije, akademski sektor, i pojedini predstavnici komercijalnog sektora već duže koriste Web GIS za deljenje geoprostornih informacija. Web GIS portali, kao što su U.S. Geospatial One-Stop (GOS), INSPIRE (European

Union Infrastructure for Spatial Information in Europe) i ArcGIS.com ne samo što omogućavaju korisnicima da pretražuju i preuzimaju podatke, već omogućavaju upotrebu sofisticiranih geoprostornih Web servisa.

- ♦ **Geoprostorne analize.** Web GIS je otišao daleko od aplikacije za kartiranje. On takođe omogućava analitičke funkcije, pre svega one funkcije iz svakodnevnog života, kao što su merenja distanci i površina, pronalazjenja optimalnog puta vožnje, pronalazjenja lokacija adresa i mesta, analize blizine i slično (Fu & Sun, 2010).

8.5. Polja upotrebe Web GIS-a

Funkcije Web GIS-a mogu biti upotrebljene u različitim privrednim granama, kao i u svakodnevnom životu. U daljem tekstu biće prikazana samo neka od polja upotrebe Web GIS-a.

- ♦ **Web GIS kao novi poslovni model.** Web GIS je kreirao nove poslovne modele i uticao na promenu postojećih. Među najznačajnijim novim poslovnim modelima je uvođenje propagande zasnovane na Web kartiranju. To je model koji koriste Google, Microsoft i Yahoo. Ovi Web sajtovi prikazuju sponzorske proizvode i usluge u skladu sa ključnim rečima i lokacijama za kojima korisnici Web-a tragaju. Takva propaganda omogućuje veću preciznost marketinga i veće stope uspeha u odnosu na klasičnu propagandu, iz istovremeno bolju mogućnost praćenja efikasnosti propagandnih kampanja.

Web GIS može biti ponuđen kao pogodnost sam po sebi putem poslovnih modela. Na primer, ESRI Business Analyst Online (BAO) predstavlja rešenje bazirano na Web-u koje kombinuje GIS tehnologiju sa obimnim demografskim podacima, podacima o potrošnji i drugim poslovnim podacima u cilju povećanja poslovnih performansi. BAO, na primer, može biti upotrebljen za analizu trgovačkih područja, evaluaciju poslovanja predstavništva, kao i za identifikaciju najprofitabilnijih potrošača.

Mnoga preduzeća koriste Web GIS za strateško planiranje, marketing, servisiranje potrošača, dnevne operacije, povećanje efikasnosti i ostvarivanje komparativne prednosti. Ranije se za slične zadatke koristio desktop GIS. Danas je Web GIS odneo prevagu nad desktop GIS-om jer omogućava da mu pristupe svi zaposleni, kako iz različitih delova preduzeća, tako i iz udaljenih poslovnica.

- ♦ **Web GIS kao moćan alata za e-upravu.** E-uprava i Web GIS su se zajednički razvijali još od 1993. godine. Mnoge države su aktivno promovisale razvoj e-uprave kroz zakonodavstvo, regulacione i finansijske inicijative. Geografija obezbeđuje osnovni okvir za rad državne uprave, jer su državni

poslovni uglavnom vezani za konkretne delove državne teritorije. To čini Web GIS neophodnom komponentom e-uprave. Sa online kartama koje su jednostavne za upotrebu, Web GIS može služiti kao vrlo privlačan kanal komunikacije. Sa svojim analitičkim funkcijama, Web GIS može proširiti „geoprostornu inteligenciju“ do svih organa koji donose odluke.

Web GIS olakšava funkcionisanje javnih preduzeća, informiše građane i doprinosi transparentnosti državnih poslova. Na primer, geoportal Geološkog topografskog instituta Sjedinjenih Američkih Država (United States Geological Survey - USGS) pruža aktuelne karte prirodnih hazarda kako bi uzbunjivao građane u slučaju zemljotresa, uragana i požara, u gotovo realnom vremenu, kako bi upozorio građane na nadolazeće oluje i poplave.

Web GIS može služiti i kao „bottom-up“ kanal koji šalje informacije od građana ka upravi. Federalni zavod za upravljanje zemljištem SAD (U.S. Bureau of Land Management) i Šumska uprava SAD (U.S. Forest Service) koristili su Web GIS na taj način što su građanima omogućavali da označe i skiciraju na karti da li podržavaju ili se protive planiranoj upotrebi zemljišta, sve sa ciljem unapređenja procesa državnog planiranja.

- ◆ **Web GIS kao nova infrastruktura za e-nauku.** Termin e-nauka podrazumeva nauku koja uključuje intenzivno računanje i upotrebu ogromnih kolekcija podataka za šta je obično potrebna distribuirana mreža računara koji rade na istom cilju (grid computing). Grid računarstvo nije naročito raširen proces, jer podrazumeva kompleksne posrednike i nije ga lako uspostaviti. Imajući to u vidu, Web GIS omogućava novu, jeftinu alternativu sa uspostavljenom, lako pristupačnom infrastrukturom koja pruža moćne računarske mogućnosti. Istovremeno, bogate baze podataka, kojima obično raspolaže Web GIS, promovišu napredak u e-nauci.

Sa evolucijom Web 2.0 tehnologije Web je postao distribuirana baza podataka, šireći računarske platforme i stvarajući zajedničku laboratoriju. Javlja se i sve veći broj cenzora koji su direktno povezani na Web, kao i sve veći broj bogatih baza podataka koje sve osvežavaju u realnom vremenu. Naučnici i istraživači mogu prikupiti potrebne podatke kroz Web programsko okruženje bez potrebe da budu obučeni specijalisti za grid računarstvo.

- ◆ **Web GIS kao neophodna komponenta svakodnevnog života.** U svakodnevnom životu konstantno se donose prostorne odluke (na primer: gde da ručam? gde da kupujem? kako da stignem do željene tačke?). Veoma je važno prepoznati prostornu pismenost kao jednu od ključnih vrednosti koja treba da bude sastavni deo savremenih obrazovnih programa i elementarne pismenosti kao što je čitanje, pisanje i aritmetika. Doprinos tome pruža popularnost mobilnog Web-a i razvoj online servisa za donošenje prostornih odluka.

Razvijene zemlje sveta koje su prve sagledale prednosti geografskih informacionih sistema i koje su razvile računarske sisteme za procesiranje ovih informacija otišle su najdalje u razvoju i njegovoj primeni. U tim zemljama GIS je našao široku primenu na nivou države (od centralnih do lokalnih vlasti) i u okviru privatnih institucija (zdravstvo, transport, životna sredina, turizam, ostala privreda). Zemlje koje su prve započele primenu GIS-a prve su organizovale obuku kadrova, s obzirom na široki spektar oblasti primene GIS-a, kao uvod u dalja istraživanja za razvoj GIS softvera i izradu aplikacija.

Slično savremenom svetskom trendu, upotreba GIS-a u Srbiji je sve rasporostranjenija. Razvoj geografskih informacionih sistema u Srbiji počinje pre dve decenije zahvaljujući jednom broju privatnih firmi i akademskih institucija koje podržavaju i afirmišu njegove tehnološke prednosti u analizi prostora, efikasnom donošenju odluka i upravljanju.

Brojne institucije u našoj zemlji, firme i posebni timovi stručnjaka bave se GIS-om: Vojnogeografski institut, Građevinski fakultet, Institut za geodeziju, Institut „Jaroslav Černi”, Šumarski fakultet, Institut „Mihajlo Pupin”, „OSA” računarski inženjering, „MapSoft” d.o.o., „Energoprojekt”, „Geomatics”, kompanija „Geogis konsultanti”, Rudarsko-geološki fakultet, Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, Univerzitet „Singidunum” iz Beograda, Geografski fakultet, Poljoprivredni fakultet, Tehnički fakultet - „Tempus” u Novom Sadu, Saobraćajni fakultet, Geografski fakultet, FON, Elektronski fakultet u Nišu, Elektrotehnički fakultet, „Geokarta”, Arheološki institut SANU, Vojna akademija, „Petnica”, Evrogeomatika d.o.o., „Infoteam”, „Naftagas”, „Elektrovojdovina”, Parking servis, itd.

Ovo poglavlje ne pretenduje da kategorizuje, oceni i prikaže stanje ukupnog razvoja GIS-a u Srbiji, već da putem konkretnih primera ilustruje praktične primere primene GIS-a u našem okruženju.

Republički geodetski zavod (RGZ) je nadležna institucija za prikupljanje, održavanje, čuvanje i distribuciju osnovnih podataka o prostoru Srbije i informacija

koje se oslanjaju na prostorne podatke. Kao jedan od glavnih strateških ciljeva RGZ-a, do 2015. godine, je postizanje statusa najkompetentnije ustanove za prikupljanje, održavanje i distribuciju prostornih podataka na državnom nivou. Republički geodetski zavod ima ključnu ulogu u definisanju nacionalne geoinformacione politike i lidersku poziciju u razvoju jedinstvene nacionalne infrastrukture prostornih podataka.

Nacionalna infrastruktura geoprostornih podataka – NIGP predstavlja integrisani sistem geoprostornih podataka dostupan putem geoportala **GeoSrbija** (www.geosrbija.rs). Portal omogućava korisnicima da identifikuju i pristupe prostornim informacijama dobijenim iz različitih izvora, od lokalnog, preko nacionalnog do globalnog nivoa, na sveobuhvatan način. Geoportal GeoSrbija omogućava povezivanje i razmenu harmonizovanih prostornih podataka iz različitih izvora od različitih vlasnika i čini ih lako dostupnim putem interneta. Svrha inicijalnog geoportala je da omogući pristup servisima pretraživanja i pregleda za određeni broj metapodataka, setova prostornih podataka i servisa za profesionalne korisnike i za javnost.

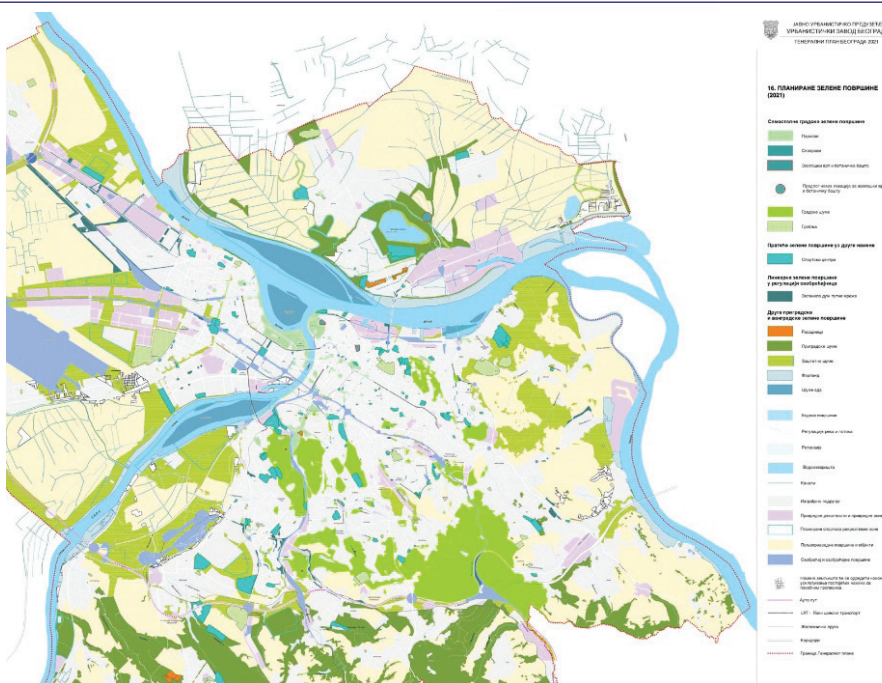
U Srbiji se uvodi GIS u rad lokalnih samouprava na nivou gradova i opština. Među opštinama koje podržavaju, razvijaju i teže ka potpunoj primeni GIS-a su: Subotica, Niš, Kragujevac, Novi Sad, Pirot, Valjevo, Indjija, Zrenjanin, Užice, beogradske opštine i mnoge druge. Republički geodetski zavod je podržao objavljivanje GIS priručnika za lokalne samouprave u Srbiji, koji treba da pomogne upravljačkim strukturama u gradovima i opštinama da bolje sagledaju svojstva GIS-a, njegov razvoj i funkcije u donošenju efikasnih odluka. Primena GIS-a u lokalnim samoupravama u Srbiji nije sasvim nova aktivnost. Međutim, često pojedina odeljenja iste opštine, odnosno grada, razvijaju sopstveni informacioni sistem radi unapređenja radnih procesa, bez koordinacije sa ostalim odeljenjima. U mnogim slučajevima progresivne lokalne samouprave, koje su prihvatile izazove stvaranja i uvođenja opštinskog/gradskog GIS-a nemaju mogućnosti da koriste iskustva drugih lokalnih samouprava u Srbiji, i prinuđene su da pronalaze sopstvene puteve. U cilju podrške masovnijem i koordinisanom pristupu razvoju GIS-a u srpskim gradovima i opštinama, projekat bilateralne saradnje „Upravljanje zemljištem / Katastar u Srbiji” sproveo je inicijativu razvoja i publikovanja priručnika na ovu temu (Voerkelius, U. i dr. 2008).

Geografski informacioni sistem ima širok opseg primena na nivou lokalne samouprave u prikupljanju prostornih informacija arhiviranih na različitim mestima u upravama, lokalnim i republičkim institucijama što otežava i poskupljuje razmenu podataka. Mape i alfanumerički podaci u GIS-u pružaju mogućnosti brže razmene podataka uz sve češće korišćenje interneta.

Karte urađene u GIS okruženju za teritoriju Beograda sa nazivima ulica i objekta koji su razvrstani prema nameni, u legendi obeleženi zasebnim znacima, pružaju mogućnost merenja rastojanja i hibridnog prikaza, nalaze se na adresi (<http://mape.b92.net/>).

9.1. Primeri upotrebe GIS-a na području grada Beograda

Direkcija za građevinsko zemljište i izgradnju Beograda je javno preduzeće koje koristi u svom poslovanju GIS. Koristeći ovu GIS tehnologiju, urađen je Generalni plan Beograda do 2021. Konceptcija prostornog razvoja uređivanja i zaštite grada Beograda trebalo bi da se zasniva na podizanju stepena privlačnosti urbanog područja grada, planskim i organizacionim rešenjima, pritom koristeći GIS kao jedan od alata. Pored tekstova i ilustracija, Plan sadrži i 19 tematskih karata urađenih u GIS-u. Neke od navedenih karata su: Planirane zelene površine, Planirani sportski objekti, Planirane telekomunikacije i Planirani saobraćaj.



Slika 71. Snimak ekrana sa Web-sajta Direkcije za građevinsko zemljište i izgradnju grada Beograda sa prikazom Plana zelenih površi
(Izvor: http://www.beoland.com/zemljiste/karte/16_plan_zelenilo.jpg)

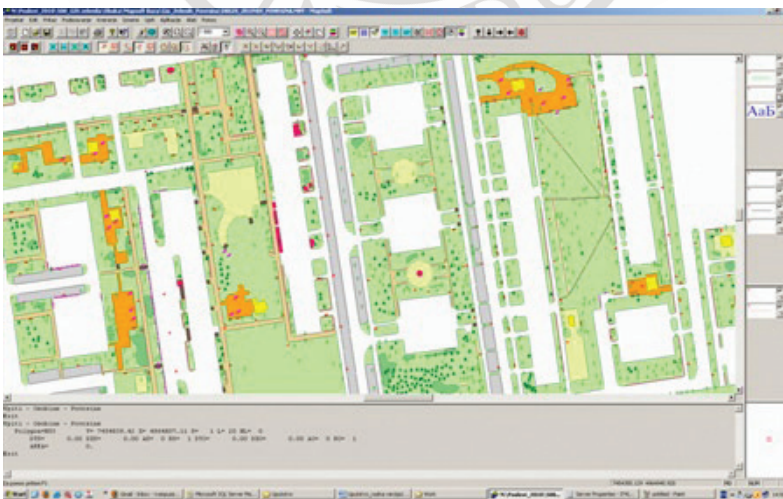
Na Slici 71. prikazan je primer upotrebe GIS tehnologije na području Beograda pod nazivom „Zone i planovi Beograda“. Uz dostupnu legendu, karta može da se zumira. Za GIS Web aplikaciju dato je uputstvo za korišćenje, opis alata za rad, manipulaciju sa mapom i izveštavanje.

„OSA“ računarski inženjering i „Geokarta“ iz Beograda su kreirali prvi elektronski vodič Beograda pod nazivom Beo INFO, CD-ROM sa vektorskim planom grada na kome su ucrtane ulice, kuće i njihovi brojevi. Elektronski plan i vodič kroz

Beograd je multimedijalna baza podataka koju čine sveobuhvatni grafički i opisni podaci funkcionalno povezani u jedinstvenu celinu, zajedno sa odgovarajućim programom za pregled i korišćenje. Namenjen je brzom i efikasnom pronalaženju podataka i dobijanju odgovora na postavljene upite vezane za prostorne objekte na teritoriji grada. To je jedinstven proizvod koji u sebi sjedinjuje sadržaje zidnog plana Beograda sa sadržajima turističkog i poslovnog vodiča kroz Beograd, dodajući im mnogo novih funkcija i podataka.

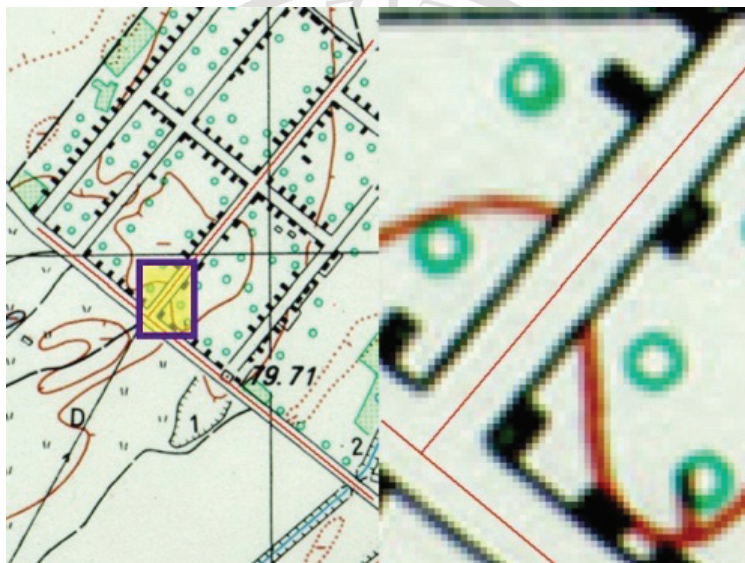
Plan grada sadrži vektorizovane grafičke podatke sa mogućnošću zumiranja. U zavisnosti od razmere, na ekranu se prikazuje plan sa različitim nivoom detaljnosti. Elektronski plan sadrži kompletan adresni sistem Beograda sa preko 4.000 naziva ulica i oko 150.000 kućnih brojeva prema zvaničnom šifarniku ulica Gradskog zavoda za informatiku i statistiku. Urađen je u AutoCAD Map-u uz korišćenje standardnih GIS alata. CD je koncipiran tako da browser proverava koordinate iz baze i iscrtava vektorske slike. Na disku se nalazi baza podataka i šifarnik gradskih institucija, radnji, firmi tako da se unosom kućnog broja tačno locira tražena zgrada. Pretraživanjem baze mogu se pronaći lokacije mnogih objekata u oblasti obrazovanja, kulture, zdravstva, ugostiteljstva, itd.

U saradnji kompanije „MapSoft“ iz Beograda i JKP Zelenilo-Beograd realizovan je GIS projekat u 2010. godini koji je imao za cilj snimanje zelenih površina na teritoriji Novog Beograda i Zemuna radi definisanja njihove prostorne geometrije i održavanja. Atributski podaci su se odnosili na vrstu, stanje i tipove zelenih površina, podeljenih po temama, kao na primer: stabla, travnjaci, staze, klupe, ograde, česme, itd. (Slika 72). Kartografska obrada i prezentacija je urađena u softverskom sistemu MapSoft 2007, desktop GIS podacima u Microsoft SQL Server 2008 bazi podataka. (<http://www.mapsoft.rs>).



Slika 72. Mapa zelenih površina u MapSoft okruženju

Vojnogeografski institut iz Beograda realizuje projekte izgradnje digitalnih preglednotopografskih karata Srbije. Digitalne karte su namenjene korisnicima podataka o prostoru (merenje koordinata, uglova, dužina, dodavanja tematskog sadržaja, uz GPS mogućnost praćenja kretanja vozila na površini Zemlje u realnom vremenu). Izradu karata prati standardizovan GIS: objekti predstavljeni tačkama, linijama i poligonima; podaci strukturirani po temama; mogućnost korišćenja vektorskih karata (Slika 73). Podaci se preuzimaju iz primarnih i sekundarnih izvora, gradi se logički model podataka, projektuje baza podataka i povezuje grafika sa bazom podataka. Elementi sadržaja karata se grupišu u brojne tematske celine. Na primer: tema naselja sadrži identifikacioni broj, matični broj opštine, naziv opštine, naziv naselja, ukupno stanovništvo, etničku pripadnost, itd. (videti: <http://www.vj.rs/VGI>).



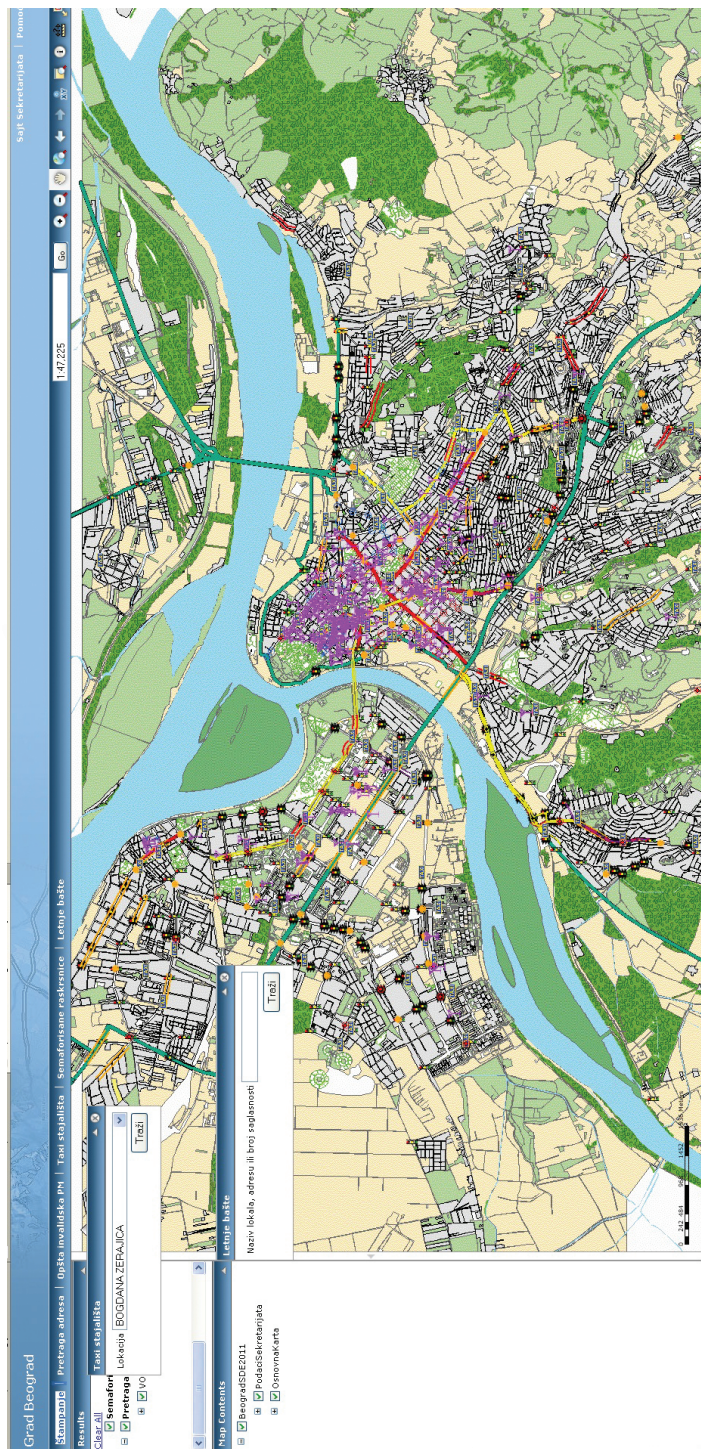
Slika 73. Projekat DPTK 300 (Vojnogeografski institut)

Na slici 74. prikazana je turistička karta Beograda. Kartu je moguće zumirati, meriti površinu nekog dela, kao i meriti rastojanje između dve ili više tačaka. Takođe je moguće zabeležiti koordinate za određenu tačku.



Slika 74. Snimak ekrana sa geoportala GeoSrbija koji predstavlja turističku kartu Beograda
(Izvor: <http://www.geosrbija.rs/rga/default.aspx?gui=1&lang=3>)

Sekretarijat za saobraćaj pri gradskoj upravi grada Beograda takođe koristi GIS. Implementacija GIS-a u saobraćaju Beograda podrazumeva prikupljanje i integraciju različitih parametara saobraćajnog sistema koji je možda i ključni faktor za funkcionisanje višemilionskog grada. Primena GIS-a u saobraćaju, pored standardnih mogućnosti, podrazumeva i korišćenje alata za optimizaciju putovanja prema postavljenim kriterijumima. Primenom različitih metodologija u Sekretarijatu za saobraćaj prikupljaju se i ažuriraju podaci o radovima na uličnoj mreži, parkiralištima i parking-garažama, taxi-stajalištima, signalizaciji, žutim trakama itd. Ovako prikupljeni podaci organizovani u geo-baze podataka koriste se za različite analize na osnovu kojih se donose upravljačke odluke. U Sekretarijatu za saobraćaj koriste se GIS alati dve vodeće svetske kompanije: ESRI i AUTODESK.



Slika 75. Snimak ekrana sa Web-sajta Sekretarijata za saobraćaj pri gradskoj upravi grada Beograda koji predstavlja GIS Beograda
(Izvor: <http://91.150.67.34/gissekretarijata>)

Karta Beograda u okviru sajta pomenutog Sekretarijata, (urađena u aplikaciji ESRI ArcGIS Server) pored osnovnih elemenata (ulice, kućni brojevi, zgrade, blokovi) sadrži i elemente vezane za poslove iz nadležnosti Sekretarijata za saobraćaj (opšta invalidska parking-mesta, deonice zatvorene za saobraćaj), a omogućena je i pretraga po različitim kriterijumima (letnje bašte, taksi-stajališta i dr.) (<http://bgsaobracaj.rs>). Kartu prati i detaljno uputstvo za njeno korišćenje (Slika 75.) (Sudarević, 2011).

Serija tematskih karata domaćih autora, u oblasti turizma, privrednih i demografskih trendova, prostorne analize zemljišta, itd. data je u vidu priloga na kraju knjige, pod rednim brojevima 1 – 17.





Literatura i izvori podataka

- Albrecht, J. (2007). *Key Concepts & Techniques in GIS*. London: SAGE Publications.
- Anon. (2008). Applicability of Internet GIS Application in Tourism Industry. http://www.gisdevelopment.net/application/miscellaneous/mi08_193pf.htm (Posećeno 10.02.2009).
- Anon. (2010). Timeline of popular Internet services. URL: http://wopedia.mobi/en/Timeline_of_popular_Internet_services (Posećeno 19.03.2010).
- Anon. (2010a). Google Street View. URL: http://wopedia.mobi/en/Google_Street_View (Posećeno 10.05.2010).
- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publication.
- Aspray, W. & Ceruzzi, P. E. (2008). *The Internet and American business*. Chambridge: The MIT Press.
- Badia, A. (2006). Business Rules in Databases. U L. C. Rivero, J. H. Doorn, & V. E. Ferraggine (eds.), *Encyclopedia of Database Technologies and Applications* (str. 47-53). Hershey; Idea Group Reference.
- Bahaire, T. & Elliott-White, M. (1999). The Application of Geographical Information Systems(GIS) in Sustainable Tourism Planning: A Review. *Journal of Sustainable Tourism*, 7(2), 159-174.
- Bajat, B & Blagojević, D.(2007).Primena geostatistike u prostornim analizama, Beograd, Glasnik Srpskog geografskog društva, sv.LXXXVII, br.2, str. 148-149.
- Biuk-Aghai, P.R. (2002). MacauMap: Tourism-Oriented Mobile GIS Application. URL: <http://www.sftw.umac.mo/~robertb/publications/MapAsia2003/MapAsia2003.pdf> (Posećeno 14.01.2009).
- Boers, B. & Cottrell, S. (2007). Sustainable tourism infrastructure planning: a GIS-supported approach. *Tourism Geographies*, 9 (1), 1-21.
- Boyd, S., Butler, R., Haider, W., & Perera, A. (1994). Identifying areas for ecotourism in Northern Ontario: Application of a geographical information system methodology. *Journal of Applied Recreation Research*, 19(1), 41-6.
- Boyd, S.W. & Butler, R.W. (1996). Seeing the forest through the trees: Using GIS to identify potential ecotourism sites in Northern Ontario. U L. C.
- Brančić, Z. (2007). Geografski informacioni sistemi turističkih vrednosti Vojvodine. Specijalistički rad. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.
- Burrough, P. A. & McDonnell, R. A. (2006). *Principini geografskih informacionih sistema*. Beograd: Univerziteta u Beogradu, Geografski fakultet.
- Burrough, P. A. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Oxford University Press.

- Cardoso, J. (2007). *Semantic Web Services: Theory, Tools and Applications*. Hershey: Information Science Reference.
- Carter, I. R. (1989). On Defining the Geographic Information System. U W.J. Ripple (ed.). *Fundamentals of Geographic Information Systems: A Compendium* (str. 3-7). Falls Church: ASPRS/ACSM.
- Cetin, H. (2004). Geographic Information System (GIS) and the Internet. U H. Bidgoli (ed.), *The Internet encyclopedia*, Volume 2 (str. 23-37). Hoboken; John Wiley & Sons.
- Cowen, D.J. (1988). GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1551-1554.
- DeMers, M. N. (2009). *GIS*. Hoboken: Wiley Publishing.
- Denning, P. J., Hearn A. & Kern, W. C. (1983). *History and Overview of Csnets*. URL: <http://www.isoc.org/internet/history/documents/Comm83.pdf> (Posećeno 7.08.2009).
- Department of Environment. (1987). *Handling Geographic Information*. London; HMSO.
- Dholakia, N., Dholakia, R. & Kshetri, N. (2004). Global Diffusion of the Internet. U J. R. Schement (ed.), *Encyclopedia of Communication and Information* (str. 37-51). New Jersey; John Wiley & Sons.
- empiricalexamination. *Industrial Management and Data Systems*, 105(8), 137-163.
- Farsari, Y. & Prastacos, P. (2004). GIS Applications in the Planning and Management of Tourism. U A. A. Lew, , C. M. Hall, , & A. M. Williams (eds.), *A Companion to tourism*. (str. 596-607). Malden: Blackwell Pub.
- Feick, R. Hal, B. (2000). The Application of a Spatial Decision Support System to Tourism-Based Land Management in Small Island States. *Journal of Travel Research*, 39, 163-171.
- Field, K. (2011). *Kingston University London: 20 Years of GIS Education, Essays on Geography and GIS*, Volume 3, p.27
- Foote, K.E, Kirvan, A.P. (1997). WebGIS. Dostupno na http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133_f.html (Posećeno: 06.04.2008).
- Friedmann, J. (1986). *The world city hypothesis: Development and Change*, Cambridge University Press
- Geddes, P. (1949). *Cities in evolution*. London: Williams and Norgate
- Gilfoyle, I. & Thorpe, P. (2004). *Geographic Information Management in Local Government*. Boca Raton: CRC Press.
- Goodchild, M. F. Janelle, E. & Donald G. (2004). *Spatially Integrated Social Science*. New York: Oxford University Press.
- Green, D. & Bossomaier, T. (2002). *Online GIS and Spatial Metadata*. London: CRC.
- Green, D. & Bossomaier, T. (2002). *Online GIS and Spatial Metadata*. London: CRC.
- Haggett, P. (1965): *Locational analysis in human geography*. London: Edward Arnold.
- Haggett, P. and Chorley, R. (1969): *Network analysis in geography*. London: Edward Arnold
- Haklay, M and Singleton, AD and Parker, C (2008) *Web mapping 2.0: the Neogeography of the Geospatial Internet*. *Geography Compass* 3, 2011 – 2039.
- Hall, C. & Page, S. (2005). *The Geography of Tourism and Recreation: Environment, Place and Space*. New York: Routledge.

- Harrison & W. Husbands (eds), *Practicing Responsible Tourism: International Case Studies in Tourism Planning, Policy and Development* (str. 380–403). New York: John Wiley.
- Heywood I, Cornelius, S. Carver S.(2006). *An introduction to Geographical Information Systems*. Essex, Pearson Prentice Hall, 300-305
- Hock, R. (2007). *The Traveler's Web: An Extreme Searcher Guide to Travel Resources on the Internet*. Medford: CyberAge Books.
- Hsu, C. & Powers, T. (2001). *Marketing hospitality*. Hoboken: John Wiley & Sons.
<http://univ.cc/geolinks/advanced.php>
<http://www.eurogeographics.org/>
- Hadžić, O. (2007). *Primene geografskog informacionog sistema u planiranju i upravljanju održivim razvojem turizma. Zbornik radova sa Prvog kongresa srpskih geografa, Knjiga 3* (str. 1169-1176). Beograd: Srpsko geografsko društvo.
- Information/Geomatics. ISO/TC211.
- ISO/TC211. (2009). *Standards Guide ISO/TC 211 Geographic*,
- Jamieson, W. (2006). *Community destination management in developing economies*. New York: Routledge.
- Jovanović, V. (2009), *Karta kulturnog turizma u Srbiji, Master Plan for Sustainable Rural Tourism Development in Serbia*, UNDP, MDG Achievement fund, Barselona
- Jovanović, V. Mihajlović, D.(1996). *Zbornik radova YUGIS'96*, Geografski institut "Jovan Cvijić" SANU, Beograd. ISBN 8680029106
- Jovanović, V. Mitrović, S.(2007). *Poslovni (master) plan turističke destinacije Zlatibor-Zlatar*, Univerzitet Singidunum, fakultet za turistički i hotelijerski menadžment, Beograd.
- Jovanović, V., Njeguš, A. (2008). *The Application of Gis and its Components in Tourism*. Yugoslav Journal of Operations Research 13(2), 261 -272.
- Kemp, K. (2008). *Encyclopedia of Geographic Information Science*. London: Sage Publications.
- Kent, A., & Lancour, H. (1982). *Encyclopedia of Library and Information Science*. London: CRC.
- Kicošev, S. (2010). *Turistički informacioni sistemi*. U rukopisu.
- Kolyaie, S., Delavar, M.R., & Malek, M.R. 2008. *A Framework of Spatial Decision Support System for Trip Planning Using Activity-based Modeling*. URL: [http:// www.aars-acrs.org/acrs/proceeding/ACRS2008/Papers/TS%2032.4.pdf](http://www.aars-acrs.org/acrs/proceeding/ACRS2008/Papers/TS%2032.4.pdf) (10.08.2009).
- Konecny, G. (2003). *Geoinformation Remote sensing, photogrammetry and geographic information systems*. London: Taylor & Francis.
- Krek, A. & Evelpidou, N. (2009). *The role of Geoinformation Technologies in Geocultural Landscape Research*. U O. Bender, N. Evelpidou, A. Krek & A. Vassilopoulos (eds.), *Geoinformation Technologies for Geocultural Landscapes: European Perspectives* (str. 3-32). Leiden: CRC Press.
- Kukrika, M. (2000). *Geografski informacioni sistemi*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet.
- Lake, R., Farley, J. (2007). *Infrastructure for the Geospatial Web*. U A. Scharl i K. Tochtermann (ur.), *The Geospatial Web How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society* (str. 15-26.), Springer, London.

- Lapaine, M. & Frančula N. (2000/2001). Kartografija i daljinska istraživanja. Bilten Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju, 15-16, 145-154.
- Leipnik, M. & Mehta, S. (2005). Geographic Information Systems (GIS) in E-Marketing. U I. Clarke & T. Flaherty (eds), *Advance in Electronic Marketing* (str. 193-209). Harshey: Idea Group Publishing.
- Lin, M., Chu, C., Tsai, C., Chen, C., & Chen C. (2009). Geovisualization of Tourist Activity Travel Patterns Using 3D GIS: An empirical study of Tamsui, Taiwan. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 60, 401-405.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2005). *Geographical information systems and science*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Lovett, A. A. & Appleton, K. (2008). *GIS for Environmental Decision-Making*. Boca Raton: CRC Press.
- Lutovac, A. (2012). *Android – Elektronski turistički vodič*, Beograd
- Maguire, D. J., Goodchild, M. F. & Rhind, D. (1991). *Geographical Information Systems : Principles and Applications*. London; Longman.
- Manić E. (2010). *Geografski informacioni sistemi i prostorne analize trgovine*, Ekonomski fakultet, Beograd
- Marić, M. (2011) *Primena geografskih informacionih sistema u arheološkoj terenskoj dokumentaciji*, Beograd, Print shop.
- Marinović, I. 2006. *Geografski informacioni sistemi u online direkt marketingu*. URL: <http://www.manufaktura.rs/documents/gis-online.pdf> (Posećeno 20.7.2009).
- Marković, D. (1999). *Prostorni informacioni sistemi*. Beograd, Vojnotehnička akademija vojske Jugoslavije. str.143.
- Marković, V. & Stankov U. (2010). Reducing negative flood impacts in „Apatinski rit“ part of Special Nature Reserve „Gornje Poldunavlje“ (Vojvodina, Serbia) using GIS. *Geographica Pannonica* 14 (2), In press.
- Marković, V. 2010. *Primena geografskih informacionih tehnologija u lovnom turizmu Vojvodine*. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Martin, D. (2005). *Geographic Information Systems, Socioeconomic applications*. London: New York, Taylor & Francis.
- Mcadam, D. (1999). The value and scope of geographical information systems in tourism management. *Journal of Sustainable Tourism* 7(1), 77-92.
- McGuinness, D. & Harmelen, F. (2004). *OWL Web Ontology Language Overview*. URL: <http://www.w3.org/TR/owl-features/> (Posećeno 12.03.2010).
- Mejfa, R., N. de Ugarte, Molina, N. & Indriago, J. (2000). *Sigtur-Zulia: An Application of GIS Technologies for Tourism Planning*. URL: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/PAP709/p709.htm> (Posećeno 13.07.2009).
- Miller, B. (2005). *Building E-Loyalty of Lodging Brands: Avoiding Brand Erosion*. U J. E. Mills & R. Law (eds.), *Handbook of Consumer Behavior, Tourism, and the Internet* (str. 133-142). Binghamton: The Haworth Hospitality Press.
- Mitchell, A. (1999). *The ESRI Guide to GIS Analysis*. New York: Environmental Systems Research Institute.

- Muškatirović, J. & Jovanović, V. (1996). Zbornik radova YUGIS'96, Geografski institut "Jovan Cvijić" SANU, Beograd., str. 77-85, ISBN 8680029106
- Nie, Y, Fu, X. & Zeng, J. (2009). A Tourist Route Planning and Navigation System Based on LBS. URL: <http://www.academypublisher.com/proc/wisa09/papers/wisa09p288.pdf> (Posećeno 01.03.2010).
- Okabe, A. (2006). GIS-based Studies in the Humanities and Social Sciences. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis.
- Oliver, M. B. & Mahood, C. (2002). Geographic Information Systems. U J. R. Schement (ed.), *Encyclopedia of Communication and Information* (str. 357-359). New York: Macmillan Reference.
- Olukole, T. (2007). Geographical Information System (GIS) and Tourism: The Prediction of archaeological sites in Ijaiye-Orile, Southwestern Nigeria. *Nyame Akuma*, 69-74.
- Oppermann, M. (1997). *Geography and tourism marketing*. New York: Haworth Press.
- Ozemoy, V. M., Smith, D.R., & Sichertman, A. (1981). Evaluating Computerized Geographic Information Systems Using Decision Analysis. *Interfaces*, 11, 92-8.
- Parker, H. D. (1988). The Unique Qualities of a Geographic Information System: a Commentary. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54. 1547-1549.
- Peterson, M. (2003). Beyond Serving Maps: Serving GIS Functionality over the Internet. U M. P. Peterson (ed.), *Maps and the Internet* (str. 147-158). Oxford: Elsevier Science.
- Peterson, M. (2003). Beyond Serving Maps: Serving GIS Functionality over the Internet. U M. P. Peterson (ed.), *Maps and the Internet* (str. 147-158). Oxford: Elsevier Science.
- Sakulski, D. (2003). *South African Atlas*, National Disaster Management Centre, South Africa
- Samčović, A. Kostić Ljubisavljević, A. (2011). Lokacijski servisi iz GIS perspektive, *Info M*, vol.10, br. 39, (str.19-25)
- Schaller, J. (1995). GIS Application in Landscape Planning. U D. Fritsch & D. Hobbie (eds.), *Photogrammetric Week '95* (str. 313-318). Heidelberg: Wichmann Verlag.
- Seferović, S. & Stankov, U (2010). Opšta i sepcifična upotreba geografskih informacionih sistema u turizmu. Zbornik radova Departmana za geografiju turizam i hotelijerstvo 38, U štampi.
- Sellitto, C, Burgess, S, Cox, C. & Buultjens, J. (2009). A Study of Web 2.0 Tourism Sites: a Usability and Web Features Perspective. U N. Sharda (ed.), *Tourism Informatics: Visual Travel Recommender Systems, Social Communities, and User Interface Design*. Hershey: Information Science Publishing.
- Sherry, J. & Brown C. (2004): History of the Internet. U Bidgoli. H. (ed.), *The Internet Encyclopedia*, Volume 2. (str. 114-123). Hoboken; John Wiley and Sons.
- Shojaee, D. (2005). Using GIS And Application For Tourism. http://www.gisdevelopment.net/application/miscellaneous/me05_011.htm (Posećeno 20.07.2008).
- Shoval, N. & Isaacson, M. (2007). Tracking tourists in the digital age. *Annals of Tourism Research* 34(1), 141-159.
- Shoval, N. & Isaacson, M. (2010). *Tourist Mobility and Advanced Tracking Technologies*. New York: Routledge.

- Shoval, N. (2008). Tracking technologies and urban analysis. *Cities*, 25(1), 21-28.
- Skidmore, A. (2002). *Environmental Modeling with GIS and Remote Sensing*. London: CRC Press
- Smith, T. R., Mannon, S., Starr, I. L. & Estes, J. E. (1987). Requirements and Principles for the Implementation and Construction of Large-scale Geographic Information Systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, 13-31.
- Srdić, Z. (2009). *Mogućnost primene geografske baze podataka u procesu procene zemljišta*, (doktorska disertacija), Vojna akademija, Beograd
- Stankić, R. & Stankić, M. (2008). *Informatika u turizmu*. Beograd: Viša turistička škola stručnih studija.
- Stankov, U. (2010). *Web marketing i geografski informacioni sistemi u turizmu Vojvodine – doktorska disertacija*. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.
- Stankov, U., Dragičević, V. (2012). Changes in Earnings Inequality in Serbia's Transition Economy: A Spatial Autocorrelation Analysis. U rukopisu.
- Stankov, U., Dragičević, V., & Drakulić, N. (2007) Osnovi digitalizovanja karte TK25 za primenu u turizmu, *Turizam* 11, 149-150.
- Stankov, U., Đurđev, B., Marković, V. & Aresnović, D. (2010a). The importance of GIS in Tourism Management Curriculum. U rukopisu.
- Steiniger, S., & Weibel, R. (2009). GIS Software - A description in 1000 words. URL: http://www.geo.unizh.ch/publications/sstein/gissoftware_steiniger2008.pdf (Posećeno 10.07.2009)
- Stankov, U. (2009). *Uloga Interneta u promociji turizma Srbije*. Magistarska teza. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.
- Sudarević, D. 2011. *Mogućnosti primene geografskih informacionih sistema u promociji turizma u Beogradu*. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Tasić, V. & Bauer, I. (2003). *Rečnik kumpjuterskih termina*. Beograd: Mirko knjiga.
- Taylor, F. & Lauriault, T. P. (2007). Future Directions for Multimedia Cartography. U W. Cartwright, M. P. Peterson & G. Gartner (eds.), *Multimedia Cartography* (str. 505-522). Berlin: Springer.
- Turban, E., Mclean, E., Wetherbe, J. (2002). *Information technology for management*, 3th edition, John Wiley & Sons Inc
- Turk, T. & Gumusay, M.U. (2004). GIS Design and Application for Tourism. *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 35 (4), 485-488.
- Voerkelius, U., Glavina, J. Specht-Mohl, C. Schilcher, M. 2008. *GIS priručnik za lokalne samouprave u Srbiji*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Stalna konferencija gradova i opština (SKGO)
- Wang, J., Sui, D.Z., & Lai, F.Y. (2004). Mapping the Internet using GIS: The death of distance hypothesis revisited. *Journal of Geographical Systems*, 5(4). 381-405.
- Wang, T., Zhang, L. and Yang, A. (2007). Research on WebGIS Based on Multi-agent. U B. Apolloni & R. J. Howlett (eds.), *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems: 11th International Conference, KES 2007, Vietri sul Mare, Italy, September 12-14, 2007* (str. 233-239). Berlin: Springer-Verlag.

- Watts, P. A. G. (2003). Plans for the Coastal Zone. U D. R. Green, S. D. King (eds.), Coastal and Marine Geo-information Systems: Applying the Technology to the Environment (str. 61-73). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Wescott, K. i Brandon, R. J. (2000). Practical applications of GIS for archaeologists: a predictive modeling toolkit. London, New York; Taylor and Francis.
- Wessel, H., Vuong, V., Hartleib, J. & Dam M. (2006). Web-Based GIS-usage in Tourism. URL: <http://wgrass.media.osaka-cu.ac.jp/gisideas06/viewpaper.php?id=144> (Posećeno 3.02.2009).
- Wu, C. & Carson, D. (2008). Temporal Tourist Dispersal Analysis in Multiple Destination Travel. Journal of Travel Research, 46, 311-317.
- Zvizdić, E. (2001). Internet i evolucija. Kolo 2. URL: <Http://www.matica.hr/Kolo/kolo0201.nsf/AllWebDocs/evolucija>





GIS rečnik

APSOLUTNA KOORDINATA *absolute coordinate*

Lokacija tačke definisana u odnosu na naznačen koordinatni sistem.

APSTRAKCIJA *abstraction*

Predstava stvarnog objekta. Na primer, put može biti predstavljen kao *centralna linija* u jednoj aplikaciji i kao *površ* ograničena ivičnjacima u drugoj.

AKTIVNI SENZOR *active sensor*

Senzor koji emituje sopstvenu *elektromagnetsku energiju* radi osvetljenja predela. Radar je uobičajeno sredstvo koje se koristi u daljinskim sistemima za ispitivanje i ima sopstvenu mikrotalasnu energiju. Svetlosni uređaj vezan za kameru je bliskiji primer za aktivni senzor.

AGREGACIJA *aggregation*

Grupisanje odabranog skupa sličnih entiteta radi formiranja jednog ENTITETA. U nekim GIS-ovima, grupe prostornih jedinica koje se graniče spajaju se radi formiranja većih jedinica, često kao deo hijerarhije prostornih jedinica. Na primer, izborne jedinice mogu biti grupisane u oblasti. Dodatni podaci koji se odnose na ove pojedinačne prostorne jedinice se takode grupišu ili sumiraju da bi dali statističke podatke za novu prostornu jedinicu.

ADRESA *address*

Način određivanja entiteta radi jedinstvene identifikacije i lokacije. 1). Poštanska adresa je poznat primer gde zadata referenca upu-

ćuje na udaljenu kućnu ili poslovnu jedinicu; 2). Termin može da označava i lokaciju u memoriji kompjutera.

ALGORITAM *algorithm*

Konačni, sređeni sled dobro definisanih pravila za rešenje zadatka.

ANALOGNO *analogue*

Mera predstavljanja ENTITETA koja može da varira kontinuirano u prostoru ili vremenu i koja može da ima vrednost u bilo kom stepenu preciznosti. U GIS-u ovaj koncept se koristi da opiše podatke koji su smešteni ili se prikazuju u grafičkom ili slikovnom obliku, kao suprotno od digitalnog (numeričkog) oblika prikazivanja.

ANOTACIJA *annotatlon*

Alfanumerički tekst, oznake, merna skala i naslov koji se stavljaju na kartu radi identifikacije entiteta i koji korisniku daju neophodne informacije za tumačenje (imena ulica, mesta i reka su primeri toga)

APLIKACUA *application*

Praktična upotreba kompjuterskog softvera, sistema i koncepta.

ATRIBUTSKA VREDNOST *attribute value*

Vrednost koja je karakteristična za prostorni element. Na primer, kontura u GIS-u može biti predstavljena kao luk sa vrednošću elevacije vezanom za njega, gde je elevacija atributska vrednost. Čelija rešetke, poligon mogu biti opisani pomoću određenog tipa zemljišta, gustine stanovništva ili biljne zajednice, a sve to su atributi.

AUTOKORELACUA *autocorrelation*

Uopšteno, statistička mera koja opisuje do kog obima i kada jedno svojstvo menja drugo svojstvo. U GIS-u se često odnosi na statističku meru koja opisuje promenu vrednosti atributa na geografskim tačkama u funkciji razdaljine i orijentacije

AUTOMATIZOVANA KARTOGRAFUA *automated cartography*

Postupak pravljenja karte uz pomoć kompjuterskog softvera. Obrada prostornih podataka je ograničena na onoliko koliko je potrebno da podrži pravljenje karte.

AŽURIRANJE *update*

Postupak dopunjivanja ili izmene postojećih podataka zbog nastalih promena. Revizija softverskog proizvoda koji nudi poboljšanu funkcionalnost i ispravke bagova.

BINARAN *binary*

Osnovni sistem sa osnovom 2 koji koristi samo vrednosti 0 i 1. Osnova svakog digitalnog izračunavanja.

BIT *bit*

Skraćeni izraz od binarnaa cifra (binary digit) i najmanja jedinica kompjuterskih podataka.

BITMAPA *bitmap*

Nestruktuirana rešetkasta slika u kojoj su podaci snimljeni kao 1 ili 0. Ovaj izraz se često koristi za slike koje su sastavljene iz piksela, na primer skenirane karte ili fotografije.

BULIN OPERATORI *boolean operators*

Specifične ključne reči za kombinovanje jednostavnih logičkih izraza i dobijanje složenih izraza. Bulenovi operatori mogu negirati

predviđanje (NOT), specifikovati predviđanje (AND) ili specifikovati listu alternativa (OR) (na pr. ((dubina > 100 AND prečnik > 20) OR (zapremina > 100) AND tip stene NOT 'sedimentne').

BAFER *buffer*

Područje određene širine oko tačke, linije ili površine.

BAJT *byte*

Jedinica smeštaja BINARNIH podataka u kompjuteru koja se obično sastoji iz osam BITA i koja odgovara jednom znaku. Smeštajni prostor i memorija u kompjuteru se izražavaju u ovim jedinicama, tako da se pojavljuju izrazi kao što je kilobajt (oko hiljadu bajta), megabajt (oko milion bajta) i gigabajt (oko hiljadu miliona bajta), terabajt (TB) = 10^{12} bajtova), petabajt (10^{15} bajtova), egzabajt (EB) = 10^{18} bajtova).

ČELIJA *cell*

Osnovni prostorni element prostorne informacije u MODELU RASTER PODATAKA. Obično je kvadratnog ili pravougaonog oblika, mada su korišćeni i heksagonaini i kružni oblici.

DIGITALNO KARTIRANJE *digital mapping*

Način izrade karata pri čemu se podaci skladište u računar radi lakšeg pristupa i ažuriranja digitalnih karata.

DIGITALNI MODEL ELEVACIJE (DEM) *digital elevation model*

Digitalno predstavljanje elevacije lokacije na površini zemlje. DEM se često koristi u vezi sa skupom elevacionih vrednosti na tačkama u pravougaonoj mreži ne površini Zemlje. Neke definicije proširuju DEM da uključuje u sebe bilo koju digitalnu prezentaciju zemljine površine.

DIGITALIZACIJA *digitizing*

Konverzija analognih karata i ostalih grafičkih podataka uz pomoć digitajzera u formu koju može da očita kompjuter. Postoje razni metodi, na primer automatsko digitalizovanje, tačkasto digitalizovanje, itd.

ENTITET *entity*

Opšti termin za predmet u stvarnom svetu ili za digitalni fenomen. Kuća, segment puta, i izborni okrug, su primeri entiteta.

FORMAT PODATAKA *data format*

Specifikacija koja definiše kako su podaci strukturirani unutar fajla sa determinisanim aspektima kao što su sled jedinica u podacima, njihova dužina, itd.

FOTOGRAMetriJA *photogrammetry*

Modeliranje slika fotografisanih iz vazduha u svrhu izvlačenja tačnih informacija naročito potrebnih za crtanje karata.

GRANICA *boundary*

Kontinuirana linija koja ocrta ivicu poligona ili izučavane površine.

GENERALIZACUA *generalisation*

Pojednostavljenje podataka, tako da informacija ostaje jasna i nedeformisana kada se smanji razmera predstavljanja. Obično uključuje redukciju detalja, ponovno semplovanje na veće razmere, ili smanjenje broja tačaka. Za GIS važan postupak zbog zbog različitih razmera u kojima su dostupni podaci. Ima implikacije prilikom digitalnog predstavljanja, analize i prikazivanja podataka.

GEOKOD *geocode*

Kod vezan za prostorni element koji opisuje njegovu lokaciju. Na primer, to može da bude koordinata ili poštanski broj.

GEOKODIRANJE *geocoding*

Proces kojim se geografske koordinate jedne lokacije determinišu njegovom adresom, poštanskim brojem, ili drugim eksplicitno negeografskim opisom.

GEOGRAFSKI PODACI *geographic data*

Bilo koja informacija koja u sebi sadrži opis lokacije na ili blizu površine Zemlje (npr. imena mesta ili određen geološki sloj)

GEOMATIKA *geomatics*

Termin nastao u Kanadi da opiše polje aktivnosti koje u sebi integriše sva sredstva koja se koriste radi prikupljanja, skladištenja i rukovanja prostornim podacima za naučne, pravne i tehničke operacije koje dovode do nastanka i upravljanja prostornim informacijama.

GEOREFERENTNI SISTEM *georeference system*

Koordinatni sistem za tačke na površini Zemlje. Primeri za takav sistem su Univerzalni transverzalni Merkator sistem (UTM).

GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEM (GIS) *geographic information system*

Kompjuterski sistem za prikupljanje, skladištenje, ažuriranje, rukovanje, analizu, modelovanje, prenos i prikaz svih oblika prostornih informacija.

GLOBALNI POZICIONI SISTEM (GPS) *global positioning system*

konstelacija satelita koja emituje radio talase i služi da odredi poziciju na površini Zemlje. Uz pomoć GPS prijemnika moguće je precizno određivanje pozicije na ili u blizini površine Zemlje bez potrebe za referentnim oznakama.

INFORMACIJA *information*

Obaveštenje koje je rezultat sakupljanja, analize ili sumiranja podataka u smislenom obliku.

INTERNET

Međunarodna mreža usitnjenih lokalnih i regionalnih kompjuterskih mreža koja se koristi za razmenu informacija i sredstava. Prvobitno stvoren za vojne potrebe, zatim za naučne. Danas je omogućen javni pristup putem komercijalnih linijskih servisa.

HOROPLET KARTA *choropleth map*

Tematska karta u kojoj su kvantitativni prostorni podaci prikazani upotrebom, šrafura, senčenja ili bojenja pojedinih površina na njoj.

KRIGIRANJE *kriging*

Tehnika interpolacije zasnovana na numeričkim merama prostornih varijacija poznatih tačaka na raznim udaljenostima. U GIS-u se prvensiveno koristi da bi se dobile procene elevacije površine iz skupa poznatih tačaka.

KARTA *map*

Grafička prezentacija geografski raspoređenih fenomena. Informacija može da bude prikazana u formi simbola ili znakova. Ispravnost i detaljnost su funkcije projekcije i razmere karte.

LEJER *layer*

Upotrebljiva podvrsta skupa podataka, uglavnom sadrži elemente određene teme. Podvrste su unošene u zajednički koordinatni sistem čime se omogućava analiza i integracija kroz različite teme.

MODEL PODATAKA *data model*

U opštem smislu to je APSTRAKCIJA stvarnog sveta koja uključuje samo one osobine za koje se smatra da su relevantne za

aplikaciju koja se koristi. Obično definiše specifične grupe ENTITETA, njihove ATRIBUTSKE VREDNOSTI i odnose unutar njih. U GIS-u se često koristi da uputi na mehaničko predstavljanje i organizovanje PROSTORNIH PODATAKA, od kojih su najčešći modeli VEKTORSKI MODEL PODATAKA ili RASTER MODEL PODATAKA. Nezavisan je u odnosu na kompjuterski sistem i strukture podataka vezane za njega.

MULTI-MEDIA *multi-media*

Kombinacija nekoliko komunikacionih medija kao što su fiksne i pokretne slike, zvuk, grafika i tekst.

POVRŠINA *area*

Osnovna prostorna jedinica koja se sastoji od oivičenog, neprekinutog 2D entiteta. Njena površina se obično definiše pomoću eksternog poligona ili susednim zbirom čelija rešetke. Matematički proračun veličine 2D entiteta.

PODACI *data*

Zbirka činjenica konceptata ili uputstava formalizovana na način pogodan za komunikaciju ili obradu. U GIS aplikacijama to su često osmatranja ili merenja prirodnog ili čovekovog okruženja.

PROJEKCIJA KARTE *map projection*

Metod kojim se zakrivljena površina Zemlje preslikava na ravnu površinu. Ovo zahteva sistematsku matematičku transformaciju zemljinih gradikula linija longituda i latituda na ravan.

POLIGON *polygon*

Površina ograničena zatvorenom linijom. Koristi se da opiše prostorne elementa, kao što su jedinice domaćinstva ili industrije,

administrativne ili političke oblasti, kao i površine homogene eksploatacije zemljišta i tipova zemlje.

PROSTORNA ANALIZA *spatial analysis*

Analitička tehnika čiji rezultati zavise atributivnih vrednosti geografskih fenomena.

RELATIONAL DATABASE MANAGEMENT SYSTEM

Sistem povezanih baza podataka, sistem za rukovanje bazama podataka na taj način što organizuje podatke u seriju zapisa koji stoje u povezanim tabelama. Omogućava uspostavljanje različitih veza između različitih zapisa, polja i tabela i koristi se kao pomoć pri pristupu podacima i njihovom prenosu.

RENDEROVANJE *rendering*

Konverzija geometrije, boja, teksture, osvetljenja i ostalih osobina entiteta smeštenih u skup podataka u sliku na taj način da ima osobine fotografije 3D objekta.

SOFTVER *software*

Programi, postupci, pravila i pripadajuća dokumentacija za kompjuterski sistem.

SQL - *structured query language*

Jezik strukturiranih upita koji se koristi kod relacionih baza podataka koji omogućava korisniku da izgradi kompleksne logičke formule kojima se podaci mogu ponovo pozvati i obraditi.

TCP/IP - TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/INTERNET

PROTOCOL, Protokol za kontrolu transmisije / Internet protokol. Ovo je protokol koji omogućava kompjuterskim sistemima da komuniciraju i prenose podatke kroz Internet. Mogu da se koriste za interne i eksterne komunikacije.

TEMATSKA KARTA *thematic map*

karta koja opisuje izabranu vrstu informacija ili više specifičnih tema. Npr: tip izemljišta, klasifikacija terena, gustina stanovništva, karta padavina, itd.

TOPOLOGIJA *topology*

Usko uzevši, proučavanje onih osobina geometrijskih figura koje su nepromenljive pod kontinuiranom deformacijom. U GIS-u, topološki odnosi kao što su konekcija, graničenje i relativna pozicija se obično izražavaju kao odnosi između čvorova, veza i poligona.

UTM - UNIVERSAL TRASVERSE MERCATOR

Univerzalni poprečni Merkator, skup poprečnih MERKATOR PROJEKCUA za zemljnu kuglu koji je podeljen u 60 zona, od kojih svaka pokriva 6 stepeni longitude. Polazište svake zone ima longitudu centralnog meridijana a latitudu 0 stepeni. Ovaj skup projekcija je osnova globalnog KOORDINATNOG SISTEMA u početku razvijen za vojne potrebe ali sada u širokoj upotrebi.

VEŠTAČKA INTELIGENCIJA *artificial intelligence*

Način oponašanja ili formalizovanja naprednog kognitivnog saznanja u kompjuterski format koji se dalje koristi za rešavanje zadataka ili generisanje novih podataka.

VEKTOR *vector*

Oblik prikaza prostornih informacija; strukturirani podatak zasnovan na koordinatama; svaki linearni objekat se predstavlja kao lista uređenih x, y koordinata

VEKTORSKI MODEL PODATAKA *vector data model*

Apstrakcija stvarnog sveta u kojoj su prostorni elementi predstavljeni u formi tačaka, linija i poligona. Oni su geografski povezani sa KOORDINATNIM SISTEMOM



PRILOZI - tematske karte

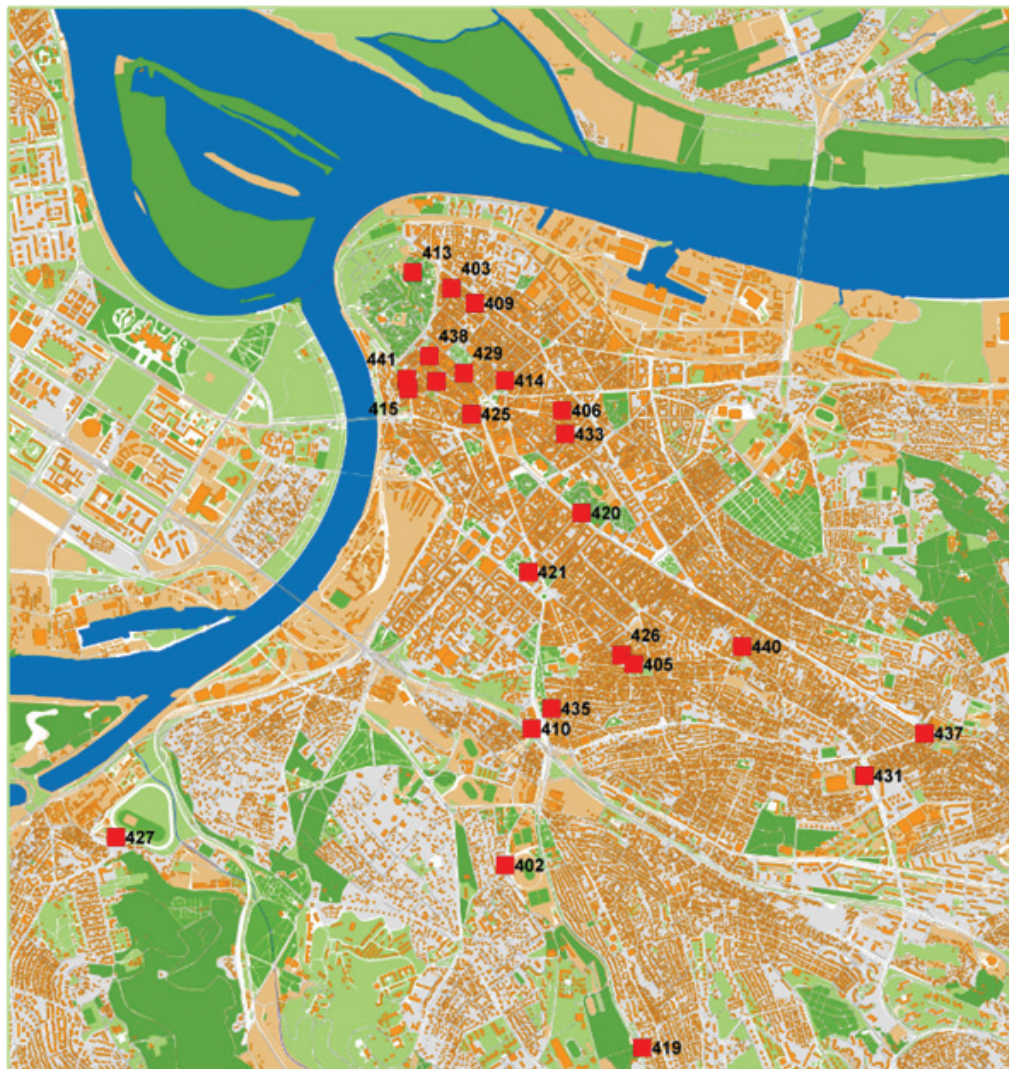


Slika 1. Turistički i hotelijerski objekti u Beogradu
(kartografska osnova: Osa računarski inženjering, autor karte: Jovanović V. 2010)



Slika 2. Hosteli u Beogradu

(kartografska osnova: Osa računarski inženjering, autor karte: Jovanović V. 2010)

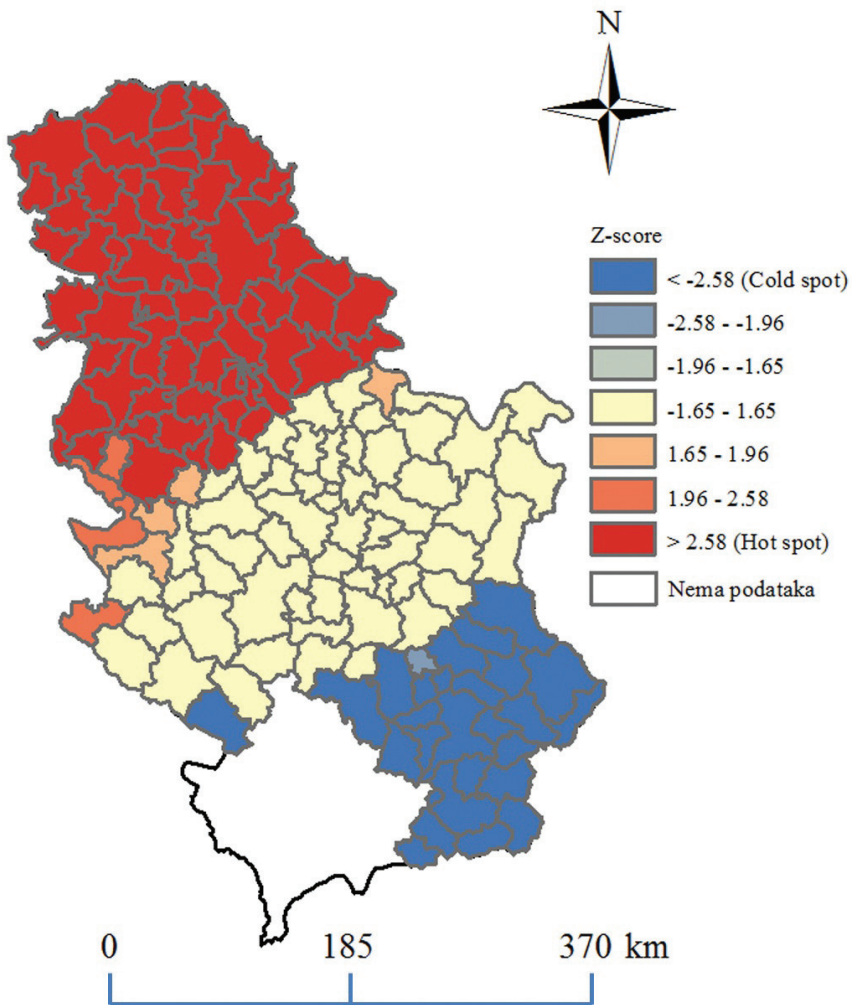


Slika 3. Nacionalni restorani u Beogradu

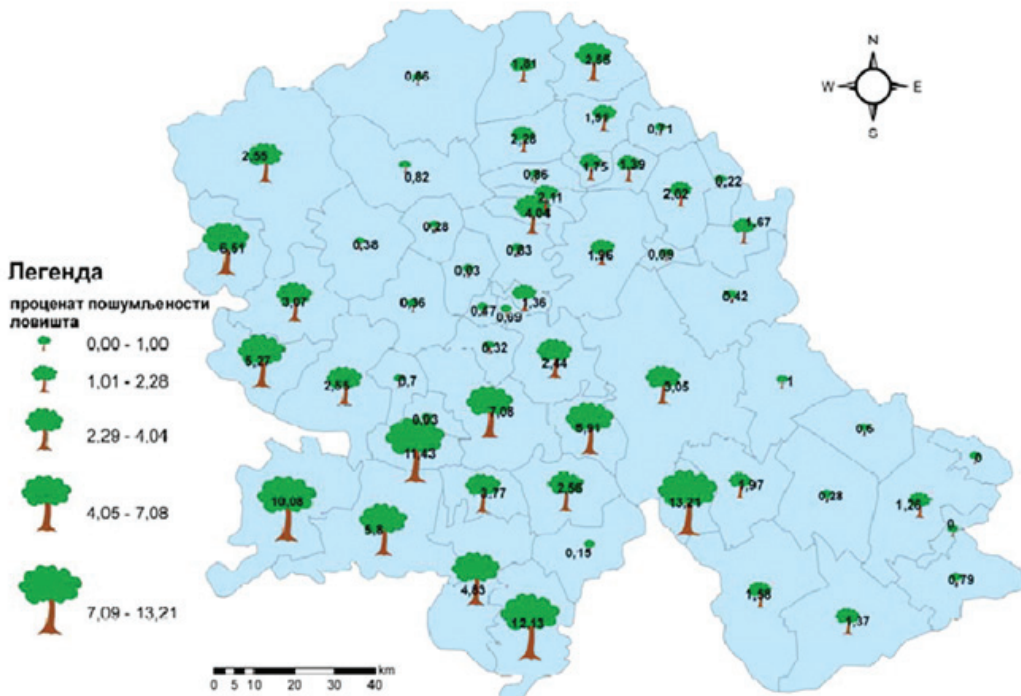
(kartografska osnova: Osa računarski inženjering, autor karte: Jovanović V. 2010)



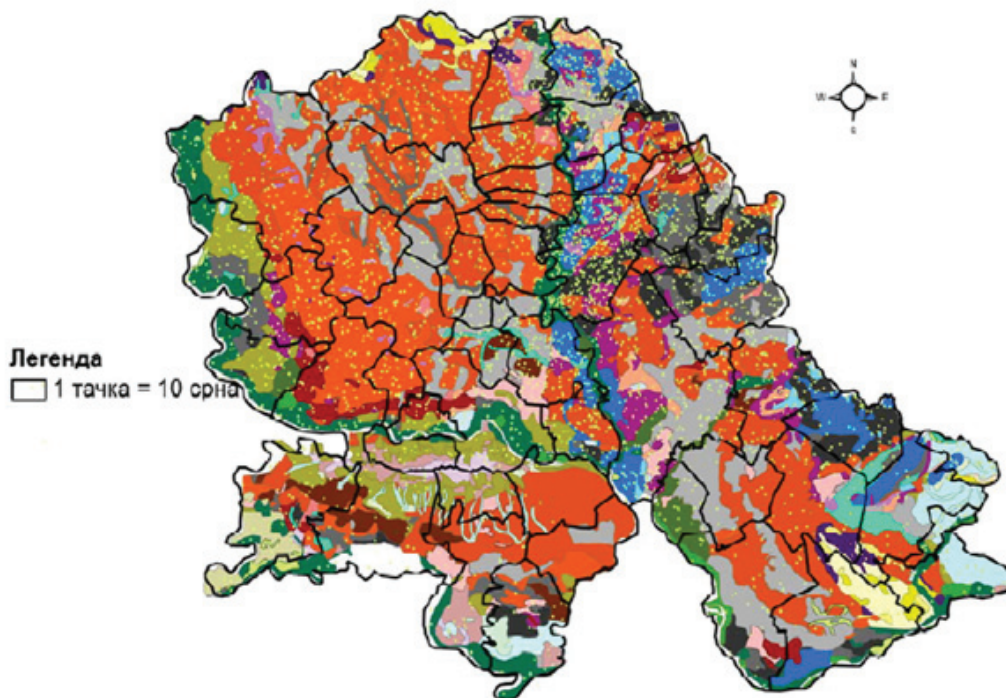
Slika 4. Veliki trgovinski centri u Beogradu
(kartografska osnova: Osa računarski inženjering, autor karte: Jovanović V. 2010)



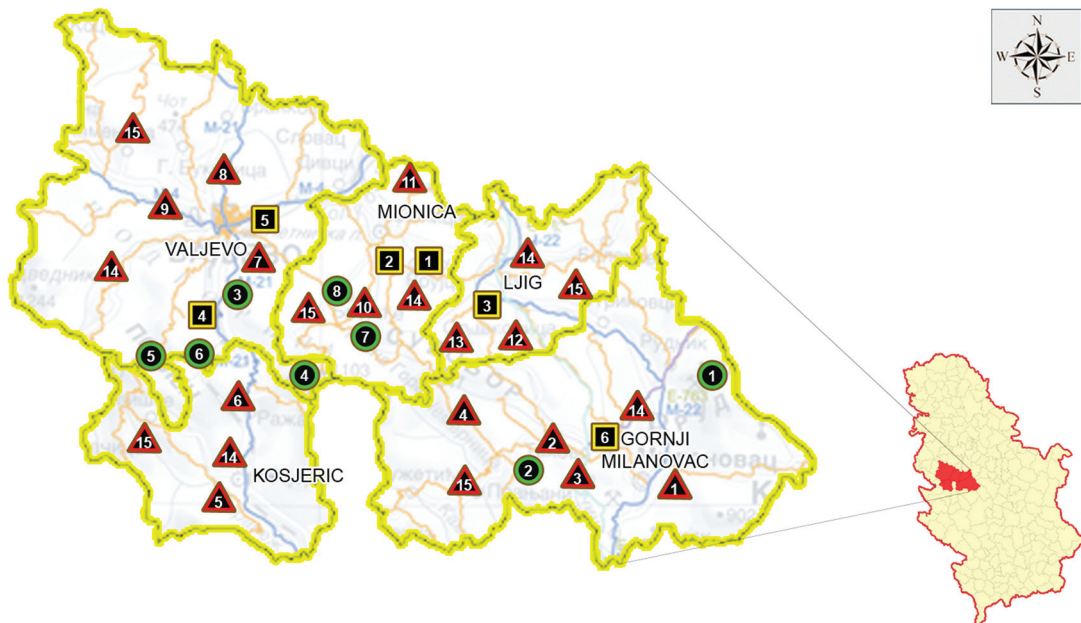
Slika 5. Tematska karta kao rezultat lokalne prostorne autokorelacije (Hotspot analiza). Reprezentuje statistički značajne prostorne klustere opština u Srbiji (bez podatka za Kosovo i Methohiju) prema prosečnim mesečnim neto zaradama u 2010. godini (Stankov, 2012)



Slika 6. Pošumljenost lovišta Vojvodine (Marković, 2010)



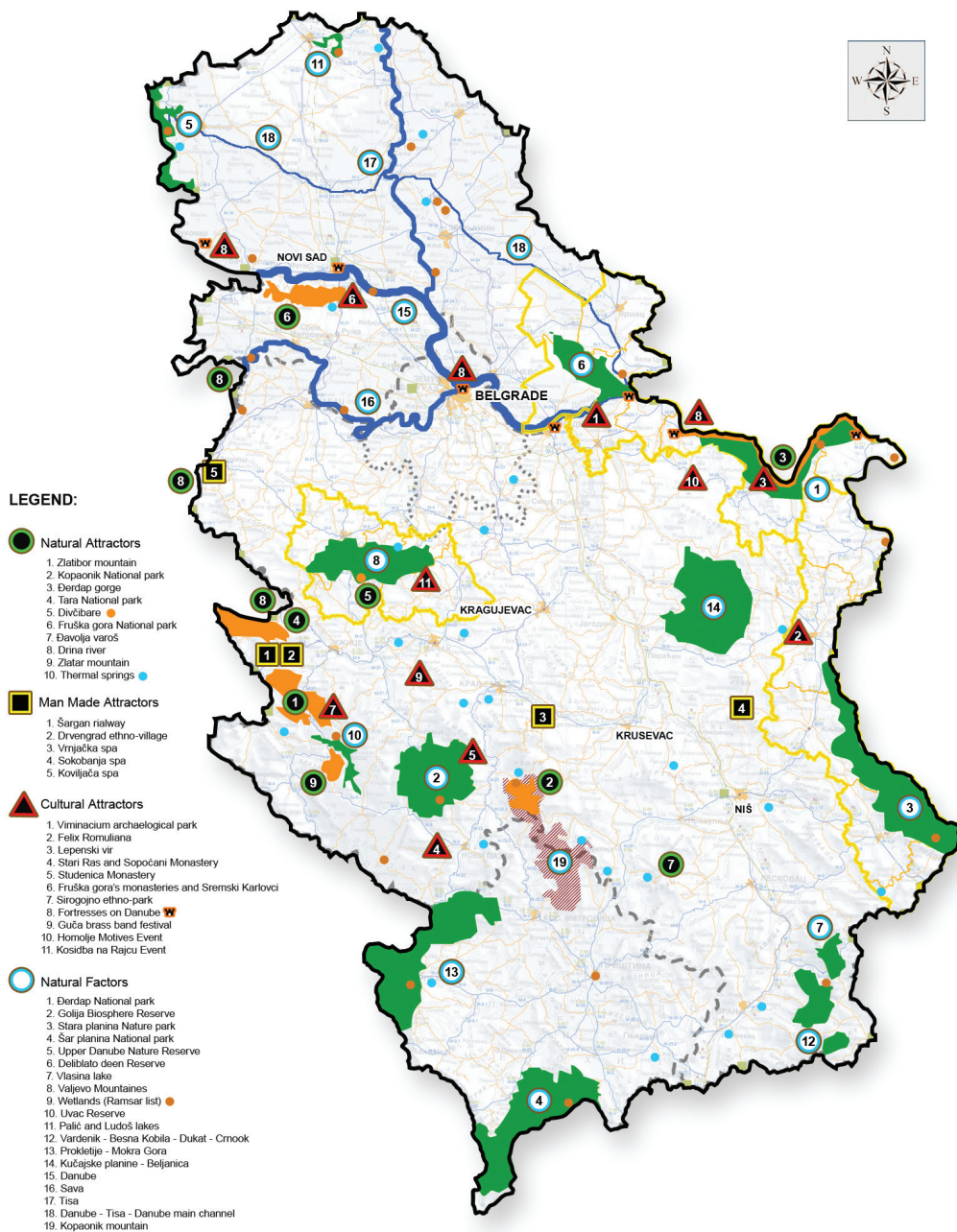
Slika 7. Gustina srneće divljači u odnosu na tip zemljišta u AP Vojvodini (Marković, 2010)



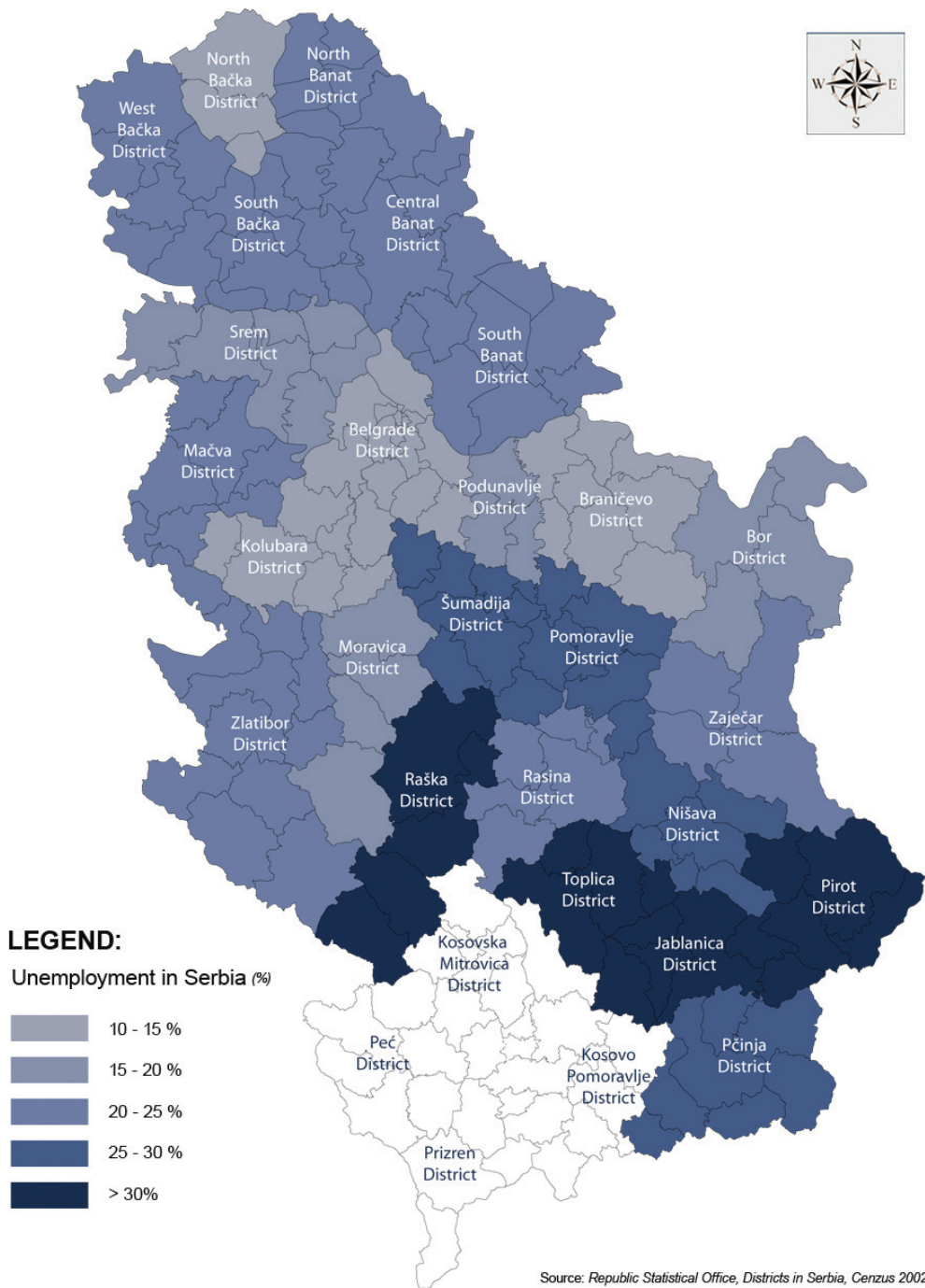
LEGEND:

- | | |
|---|--|
| <p> Natural Attractors</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mount Rudnik Air Spa 2. Thermo mineral springs (Savinac, Svrackovac) 3. Gradac River Reserve 4. Maljen Mountain 5. Divčibare Air Spa 6. Commercial hunting area Magles 7. Ribnica River Gorge and cave 8. Lepenica thermo mineral spring | <p> Cultural Attractors</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Monastery of Varčevsnica and St. George Church 2. Takovo memorial complex and museum 3. Four wooden churches 4. Kostunici ethno-village 5. Wooden church in Seca Reka 6. Cobanski dani event 7. Čelije, Jovanja, Pustinja and Lelic monasteries 8. Brankovina ethno memorial complex 9. Duvan-Cvarci 10. Household of Vojvoda Misić in Struganik 11. Bogovodja Monastery 12. Ba Church 13. Kosidba na Rajcu event 14. Rakija 15. Gibanica |
| <p> Man Made Attractors</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vrujci Spa 2. Interactive Farm with ecoprogram Noah's Ark 3. Ljig spa 4. Divčibare Ski Centre 5. Petnica youth research centre 6. Norwegian House of friendship | |

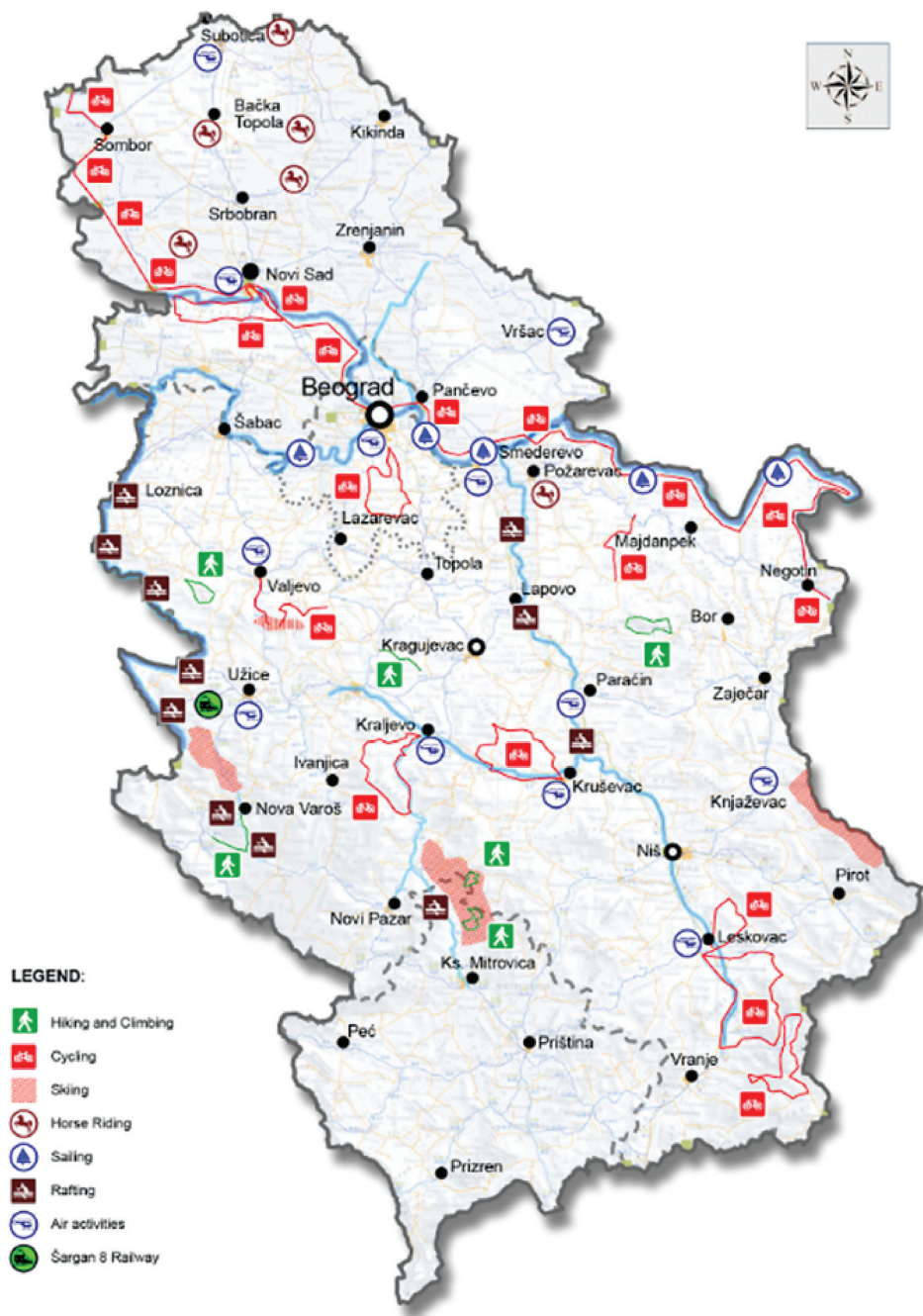
Slika 8. Mapa turističkih atraktora u Centralnoj Srbiji (autor: Jovanović V., 2009)



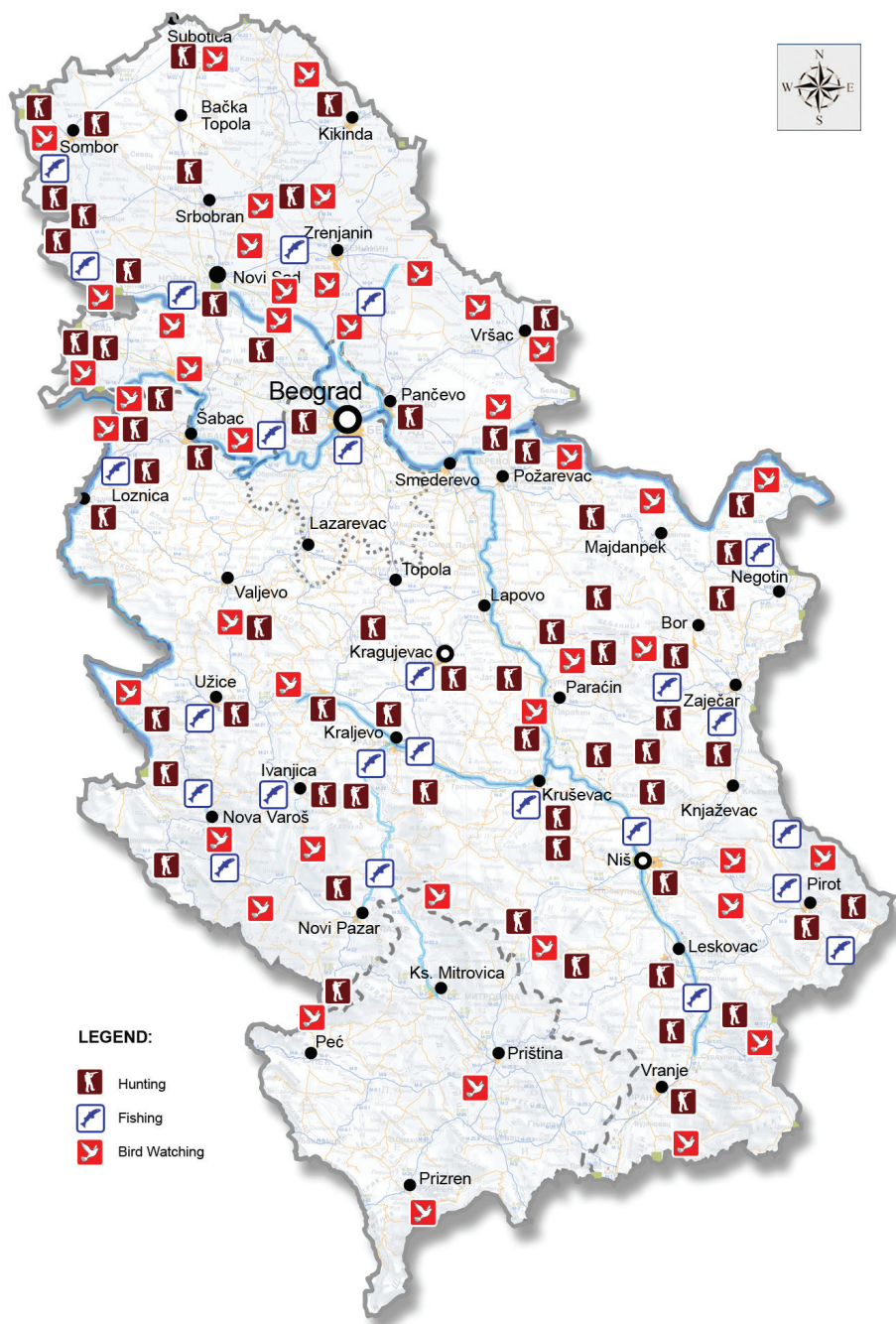
Slika 9. Mapa turističkih atraktora u Srbiji (autor: Jovanović V., 2009)



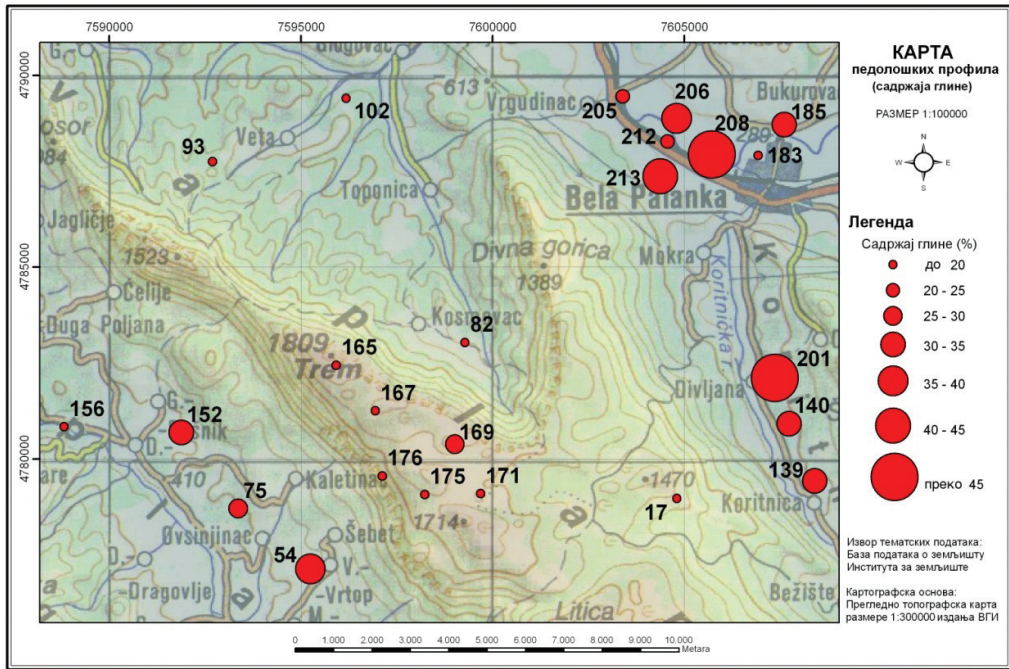
Slika 10. Nezaposlenost u okruzima Srbije (autor: Jovanović V., 2009)



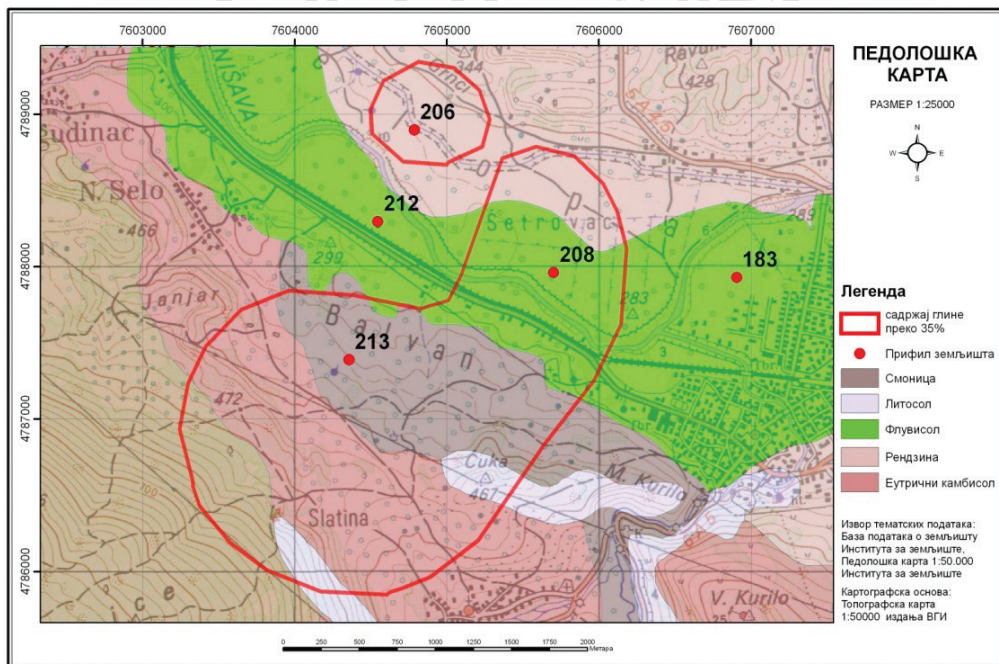
Slika 11. Turizam specijalnih interesovanja u Srbiji (autor: Jovanović V., 2009)



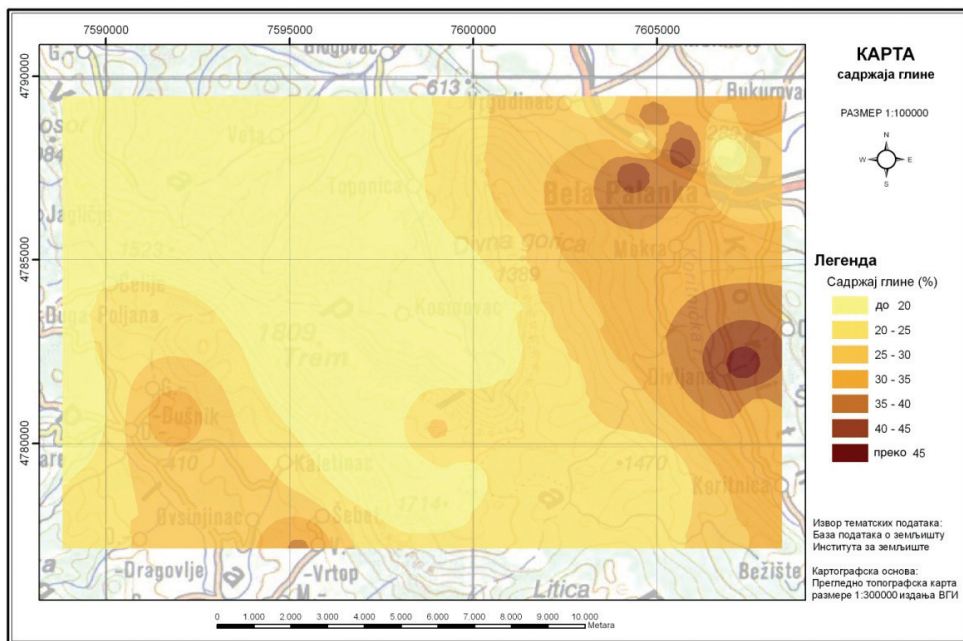
Slika 12. Sportski turizam i rekreacija u Srbiji (autor: Jovanović V., 2009)



Slika 13. Karta pедолошких профила (Srdić Z., 2009)



Slika 14. Pedološka карта (Srdić Z., 2009)



Slika 15. Karta sadržaja gline u zemljištu (Srdić Z, 2009)



Slika 16. Pogled na Beograd sa visine od oko 33 km (sa višeslojnom Google Earth datotekom, 2012)



Slika 17. Satelitski snimak Beograda (Univerzitet Singidunum 3D zgrade)
(Google earth, 2012)

Na osnovu člana 23. stav 2. tačka 7. Zakona o porezu na dodatu vrednost („Službeni glasnik RS”, br. 84/04... i 61/07), Odlukom Senata Univerziteta Singidunum, Beograd, broj 260/07 od 8. juna 2007. godine, i Odlukom Nastavno-naučnog veća PMF-a u Novom Sadu, broj 0602-342/5 od 26. aprila 2012. godine, ova knjiga je odobrena kao udžbenik na Univerzitetu.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

007:528.9]:004(075.8)

007:912]:004(075.8)

GEOGRAFSKI informacioni sistemi / Verka
Jovanović ... [et al.]. - 1. izd. - Beograd
: Univerzitet Singidunum ; Novi Sad :
Univerzitet u Novom Sadu, 2012 (Novi Sad :
Stojkov štamparija). - VII, 209 str. :
ilustr. ; 24 cm

Tiraž 500. - GIS rečnik: str. 189-193. -
Napomene uz tekst. - Bibliografija: str.
181-187.

ISBN 978-86-7912-408-1 (US)

1. Јовановић, Верка, 1955- [аутор]

а) Географски информациони системи

COBISS.SR-ID 190649356

© 2012.

Sva prava zadržana. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovan u bilo kom vidu i putem bilo kog medija, u delovima ili celini bez prethodne pismene saglasnosti izdavača.