

Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali

Burić, Mauro

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:597048>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-08**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet informatike u Puli

Mauro Burić

**GEOVIZUALIZACIJA HOTELSKIH SMJEŠTAJA
NA HRVATSKOJ OBALI**

Diplomski rad

Pula, 2019.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet informatike u Puli

GEOVIZUALIZACIJA HOTELSKIH SMJEŠTAJA NA HRVATSKOJ OBALI

Diplomski rad

Mauro Burić

JMBAG: 0069059670, izvanredan student

Studijski smjer: Informatika

Kolegij: Geoinformacijski sustavi

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Informacijske i komunikacijske znanosti

Znanstvena grana: Informacijsko i programsko inženjerstvo

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivan Pogarčić

Pula, rujan 2019.



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani, Mauro Burić, ovime izjavljujem da je ovaj seminarski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima i da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio seminarskoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno prepisan iz kojega necitiranog rada i da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

U Puli, _____, 2019. godine



IZJAVA
o korištenju autorskoga djela

Ja, Mauro Burić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom *Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali* koristi na način da gore navedeno autorsko djelo kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli i kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu sa Zakonom o autorskom pravu, drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskoga djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, _____ (datum)

Potpis

Table of Contents

1. Uvod	1
2. Geoinformatika	2
2.1. Pojam geoinformatike	2
3. Geografski informacijski sustavi (GIS)	2
3.1. Pojam geografskih informacijskih sustava.....	2
3.2. Prednosti geografskih informacijskih sustava.....	3
3.3. Nedostatci geografskih informacijskih sustava.....	4
3.4. Primjena i funkcionalnost geografskih informacijskih sustava	5
3.4.1. Vizualni prikaz podataka	5
3.4.2. Analiza blizine	6
3.4.3. Zona utjecaja (Buffering)	6
3.4.4. Potražnja klastera	6
3.4.5. Potražnja najbližega objekta.....	7
3.4.6. Što se nalazi na nekom području.....	7
3.4.7. Analiza lokacije	7
3.5. Povijest geografskih informacijskih sustava	8
3.6. GIS-ov pogled na svijet.....	9
3.7. Važnost GIS-a	10
4. Komponente GIS-a	11
4.1. Hardver.....	11
4.2. Softver	12
4.3. Podatci	12
4.4. Metode	13
4.5. Ljudski resursi.....	13
5. Podatci i informacije u GIS-u	14
5.1. Prostorni i neprostorni podatci	16
5.2. Prikupljanje podataka	16
5.3. Model podataka	17
5.3.1. Vektorski model.....	17
5.3.2. Rasterski model	19
5.4. Formati korišteni u GIS-u	20
5.4.1. Shapefile	21
5.4.2. CSV (Comma Separated Value File).....	21
5.4.3. Datoteka GEO database	21
5.4.4. TAB file	22
5.4.5. KML	22

5.4.6. GeoJSON.....	22
5.4.7. GeoTIFF.....	22
6. Baze podataka u GIS-u	23
6.1. Relacijska baza podataka	25
6.2. Objektno orijentirana baza podataka.....	26
7. Geovizualizacija	27
7.1. Koncepti geovizualizacije	28
7.2. Znanstveni utjecaji i interdisciplinarne interakcije	30
7.3. Geovizualizacijsko okruženje	30
7.4. Vještine geovizualizacije	32
7.5. Primjeri geovizualizacije u urbanism i izvanurbanim područjima	32
7.6. Prednosti istraživanja vizualnih podataka	34
7.7. Vrste podataka za vizualizaciju	34
7.7.1. 1D podatci.....	35
7.7.2. 2D podatci.....	35
7.7.3. Višedimenzionalni podatci	35
7.8. 3D GIS.....	35
7.8.1. Povijest 3D GIS-a.....	35
7.8.2. Potreba za 3D GIS-om	36
7.8.3. Kome je potreban 3D GIS	37
7.8.4. Mrežni 3D GIS.....	37
8. Važnost i korištenje Pythona u GIS-u.....	38
8.1. Značajke Pythona	38
8.2. Načini geoprostornoga razvoja pomoću Pythona	38
8.2.1. Desktop aplikacije	38
8.3. Geoprostorni razvojni paketi u Pythonu	40
8.3.1. Prostorni podatci Ulaz/Izlaz	41
8.3.2. Geoproceniranje.....	41
8.3.3. Geovizualizacija i mapiranje	42
8.3.4. Prostorna statistička analiza.....	43
8.3.5. Prostorno modeliranje	43
8.3.6. Mrežna i distribuirana razvojna cjelina.....	44
8.3.7. Budući razvoj.....	44
9. Geovizualizacija u R jeziku.....	45
9.1. R jezik.....	45
9.2. Izrada tematskih karata u paketu ggplot2	47
9.3. Izrada mrežnih karata koristeći paket mapview.....	48

10. Dizajn i upravljanje GIS projekta	49
10.1. Identifikacija problema	49
10.2. Upravljanje projekta	49
11. Budućnost GIS-a	50
12. Primjer: geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali	51
12.1. Cilj projekta.....	51
12.2. Korišteni alati	52
12.3. Prikupljanje, obrada, spremanje podataka	53
12.4. Vizualizacija podataka na karti.....	58
12.5. Statistička analiza i usporedba podataka	59
13. Zaključak	62
14. Popis literature	63
15. Popis slika	66
16. Popis tablica	71
17. Sažetak	72

1. Uvod

U ovom će diplomskom radu biti govora o geoinformatici ili o specifičnim informacijskim sustavima koji predstavljaju temelj geoinformacijskih sustava (u daljnjem tekstu skraćeno GIS). Bit će prikazana tri glavna dijela u kojima će se detaljno raspravljati o osnovama geografskih informacijskih sustava, o geovizualizaciji prostornih podataka i njihovoj primjeni na primjeru prikazivanja hotelskih smještaja na hrvatskoj obali.

U osnovama geografskih informacijskih sustava opisat će se što su točno geografski informacijski sustavi i čemu služe. Bit će definirane njihove prednosti i komponente kojima se služe, aplikacije i formati koji se koriste kod njihovih primjena.

Cilj je ovoga rada pokazati i razumjeti primjerom kako i čemu služi precizno prikazivanje određenih prostornih podataka na digitalnoj karti. Obradit će se tema geovizualizacije i kartografije koje su oduvijek igrale važnu ulogu u ljudskoj povijesti, posebno u znanosti o Zemlji, mnogo prije nego što su računalne vizualizacije postale popularne. Baze su podataka također važan dio geografskih informacijskih sustava, pogotovo sa spremanjem i upravljanjem njihovim podacima. Pri korištenju geovizualizacije, dosta se vremena uloži u pretraživanje i upisivanje podataka, pogotovo ako želimo prikazati te podatke što detaljnije uz mnoge neprostorne attribute kao što su npr. podatci ulica, gradovi, brojevi telefona itd.

Projekt je u sklopu rada napravljen pomoću aplikacijskoga alata QGIS koji će biti detaljno opisan u posljednjem poglavlju od njegovih funkcionalnosti i primjena pa sve do postupaka koji su bili potrebni pri izradi projekta.

2. Geoinformatika

2.1. Pojam geoinformatike

Geoinformatika je praktična i stručna primjena znanosti i tehnologije uključena u prihvaćanje, objedinjavanje, analizu, upravljanje i prikaz geoprostornih podataka.

Geoinformatika ili geoinformacijska znanost je znanstvena disciplina koja predstavlja temelj geoinformacijskih sustava.

To je posebna vrsta informacijske tehnologije jedinstvene po tomu što su podatci potpuno ili djelomično prostorni. (Izvor: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Osnove geoinformatike)

3. Geografski informacijski sustavi (GIS)

3.1. Pojam geografskih informacijskih sustava

Geoinformacijski sustav (eng. *Geographic information system*) pojavio se kada i ostali informacijski sustavi, tj. pojavom računala. Svrha je GIS-a unaprijediti donošenje odluka koje su na bilo koji način u vezi s prostorom.

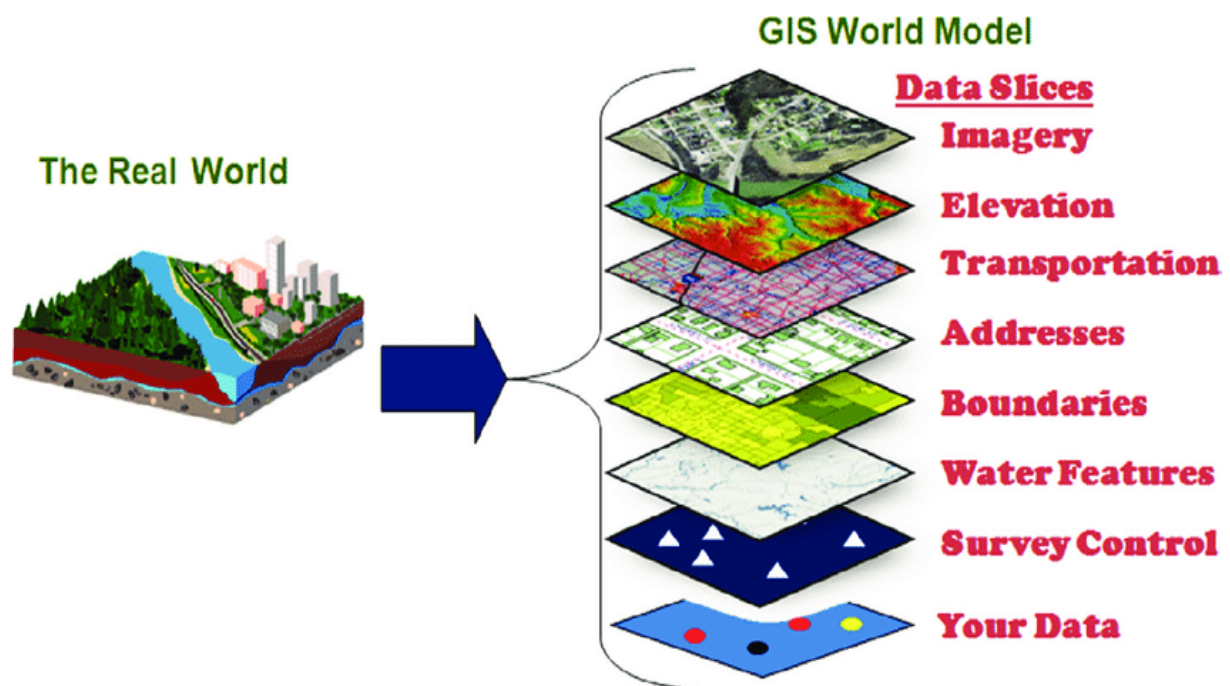
Jedna je od često citiranih definicija iz izvještaja *Handling Geographic Information* HMSO, 1987. (url1): „Sustav za prikupljanje, spremanje, provjeru, integraciju, upravljanje, analiziranje i prikaz podataka koji su prostorno povezani sa Zemljom. U taj sustav obično je uključena baza prostornih podataka i odgovarajući programi.“

Ne slažu se svi s tom definicijom. Neki smatraju da je GIS nešto drugo, ali te definicije često ignoriraju interdisciplinarnu prirodu prostornih podataka. (Izvor: Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Uvod u GIS)

GIS i prostorne analize bave se kvantitativnim lociranjima važnih značajki, kao i svojstvima i atributima tih značajki. Mount Everest je u Aziji, Timbuktu je u Maliju, a brod Titanic je na dnu Atlantskoga oceana. GIS kvantificira te lokacije, bilježeći njihove koordinate. GIS se može koristiti i za bilježenje visine Mount Everesta,

naseljenosti Pierrea ili dubine na kojoj je Titanic kao i sve druge definirajuće karakteristike svake prostorne značajke. (Bolstad P., 2016., str. 17.)

GIS obrađuje prostorne podatke. Prostorni su podatci informacije povezane s prostornim položajem. Stoga, GIS omogućuje i povezivanje aktivnosti koje su prostorno povezane i integrira prostorne i druge vrste informacija unutar jednoga sustava i na taj način nudi konzistentni okvir za analizu prostora. (Tutić D., N. Vučetić i M. Lapaine, 2002., str 4)



Slika 1 Primjer GIS-a na prikazu slojeva

3.2. Prednosti geografskih informacijskih sustava

Upotreba bi programa za GIS i prostorne podatke trebala dovesti do boljega upravljanja informacijama, kvalitetnijih analiza, mogućnosti izrade scenarija i povećanja učinkovitosti projekta. Međutim, o dostupnosti podataka ovise i mnoga od tih postignuća kao što su: lakoća upotrebe programa za GIS, razumijevanje problema kojega treba riješiti, vremenski rokovi, količina novca za neki projekt. Projekt može trajati dulje nego što bismo isprva mogli pomisliti. (Tutić D., N. Vučetić i M. Lapaine, 2002., str 9.)

Glavne su prednosti GIS-a vizualizacija podataka, povezivanje geografskih i atributnih obilježja i mogućnost interdisciplinarnoga odlučivanja.

Vizualizacija je podataka u GIS-u prikaz velike količine atributnih podataka pohranjenih na računalo. Cilj je da taj prikaz bude što jednostavniji, slikovitiji i oblikom blizak čovjeku.

Unošenje geografskih obilježja u računalo i njihovo povezivanje s atributnim podacima, pruža mnoge mogućnosti analize, zaključivanja i logičkoga interpretiranja. Interdisciplinarno je povezivanje različitih područja promatranja potencijal ograničen samo čovjekovom maštom.

U rješavanju nekoga problema GIS može povezati poglede praktički svih struka relevantnih za taj problem, primjerice znanja o pedološkoj strukturi tla, kategorizaciji kvalitete zemljišta, tipovima vegetacije, planiranju prostora, njegovu uređenju i zaštiti itd. (Izvor: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Osnove geoinformatike)

3.3. Nedostatci geografskih informacijskih sustava

Glavni je nedostatak GIS-a njegova statičnost, tj. nemogućnost rukovanja podacima koji se mijenjaju u vremenu.

GIS može biti korišten za rukovanje ograničenim brojem vremenskih slojeva i to za njihovo uspoređivanje, ali je u praksi nemoguća analiza stvarnih dinamičkih procesa. GIS ne omogućuje mehanizam prikaza promjene opisnih vrijednosti u vremenu, a višenamjenska su rješenja neizvediva.

Sve kvalitetnija integracija GIS-a i objektno orijentiranih baza podataka doprinosi smanjenju ili uklanjanju statičnosti sustava. (Izvor: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Osnove geoinformatike)

Ostali su nedostatci GIS-a: relativno sporo savladavanje GIS softvera, dugotrajni procesi prikupljanja podataka, produkcije karata i specifična informatička oprema. (Izvor: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Osnove geoinformatike)

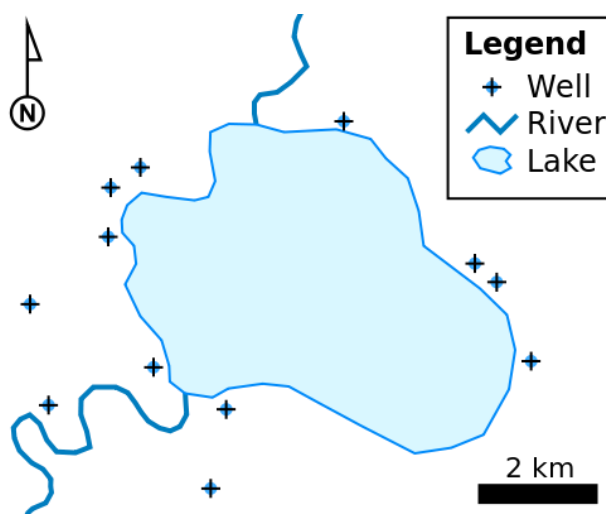
3.4. Primjena i funkcionalnost geografskih informacijskih sustava

Geografski informacijski sustavi (GIS) mogu se koristiti za prikaz prostornih podataka i za rješavanje problema koji uključuju prostorne čimbenike. GIS je posebno koristan za povezivanje, integraciju i analizu informacija iz različitih tema ili slojeva prostornih informacija. Stoga je sve što se može staviti na kartu GIS-ov kandidat. (Izvor: Extension, What are some uses of GIS)

Neke su od glavnih primjena GIS-a: mapiranje podataka, analiza blizine, zona utjecaja, potražnja klastera, potražnja najbližega objekta i što se nalazi na nekom području. GIS se koristi u mnogim područjima poput geodezije, geologije, hidrologije, hidrogeologije, oceanografije, meteorologije, arheologije, poljoprivrede, šumarstva, ekologije i zaštite okoliša, upravljanja zaštićenim područjima i životom u divljini, prometu, turizmu, zdravstvu, vodoprivredi i elektrodistribuciji, istraživanja, proizvodnje i distribucije nafte i plina.

3.4.1. Vizualni prikaz podataka

Glavna je funkcija geografskoga informacijskog sustava osigurati vizualni prikaz podataka. Procjenjuje se da 80 % podataka koje razmatramo imaju geoprostorni element nekakvoga oblika. GIS pruža način da se ti podatci pohrane u bazi podataka i potom vizualno prikažu u preslikanom obliku. (Izvor: Gislounge, Basic uses of GIS)



Slika 2 Preslikavanje zemljopisnih značajki koje pomažu gledatelju uočiti bunare oko jezera

3.4.2. Analiza blizine

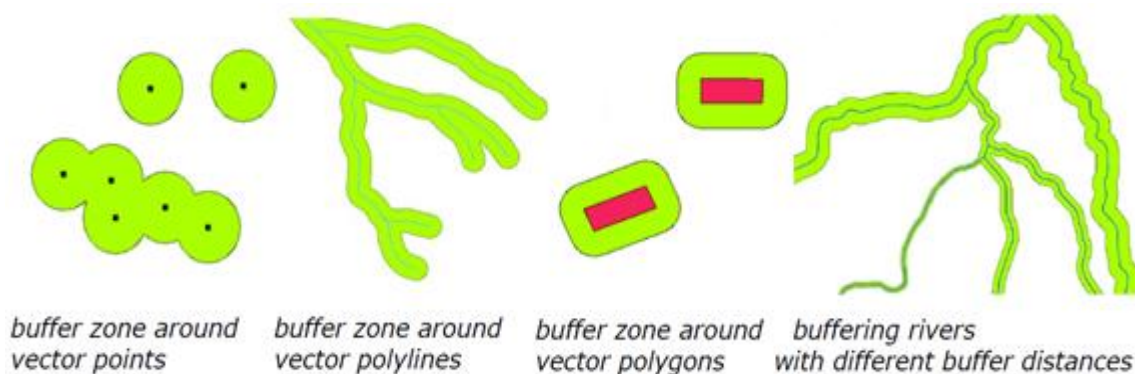
Analiza je blizine analitička tehnika koja se koristi za definiranje odnosa između određene lokacije i drugih lokacija ili točaka koje su na neki način povezane. Za točnu analizu blizine, različite teme koje se koriste moraju koristiti isti sustav referenciranja jer u protivnom može postojati točnost.

Analiza se blizine može koristiti za odgovor na nekoliko vrsta pitanja poput:

- Kolika je udaljenost između točke A i točke B?
- Koliko je, u prosjeku jedna točka udaljena od skupa drugih točaka ili uvjeta?
- Koja je udaljenost ravne linije između jedne točke i drugih odabranih točaka u tom sloju?

3.4.3. Zona utjecaja (Buffering)

Ta se tehnika koristi s analizom blizine za označavanje sfere utjecaja određene točke. *Buffering* uključuje stvaranje zone oko određene točke, linije ili poligona određene udaljenosti. (Izvor: Gislounge)



Slika 3 Primjeri *bufferinga* ili zone utjecaja

3.4.4. Potražnja klastera

Pomoću više algoritama moguće je odabrati skupinu nepovezanih točaka na temi koja odgovara skupu kriterija. Klaster može uključivati članove između kojih je udaljenost manja od određenoga iznosa ili područja gdje je gustoća točaka veća od određene razine.

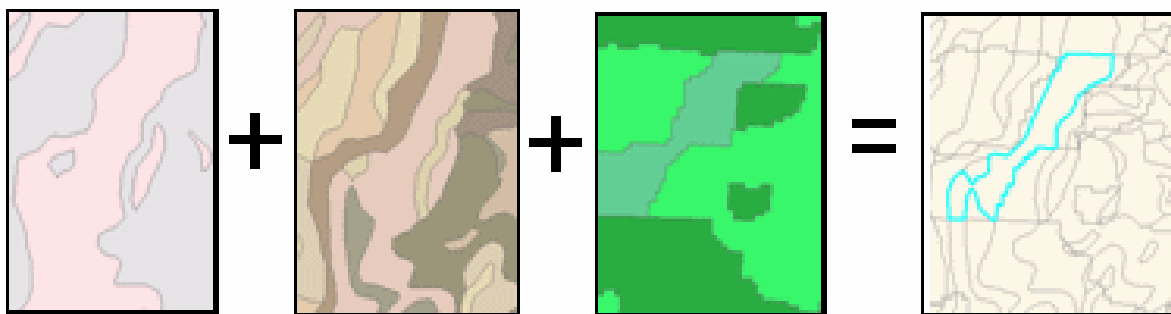
Tipični modeli klastera uključuju: modele povezivanja, modele centroida, modele distribucije, modele gustoće, modele potprostora i grupne modele.

3.4.5. Potražnja najbližega objekta

Može se objasniti kao tehnika koja se može koristiti za mjerenje udaljenosti između točke i ruba određenoga elementa koji je definiran kao poligon pomoću vektorskih točaka.

3.4.6. Što se nalazi na nekom području

Osnovna analiza koja omogućava da se dano područje od jedne teme kasnije, prekriva na podatke drugih tema. Jedan je primjer: kakvu vrstu tla nalazimo na školskim terenima ili kakvu je industrijsku upotrebu to područje imalo u posljednjih 50 godina.



FID	Shape*	FID_soils	CODE	CLASS	FID_sl	SLOPE	FID_veg	DET_TYPE
3039	Polygon	508	38F	6	0	60	117	A
3040	Polygon	508	38F	6	0	60	119	SS
3041	Polygon	508	38F	6	0	60	157	U
3042	Polygon	508	38F	6	0	60	158	A
3043	Polygon	508	38F	6	0	60	160	FC

Slika 4 Primjer *Overlay* analize

3.4.7. Analiza lokacije

Analiza lokacije je tehnika koja se najbolje koristi za prepoznavanje lokacije novoga prodajnog mjesta. Upotrijebljeni algoritmi imaju tendenciju da se usredotoče na maksimalne, minimalne ili srednje vrijednosti članova određenoga skupa podataka. (Izvor: Gislounge, Basic uses of GIS)

3.5. Povijest geografskih informacijskih sustava

Povijest se GIS-a sastoji od 3 faze: pionirstva i razvoja, komercijalizacije GIS softvera i usvajanja od korisnika.

Kartiranje je promijenilo način na koji razmišljamo o lokaciji. Karte su važan alat za donošenje odluka. Baze podataka, računalno kartiranje, daljinsko istraživanje, programiranje, geografija, matematika, računalno oblikovani dizajn i računarske znanosti igrali su ključnu ulogu u razvoju GIS-a.

Povijest je GIS-a započela 1854. godine kada je kolera pogodila London. Britanski je liječnik John Snow počeo mapirati mjesta epidemije, ceste, granice imovine i vodovodne linije. Kad je sve te značajke dodao na kartu, primijetio je da su slučajevi kolere obično pronađeni duž određene vodene linije. Rad je Johna Snowa pokazao da je GIS alat za rješavanje problema. Stavio je zemljopisne slojeve na papirnu mapu i pomogao smanjiti smrtnost uzrokovanu epidemijama kolere.

Povijest GIS-a možemo grupirati u nekoliko faza razvoja. U povijesti GIS-a prelazimo od statičnih papirnatih karata do dinamičnih digitalnih karata.

1950-ih karte su bile jednostavne. Imale su svoje mjesto u usmjeravanju vozila, novom planiranju razvoja i pronalaženju zanimljivih mjesta, ali ništa od toga nije učinjeno na računalima.

Od početka 1960-ih do 1980. godine bilo je razdoblje GIS pionirstva. Bilo je napretka u tehnologiji i grafičke su karte počele izlaziti putem linijskih pisaa, zabilježen je napredak u pohrani podataka sa središnjim računalima (eng. *mainframe computer*) i snimanju koordinata kao unosa podataka.

Rogera Tomlinsona smatramo ocem GIS-a. On je za vrijeme svoga mandata s kanadskom vladom u 1960-ima pokrenuo, planirao i usmjerio razvoj Kanadskoga geografskog informacijskog sustava (CGIS). To je bilo ključno vrijeme u povijesti GIS-a jer mnogi smatraju CGIS korijenom geografskih informacijskih sustava. CGIS je bio jedinstven jer je prihvatio slojni pristupni sustav za upravljanje kartama. (Izvor: GisGeography, The remarkable history of GIS)

Od 1975. do 1990-ih započinje komercijalizacija softvera GIS. Vlade su shvatile prednosti digitalnoga mapiranja, pa je utjecalo i na rad Harvard laboratorijske

računalne grafike. Sredinom 1970-ih *Harvard Laboratory Computer Graphics* razvio je prvi vektorski GIS pod nazivom *ODYSSEY GIS*.

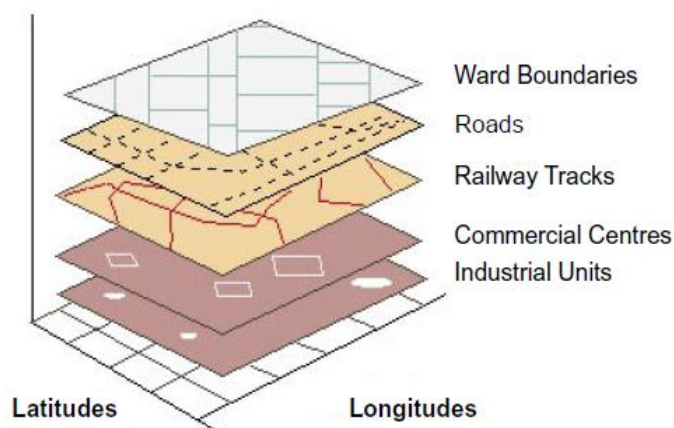
U kasnim 1970-ima, poboljšavala se veličina memorije kao i grafičke mogućnosti. Novi su proizvodi računalne kartografije uključivali: GIMMS (geografski sustavi za izradu i upravljanje zemljopisnim podacima), MAPICS, SURFACE, GRID, IMGRID, GEOMAP i MAP. Krajem 1980-ih, taj je segment povijesti GIS-a obilježen sve većim nizom dobavljača GIS softvera. Jedan je od tih dobavljača GIS softvera bio Esri, koji je trenutačno najveća GIS softverska tvrtka na svijetu. Esri je sada vodeći svjetski stručnjak za razvoj GIS softvera i igrao je ključnu ulogu u povijesti GIS-a.

Sve su komponente bile spremne za infiltraciju GIS-a u ljudske potrebe. Najvažnije i unapređene komponente bile su: jeftinija, brža i moćnija računala, više opcija softvera, dostupnost podataka, pokretanje novih satelita i integracija tehnologije daljinskoga upravljanja. Međutim, napredak u tehnologiji nadmašio je prosječnoga korisnika. Korisnici GIS-a nisu znali u potpunosti iskoristiti GIS tehnologiju. Zemlje nisu imale pristup topografskim podacima. Postupno se prepoznavala važnost prostorne analize za donošenje odluka. GIS se polako uvodio u učionice i tvrtke. Softver je mogao upravljati vektorskim i rasterskim podacima.

U današnjici nam je općenito znatno olakšan rad što se tiče tehnologije jer sada procesori procesiraju brzinom u gigahercima, grafičke su kartice jasnije nego ikad prije, a pohrana je podataka u terabajtima. (Izvor: *GisGeography, The remarkable history of GIS*)

3.6. GIS-ov pogled na svijet

GIS pruža snažne alate za rješavanje geografskih i okolišnih problema. Zamislite da nam GIS omogućava organiziranje podataka o određenoj regiji ili gradu kao skup karata pri čemu svaka karta prikazuje informacije o jednoj karakteristici regije.



Slika 5 GIS: integriranje tehnologija

U gornjem je prikazu vidljiv skup karata, odnosno slojeva koji će biti korisni za planiranje gradskoga prijevoza. Svaka se od tih zasebnih tematskih karata naziva sloj, pokrivenost ili razina. Svaki je sloj pažljivo prekriven ostalima, tako da se svaka lokacija precizno podudara s odgovarajućim mjestima na svim ostalim mapama. (Fazal S., 2018., str. 8.)

3.7. Važnost GIS-a

GIS tehnologija je za geografsku analizu ono što su mikroskop, teleskop i računala bila drugim znanostima. Stoga, GIS integrira prostorne i druge vrste informacija u jedinstveni sustav, odnosno nudi dosljedan okvir za analizu geografskih podataka. Stavljanjem karata i drugih vrsta prostornih informacija u digitalni oblik, GIS nam omogućuje manipuliranje i prikazivanje geografskih znanja na nove i zanimljive načine i povezuje aktivnosti na temelju geografske blizine. Karte su fascinantne, kao i karte u računalima, a u posljednje je vrijeme sve veći interes za geografiju i zemljopisno obrazovanje. GIS pruža *visokotehnoški* osjećaj geografskim podacima. (Fazal S., 2018., str. 9.)

4. Komponente GIS-a

GIS se sastoji od hardvera, softvera, podataka, ljudi i skupa organizacijskih protokola. Te komponente moraju biti dobro integrirane za učinkovitu uporabu GIS-a. Izbor i kupnja hardvera i softvera često je najlakši i najbrži korak u razvoju GIS-a. Prikupljanje i organizacija podataka, razvoj osoblja i uspostava protokola za korištenje GIS-a često su teža i dugotrajnija nastojanja. (Bolstad P., 2016., str. 15.)

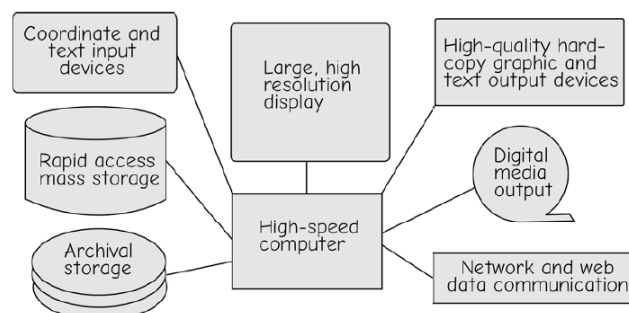
Glavne su komponente GIS-a: hardver, softver, podatci, metode rada i organizacije i ljudski resursi.

4.1. Hardver

Hardver čine računala na kojima se pokreće GIS softver. Danas postoji različit raspon računala, a to može biti temeljeno na skupu radnih površina (desktop verzija) ili poslužitelju (server verzija). ArcGIS server je poslužiteljsko računalo na kojem GIS softver radi na mrežnom računalu ili u oblaku. Da bi računalo radilo dobro, svaka komponenta hardvera mora imati visoki kapacitet. (Izvor: Grindgis, Components of GIS)

Brzo računalo, veliki kapaciteti za pohranu podataka i visokokvalitetan veliki zaslon čine hardverske temelja većine GIS-a. Potrebno je brzo računalo jer se prostorne analize često primjenjuju na velikim površinama i/ili pri velikim prostornim razlučivostima.

Iako je većina računala i ostatak hardvera koji se koriste u GIS-u opće namjene i prilagodljiva za širok raspon zadataka, postoje i specijalizirane hardverske komponente koje su posebno dizajnirane za upotrebu spomenutih računala s prostornim podacima. (Bolstad P., 2016., str. 15.)

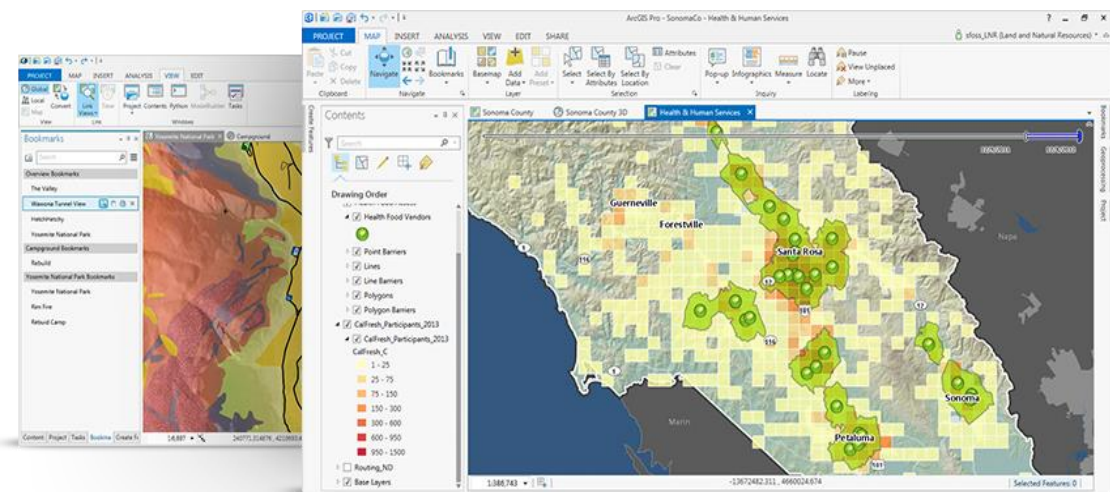


Slika 6 GIS se obično koristi s većim brojem općih i specijaliziranih hardverskih komponenti

4.2. Softver

GIS softver pruža alate za upravljanje, analizu, učinkovito prikazivanje i širenje prostornih informacija. GIS po potrebi uključuje prikupljanje i manipuliranje koordinatama. Također, moramo prikupiti kvalitativne ili kvantitativne podatke o neprostornim atributima geografskih obilježja.

Potrebni su nam alati za pregled i uređivanje tih podataka, manipuliranje njima za generiranje, izdvajanje potrebnih informacija i izradu materijala za priopćavanje informacija koje smo razvili. Nekoliko je GIS-ovih softvera: ArcGis, ArcView 3.2, QGIS, SAGA GIS.



Slika 7 ArcGis softver

Ključne su komponente softvera: alati za unos i manipuliranje geografskim podacima, sustav za upravljanje bazama podataka (DBMS) i alati koji podržavaju geografske upite, analize i vizualizaciju. (Izvor: Grindgis, Components of GIS)

4.3. Podatci

Podatci su jedna od najvažnijih komponenata GIS-a. Geografski podatci i povezani tablični podatci mogu se prikupljati kod kuće, odnosno s nekoga određenog mjesta ili ih se može kupiti od komercijalnoga davatelja podataka. GIS će integrirati prostorne podatke s drugim resursima podataka, a može koristiti i baze podataka

koje većina organizacija koristi za organiziranje i održavanje svojih podataka za upravljanje prostornim podacima. Postoje tri vrste podataka kod primjene GIS-a: **vektorski podatci, rasterski podatci i atributni podatci.**

4.4. Metode

Za uspješan je rad GIS-a važan dobro osmišljen plan i pravila poslovanja. Kao i u svim organizacijama, koje se bave sofisticiranom tehnologijom, novi se alati mogu učinkovito koristiti samo ako su pravilno integrirani u cjelokupnu poslovnu strategiju i poslovanje. Da bi se to pravilno postiglo, potrebna su ne samo ulaganja u hardver i softver, već i u prekvalifikaciju i/ili zapošljavanje osoblja za korištenje nove tehnologije u odgovarajućem organizacijskom kontekstu. Metode se mogu razlikovati kod različitih organizacija. Sve su organizacije dokumentirale vlastiti procesni plan za rad GIS-a. (Izvor: Planet botany, Ecological informatics)

GIS kao sustav i tehnologija funkcionira kroz 6 osnovnih metoda: prikupljanje podataka, pohranjivanje podataka, upravljanje podacima, dohvat podataka, analiza podataka i prikaz podataka.

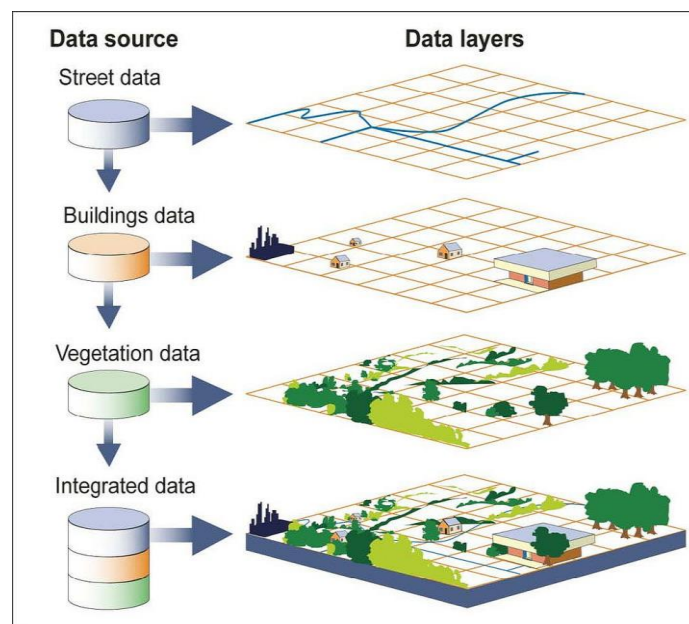
4.5. Ljudski resursi

Ljudi su korisnici GIS-a na izravan i neizravan način. Oni pokreću GIS softver. Hardver i softver imali su ogroman razvoj koji je ljudima olakšao pokretanje GIS softvera. Računala su također pristupačna pa ih ljudi koriste za GIS zadatak. Taj zadatak može biti stvaranje jednostavne karte ili izvođenje prethodne GIS analize. Ljudi su glavna komponenta uspješnoga GIS-a. (Izvor: Grindgis, Components of GIS) Kvalitetno je obrazovanje vrlo važno u GIS-u, a to znači uzimanje najboljih kombinacija klase i za kraj odabir najbolje vrste GIS-ovoga posla. Bitno je da pojedinci pohađaju potrebne sate programiranja iako mogu biti vrlo vješti u GIS analizi da bi mogli osigurati posao kao GIS programeri. (Izvor: Gistic, Important GIS Components)

5. Podatci i informacije u GIS-u

Podatci se općenito odnose na činjenice, mjerenja, karakteristike ili osobine predmeta interesa. Primjerice, možemo prikupiti sve vrste podataka o raznim stvarima, poput duljine rijeke Dunav, broja vegetarijanaca u Hrvatskoj, promjera stabla u određenoj šumi, itd.

Kad se podatci stave u kontekst, pomoću kojega se odgovori na pitanja koja se nalaze unutar analitičkih okvira ili se koriste za dobivanje uvida, oni postaju informacije. Informacije se jednostavno odnose na poznavanje vrijednosti dobivene prikupljanjem, interpretacijom i/ili analizom podataka. Uz računala nije potrebno prikupljati, snimati, manipulirati, obraditi, vizualizirati podatke ili ih obraditi u informacijama jer informacijska tehnologija može biti od velike pomoći. Poput generičkih podataka, geografski ili prostorni podatci odnose se na zemljopisne činjenice, mjerenja ili karakteristike objekta koje nam omogućuju da definiramo njegov položaj na Zemljinoj površini. (Izvor: Saylor dot org, Data, Information and Where to Find Them)



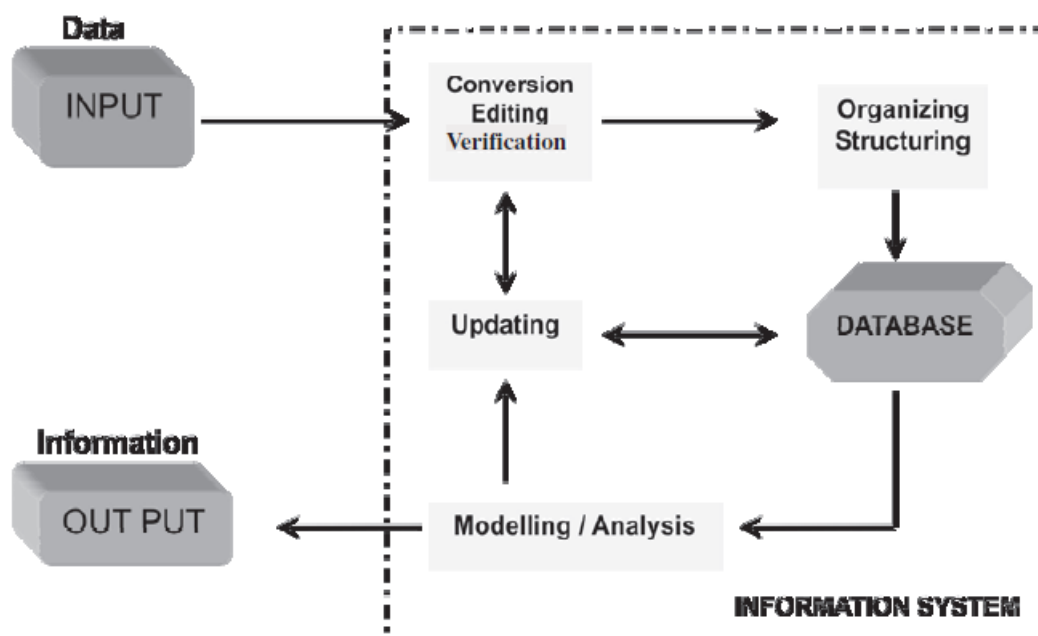
Slika 8 Primjer GIS-ovoga modela s podacima

Podatci su definirani kao skup činjenica ili brojki koji se sustavno prikupljaju za jednu ili više određenih svrha. Podatci mogu postojati u obliku: jezičnih izraza (ime, starost, adresa, datum, vlasništvo), simboličnih izraza (prometni znakovi),

matematičkih izraza ($E = mc^2$), signala (elektromagnetski valovi). GIS naglašava korištenje prostorne dimenzije za pretvaranje podataka u informacije koje pomažu u razumijevanju zemljopisnih pojava.

Informacije su definirane kao podatci koji su obrađeni u obrascu koji ima značaj za primatelja i koji ima perceptivnu vrijednost u trenutačnom ili budućem odlučivanju. Iako su podatci sastojci informacija, nisu svi podatci korisni. Podatci, koji čine jednu korisnu informaciju za jednu osobu, ne moraju biti korisni drugoj osobi. Informacije su korisne primateljima samo kada su: relevantne (prema planiranim namjenama i uz odgovarajuću razinu potrebnih detalja), pouzdane, točne i provjerljive (neovisno o sredstvima), ažurne i pravovremene (ovisno o namjeni), cjelovite (u pogledu atributa, prostornoga i vremenskoga pokrivanja), razumljive (tj. razumljive primatelju), dosljedne (s drugim izvorima informacija), praktične, lagane za rukovanje i adekvatno zaštićene.

Funkcija je informacijskoga sustava da promijeni *podatke* u *informacije*, koristeći sljedeće procese: pretvorbu, organizaciju, strukturiranje i modeliranje. (Fazal S., 2008., str. 84.)



Slika 9 Pretvorba podataka u informacije u informacijskome sustavu

5.1. Prostorni i neprostorni podatci

Prostorni podatci uključuju lokaciju, oblik veličinu i orijentaciju. Primjerice, kod kvadrata, središte određuje njegovo mjesto, oblik mu je kvadrat, duljina jedne od njegovih strana određuje njegovu veličinu, a kut njegove dijagonale određuje njezinu orijentaciju.

Neprostorni su podatci oni koji su neovisni o svim geometrijskim aspektima. Primjerice, visina neke osobe, masa i dob osobe nisu prostorni podatci jer su neovisni o lokaciji osobe. Između prostornih i neprostornih podataka postoje temeljne razlike. Prostorni su podatci općenito višedimenzionalni i automatski povezani, a neprostorni su podatci općenito jednodimenzionalni i neovisni. Sortiranje je možda najčešća i najvažnija funkcija obrade neprostornih podataka koja se izvodi. Te razlike opravdavaju odvojeno razmatranje modela prostornih i neprostornih podataka.

5.2. Prikupljanje podataka

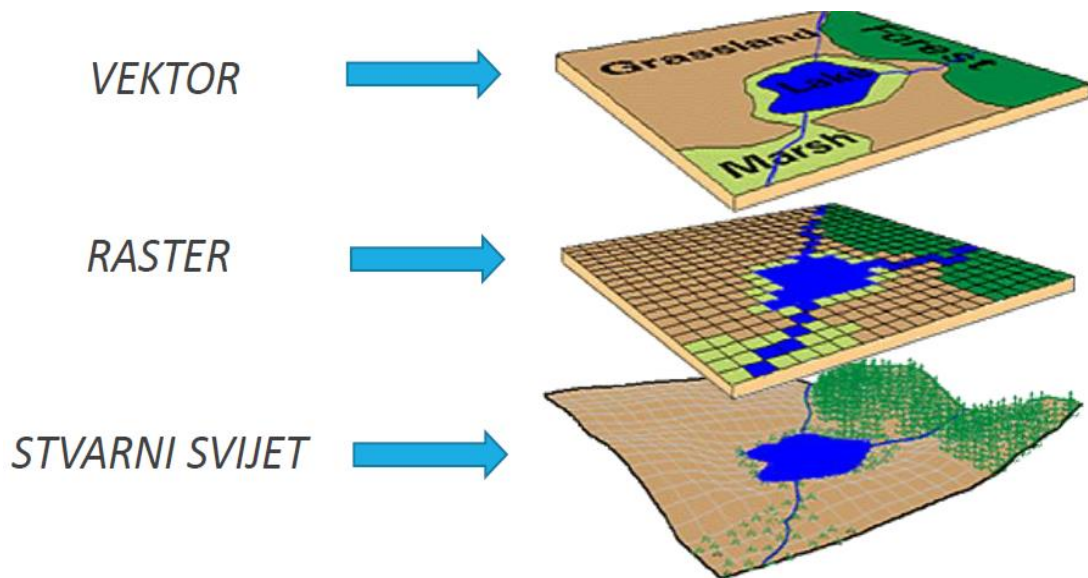
Funkcionalnost GIS-a ovisi o kvaliteti dostupnih podataka. Prava se vrijednost GIS-a može ostvariti samo ako su dostupni alati za prikupljanje prostornih podataka i njihovo integriranje s podacima atributa. Prostorne su informacije prikazane na dva načina: kao vektorski podatci u obliku točaka, linija i područja (poligona) ili kao mrežni raster podatci u obliku uniformnih, sustavno organiziranih ćelija. Geometrijske se prezentacije obično nazivaju digitalnim kartama. Karte su po svojoj prirodi analogne, bilo da su crtane ručno ili strojem, da se pojavljuju na papiru ili su prikazane na ekranu. GIS ne proizvodi digitalne mape, nego analogne karte iz podataka digitalnih karata.

GIS može sadržavati širok izbor geografskih podataka koji potječu iz različitih izvora. Primarni su izvori podataka oni prikupljeni posebno za uporabu u GIS-u. Tipični primjeri primarnih GIS izvora uključuju rasterske IRS, SPOT i IKONOS satelitske snimke Zemlje i anketno-vektorsko mjerenje zgrada koje je snimljeno pomoću anketne stanice. (Fazal S., 2008., str 116, 117 i 118)

5.3. Model podataka

Modeli su podataka skup pravila i/ili konstrukcija koji se koriste za opisivanje i predstavljanje aspekata stvarnoga svijeta na računalu. Podatci u GIS-u predstavljaju

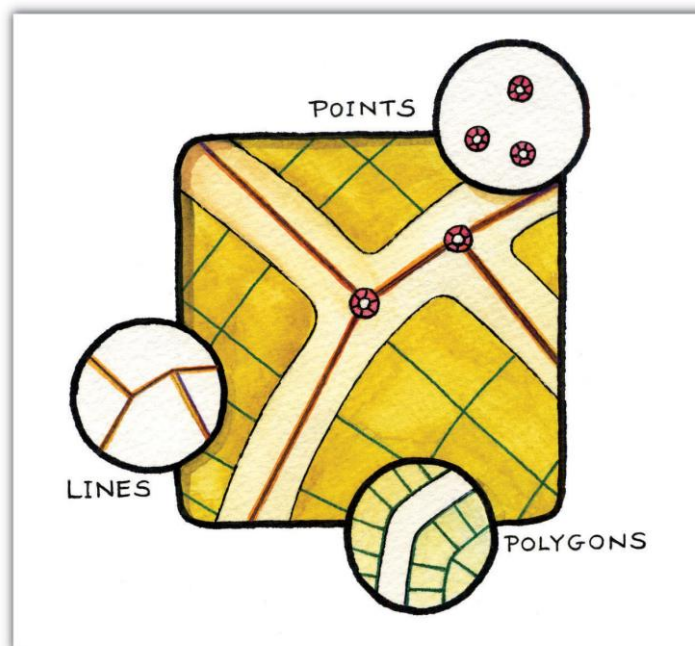
pojednostavljeni prikaz fizičkih cjelina, cesta, planina, mjesta nesreće ili drugih značajki koje želimo prepoznati. Postoje dvije vrste modela podataka: **vektorski model i rasterski model**. Modeli podataka ponekad su međusobno zamjenjivi tako da se mnogi fenomeni mogu predstaviti vektorskim ili rasterskim pristupom. Primjerice, nadmorsko se područje može prikazati kao površina (neprekidno polje) ili kao niz linija koje predstavljaju konture jednake nadmorske visine (diskretni objekti). (Bolstad P., 2016., str. 29.)



Slika 10 Primjer vektora i rastera

5.3.1. Vektorski model

Vektorski model koristi skupove koordinata i pridruženih atributskih podataka za definiranje diskretnih objekata. Skupine koordinata definiraju lokaciju i granice diskretnih objekata, a ti se koordinatni podatci uz vlastite pridružene attribute koriste za stvaranje vektorskih objekata koji predstavljaju entitete iz stvarnoga svijeta. Postoje tri osnovne vrste vektorskih objekata: točke, linije i poligoni. (Bolstad P., 2016., str. 42.)



Slika 11 Vrste vektorskih objekata: točke, linije i poligoni

Pojedina točka koristi jedan par koordinata da predstavi lokaciju entiteta za koji se smatra da nema dimenziju. Nekoliko je primjera entiteta koji su često predstavljeni kao točkasti objekti: plinski bunari, svjetlosni stupovi, mjesto nesreće i mjesta izmjere. Neke od njih imaju stvarnu fizičku dimenziju, ali za potrebe GIS korisnika mogu biti prikazani kao točke. Time se želi reći da veličina ili dimenzija entiteta nije bitna, već samo njegov položaj. **Crte ili lukovi** su predstavljeni kao linije pri korištenju vektorskih podataka. Linije su najčešće predstavljene kao skup uređenih koordinatnih parova. (Bolstad P., 2016., str. 42.)

Poligoni su dvodimenzionalne značajke nastale iz više linija koje se vežu natrag kako bi stvorile *zatvorenu* značajku. Poligoni se koriste za predstavljanje obilježja poput gradskih granica, geoloških formacija, jezera, udruženja tla, vegetacijskih zajednica, itd. Također se nazivaju područja. (Izvor: Saylordotorg, Vector data models)

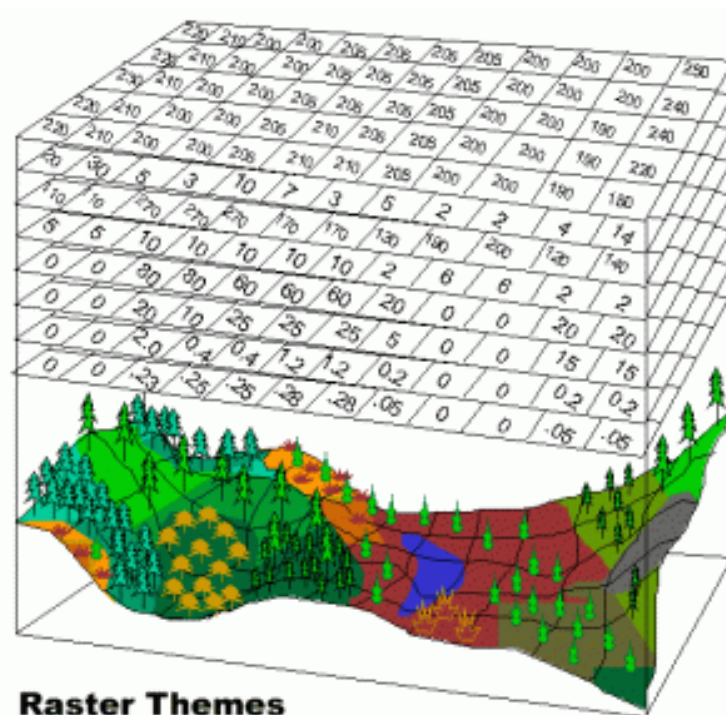
Vektorski se podatci lako mogu uređivati te im se lako mogu mijenjati pripadajući grafički i opisni podatci. Vektorski je GIS složeniji zbog potrebe za vrlo složenim prostornim operacijama, ali je zato i precizniji od rasterskoga GIS-a. (Izvor: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Osnove geoinformatike)

5.3.2. Rasterski model

Rasterski se model podataka naširoko koristi u aplikacijama koje nadmašuju geografske informacijske sustave (GIS). Sveprisutni se formati JPEG, BMP i TIFF temelje na rasterskom modelu podataka. Rasterski se model podataka sastoji od redaka i stupaca jednakih veličina piksela međusobno povezanih u obliku ravne površine. Ti se pikseli koriste kao gradivni blokovi za stvaranje točaka, linija, područja, mreža i površina.

Upotreba rasterskih modela podataka nudi mnoge prednosti. Tehnologija je, potrebna za stvaranje rasterske grafike, jeftina i sveprisutna. Dodatna je prednost rasterske grafike relativna jednostavnost temeljne strukture podataka. Svako mjesto rešetke predstavljeno na rasterskoj slici povezano je s jednom vrijednošću.

Unatoč prednostima, postoji i nekoliko nedostataka korištenja rasterskih modela podataka. Prvi je nedostatak taj što su rasterske datoteke obično vrlo velike. Osobito u slučaju rasterskih slika sagrađenih iz metodologije kodiranja stanica po ćelijama, sam broj vrijednosti pohranjenih za određeni skup podataka rezultira potencijalno robusnim datotekama. (Izvor: Justbtech, Types of raster data model: Advantages, Disadvantages)



Slika 12 Rasterski model

5.4. Formati korišteni u GIS-u

Jedan je od najvećih problema s podacima dobivenim iz vanjskih izvora taj što se oni mogu kodirati u više različitih formata. Postoji više različitih formata geografskih podataka jer jedan određeni format nije prikladan za sve zadatke i aplikacije. Mnoštvo se različitih formata razvilo kao odgovor na različite zahtjeve korisnika.

Mnogi su ljudi tražili alate za premještanje podataka između sustava i ponovnu upotrebu podataka putem otvorenih programskih sučelja (API-ja). Nakon iskazanih potreba, mnogi GIS softverski sustavi sada mogu automatski izravno čitati CAD, DWG i DXF, Microstation, DGN, Shapefile, VPF i mnoge formate slika. (Fazal S., 2008. str. 142.)

Vector	Raster (Image)
Automated Mapping System (AMS)	Arc Digitized Raster Graphics (ADRG)
ESRI Coverage	Band Interleaved by line (BIL)
Computer Graphics Metafile (CGM)	Band Interleaved by Pixel (BIP)
Digital Feature Analysis Data (DFAD)	Band Sequential (BSQ)
Encapsulated Postscript (EPS)	Windows Bitmap (BMP)
Microstation drawing file format (DGN)	Device-Independent Bitmap (DIB)
Dual Independent Map Encoding (DIME)	Compressed Arc Digitized Raster Graphics (CADRG)
Digital line Graph (DLG)	Controlled Image Base (CIB)
AutoCAD Drawing Exchange Format (DXF)	Digital Terrain Elevation Data (DTED)
AutoCAD Drawing (DWG)	ERMMapper
MapBase file (ETAK)	Graphics Interchange Format (GIF)
ESRI Geodatabase	ERDAS IMAGINE (IMG)
Land Use and Land Cover Data (GIRAS)	ERDAS 7.5 (GIS)
Interactive Graphic Design Software (IGDS)	ESRI GRID file (GRID)
Initial Graphics Exchange Standard (IGES)	JPEG File Interchange Format (JFIF)
Map Information Assembly Display System (MIADS)	Multi-resolution Seamless Image Database (MrSID)
MOSS Export File (MOSS)	Tag Image File Format (TIFF; GeoTIFF)
TIGER/line file: Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing (TIGER)	Portable Network Graphics (PNG)
Spatial Data Transfer Standard/Topological Vector Profile (SDTS/TVP)	







Slika 13 Formati podataka u GIS-u

5.4.1. Shapefile

Shapefile je najčešći format u GIS-u. To je vektorski format koji mogu pročitati gotovo svi GIS sustavi. Naziv *Shapefile* malo je varljiv jer se datoteka sastoji od najmanje četiri dijela: .SHP, .DBF, .PRJ i .SHX.

.SHP sadrži geometriju svake značajke.

.DBF je datoteka baze podataka koja sadrži podatke atributa za sve značajke u skupu podataka. Ta je datoteka vrlo slična listiću u proračunskoj tablici, pa se čak može otvoriti i u Excelu.

Name	Date modified	Type	Size
 map.cpg	4/11/2015 5:01 PM	CPG File	1 KB
 map.csv	4/11/2015 5:35 PM	Microsoft Excel Com...	1 KB
 map.dbf	4/11/2015 4:39 PM	DBF File	6 KB
 map.prj	4/11/2015 5:01 PM	PRJ File	1 KB
 map.shp	4/11/2015 5:01 PM	SHP File	77 KB
 map.shx	4/11/2015 5:01 PM	SHX File	1 KB

Slika 14 Primjer *Shapefilea*

5.4.2. CSV (Comma Separated Value File)

Iako CSV nije isključivo format mapiranja, on se često koristi u mapiranju. Ljepota je CSV-a njegova jednostavnost. Ta jednostavnost znači da ga može čitati gotovo svaki program, uključujući Excel ili Google Docs.

To je doslovno tekstualna datoteka u kojoj su stupci odvojeni zarezima, a redovi razdvojeni prijelomima redaka. Kad se koristi u mapiranju, dodaju se dva dodatna stupaca za držanje *x* i *y*, odnosno koordinate *lat* i *lon* (širina i dužina). Loša je strana CSV-a osjetljivost na zarez. Dovoljan je samo jedan zarez na pogrešnom mjestu i datoteka postaje nečitljiva. (Izvor: Mangomap, GIS data)

5.4.3. Datoteka GeoDatabase

Mapa datoteka je zbirka na disku koja može pohraniti, pregledati i upravljati prostornim i neprostornim podacima. To je popularan format među naprednim GIS korisnicima.

5.4.4. *Tab File*

To je format vrlo sličan *Shapefileu* i zadani je format koji koristi *MapInfo* desktop GIS sustav. (Izvor: Mangomap, GIS data)

5.4.5. *KML*

To je format kojeg će najvjerojatnije znati korisnici koji nisu upoznati s GIS-om jer je zadani format datoteke Google Earth. Za razliku od ostalih prikazanih skupova podataka, KML radi više od samoga pohranjivanja geometrije i atributnih podataka, također sadrži puno opcija za konfiguracije za karte Google Earth.

5.4.6. *GeoJSON*

JSON ili punim nazivom JavaScript Object Notation je lagan oblik razmjene podataka. Primarno ga koriste programeri softvera zbog lakoće rada s mrežnim aplikacijama. GeoJSON je oblik JSON-a koji također sadrži podatke o geometriji.

5.4.7. *GeoTIFF*

GeoTIFF je najčešće podržani rasterski format podataka. TIFF je *bitmap* format slike sličan GIF-u, PNG-u ili JPEG-u. GeoTIFF je samo običan TIFF koji sadrži i posebne metapodatke koji nam omogućuju da znamo gdje ga treba staviti, odnosno pozicionirati na karti. GeoTIFF je nekomprimirani format. Postoje mnogi drugi rasterski formati koji nude komprimiranje za smanjenje veličine datoteke, ali oni imaju neke posebne formate koji zahtijevaju određene plaćene softvere pri otvaranju. (Izvor: Mangomap, GIS data)

6. Baze podataka u GIS-u

Godinama su se podatci pohranjivali u ormare za datoteke, podrumu i u glave zaposlenika u obliku institucijskoga znanja. To nije nužno loša stvar, tehnologija jednostavno nije bila dostupna. Premještanje podataka s papira u elektroničke baze podataka pomoglo nam je kod uštede vremena i novca za privatne i javne subjekte širom svijeta. Koncept je baze podataka pristup organizaciji informacija u računalnoj obradi podataka danas.

Baze podataka korištene u GIS-u predstavljaju jedinstvenu najvažniju cjelinu sustava. GIS baze podataka koristi se tehnologijom za međusobno povezivanje što sustavu omogućuje dovršavanje složenih analiza i upita.

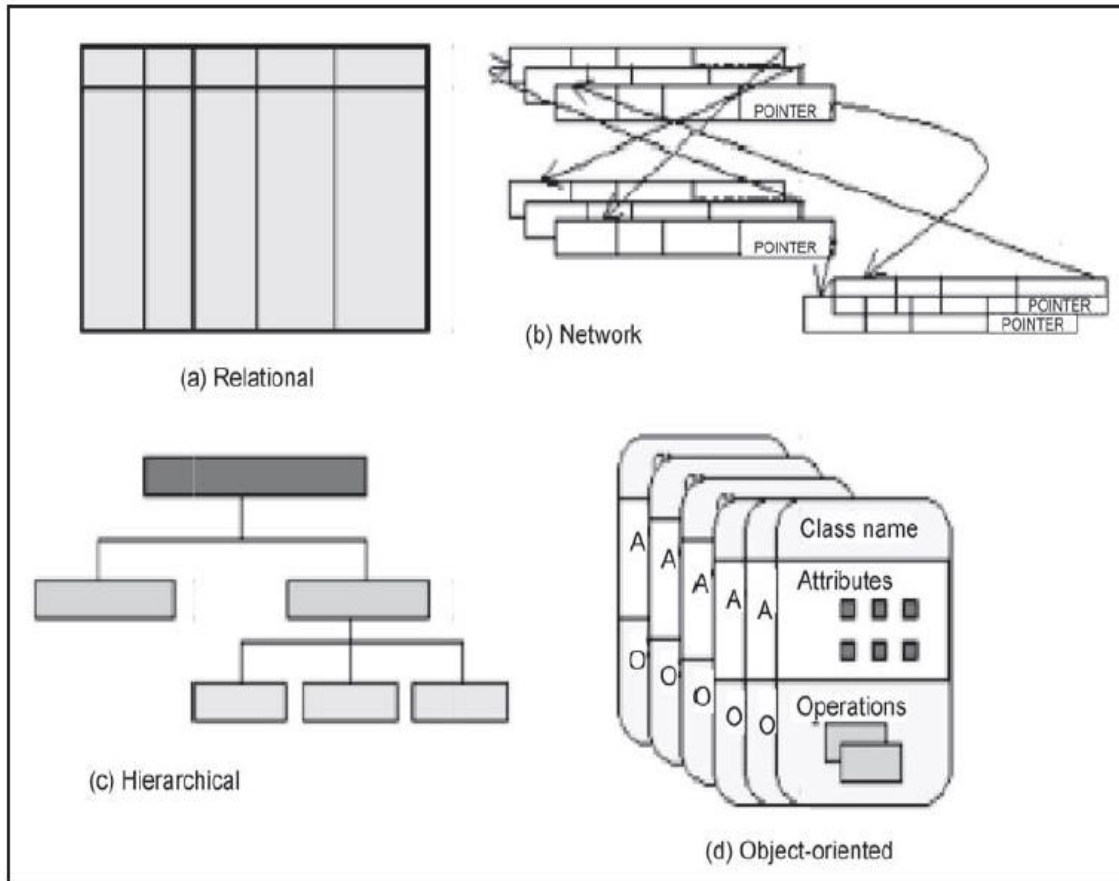
GIS koristi podatke u obliku tablica. Te su tablice povezane fizički zemljopisnim lokacijama koje dolaze u točkama, linijama ili poligonima.

Podatci su jednako dobri kao i osoba koja ih stvara. Bitno je odvojiti vremena da bi se kvalitetno i ispravno ispunila sva polja bez ikakvih gubitaka podataka. Baza podataka sastoji se od grafičkoga i tabličnoga (atributivnog) dijela koji su funkcionalno povezani. (Izvor: GISConsortium, Importance of databases)

Baza je podataka definirana kao automatizirana, formalno definirana i centralno kontrolirana zbirka trajnih podataka koje koriste i dijele različiti korisnici u poduzeću. *Centralno kontrolirana* znači da su danas baze podataka fizički distribuirane u različitim računalnim sustavima iste ili različite lokacije. Podatci su u bazi podataka opisani kao *trajni* u smislu da se razlikuju od *prolaznih* podataka kao što su unos i izlaz iz informacijskoga sustava. Podatci obično ostaju u bazi podataka dulje vrijeme iako se stvarni sadržaj podataka može vrlo često mijenjati. Upotreba baze podataka predstavlja promjenu percepcije podataka, načina obrade podataka i svrhe njihove uporabe, a ne fizičko pohranjivanje podataka. Baza je podataka postavljena da služi informacijskim potrebama organizacije, a razmjena podataka ključna je za koncept baze podataka. Baze se podataka mogu organizirati na različite načine poznate kao modeli baze podataka. Uobičajeni su modeli baza podataka: relacijski, mrežni, hijerarhijski i objektno orijentirani.

Relacijski se podatci organiziraju zapisima u relacijama koje nalikuju tablici, a mrežni se podatci organiziraju zapisima koji su klasificirani u tipove zapisa s 1:n pokazivačima koji povezuju pridružene zapise.

Hijerarhijski se podatci organiziraju evidencijama o odnosima roditelj – dijete 1:n dok se objektno orijentirani podatci jedinstveno identificiraju kao pojedinačni objekti koji su klasificirani. (Fazal S., 2008. str. 89.)



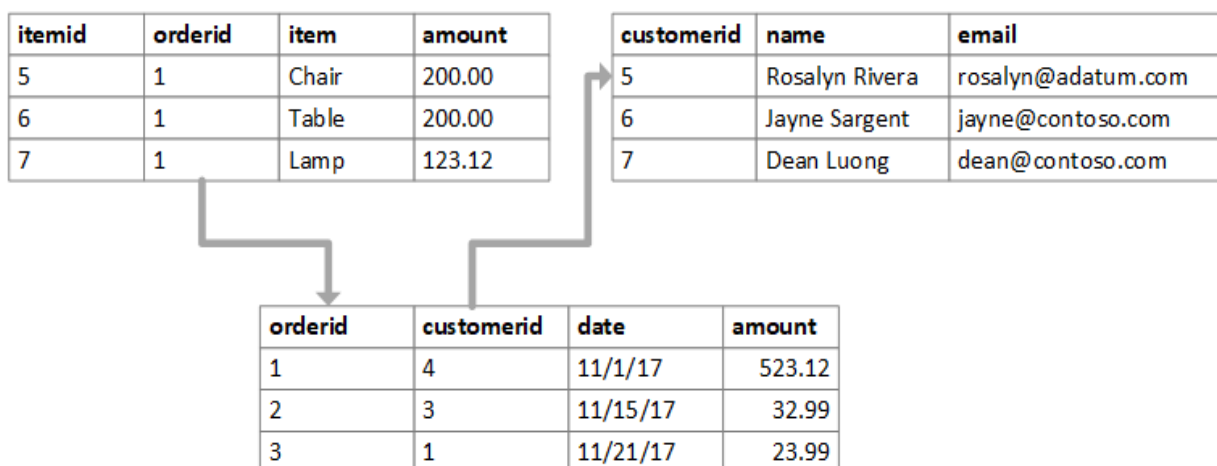
Slika 15 Modeli baze podataka

6.1. Relacijska baza podataka

Relacijska je baza podataka zbirka podataka koja je organizirana kao skup formalno opisanih tablica iz kojih se podacima može pristupiti ili ponovno sastaviti na više različitih načina bez potrebe za reorganizacijom tablica baze podataka. Relacijska se baza podataka sastoji od jedne ili više tablica. DBMS (i datotečni sustav za geo baze podataka) pruža jednostavan, formalni model podataka za pohranu i rad s informacijama u tablicama.

Glavna su svojstva te vrste baza podataka:

- Podatci su organizirani u tablice
- Tablice sadrže retke
- Svi redci u tablici imaju iste stupce
- Svaki stupac ima vrstu – definirani tip, kao što je cijeli broj, decimalni broj, znak, datum, itd.
- Odnosi se koriste za povezivanje redaka iz jedne tablice s redovima u drugoj tablici. Odnos se temelji na zajedničkom stupcu (ili stupcima) u svakoj od vezanih tablica.
- Pravilo relacijskoga integriteta vrijedi za tablice. Na primjer, svaki redak uvijek ima iste stupce, domena navodi važeće vrijednosti ili raspone vrijednosti za određeni stupac, itd. (Izvor: Bayt, What is RDBMS and what is its use in GIS)

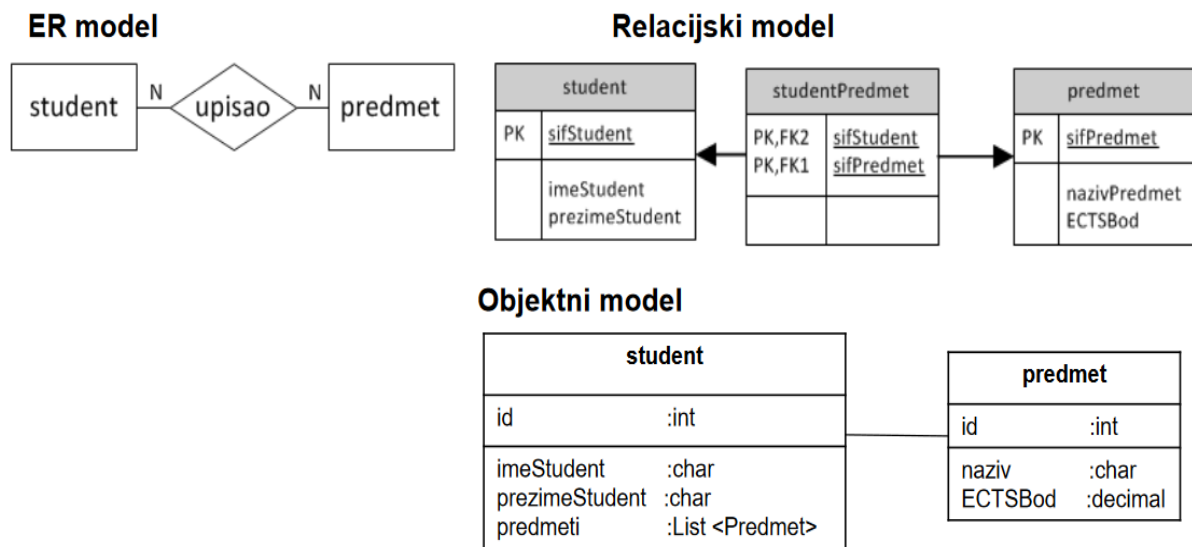


Slika 16 Relacijski model baze podataka

6.2. Objektno orijentirana baza podataka

Osnovna je ideja objektnoga orijentiranja promatranje u kojem se svijet često doživljava kao skup objekata koji međusobno djeluju na specifičan način. Interakcija se objekata može promatrati kao prilog ili poruka objektu. Relacijske baze podataka nisu prikladne za aplikacije koje koriste složene tipove podataka ili nove tipove podataka za velike nestrukturirane objekte (nestrukturirani tekst, multimedija, GIS objekti...).

Model se relacijskih baza podataka bitno razlikuje od objektnoga modela aplikacija realiziranih objektno orijentiranim jezicima (Java, C#).



Slika 17 Relacijski i objektni model

Objektno orijentirane baze podataka nazivamo još i bazama objekata (eng. *object databases*). (Izvor: FER, unizg., Napredni modeli i baze podataka)

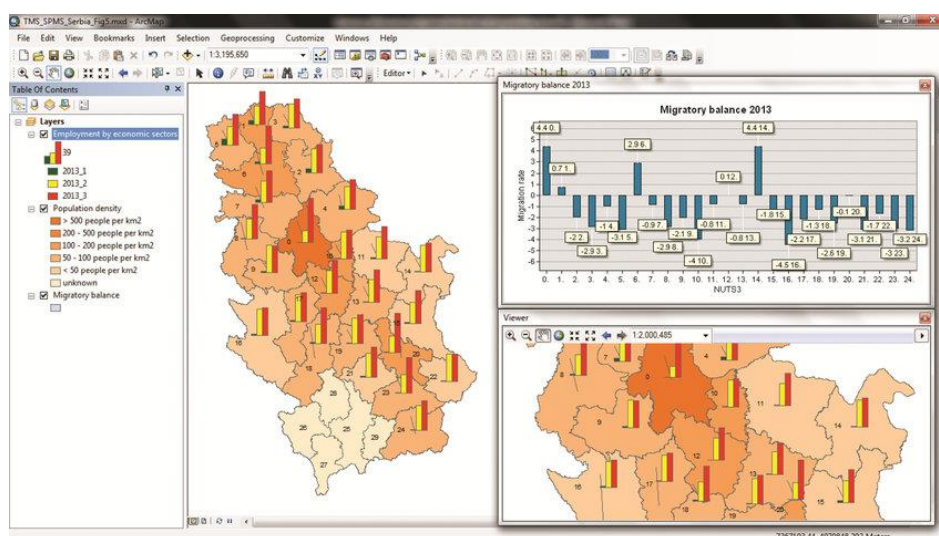
7. Geovizualizacija

Geografska vizualizacija označava primjenu svakoga grafičkog prikaza čija je osnovna namjena poboljšanje razumijevanja prostornih odnosa, koncepata, uvjeta, procesa. (Dodge, McDerby, Turner, 2008).

Geovizualizacija predstavlja sintezu znanstvene vizualizacije, kartografije, analize satelitskih snimaka, statičke analize prostornih podataka i GIS-a da bi se razvila teorija, metode i alati za vizualno istraživanje, analizu, sintezu i prikazivanje geografskih podataka. (MacEachren, Kraak, 2001.) (Toskić A., 2013. str. 8.)

Izraz se koristi nedosljedno i odnosi se na kartu, vrstu prikaza, postupak, tehniku, način korištenja karata. Budući da su računala dominirala u gotovo svim domenama znanstvenoga rada (i ljudskoga života), pojavila se potreba za razlikovanjem *računalne* kartografije od tisućljetne umjetnosti i znanosti *tradicionalne* kartografije. Tu je potrebu potaknula činjenica da digitalni/dinamički zaslone nude znatno veću fleksibilnost i nove mogućnosti za dizajn i upotrebu karata u usporedbi sa statičkim medijima.

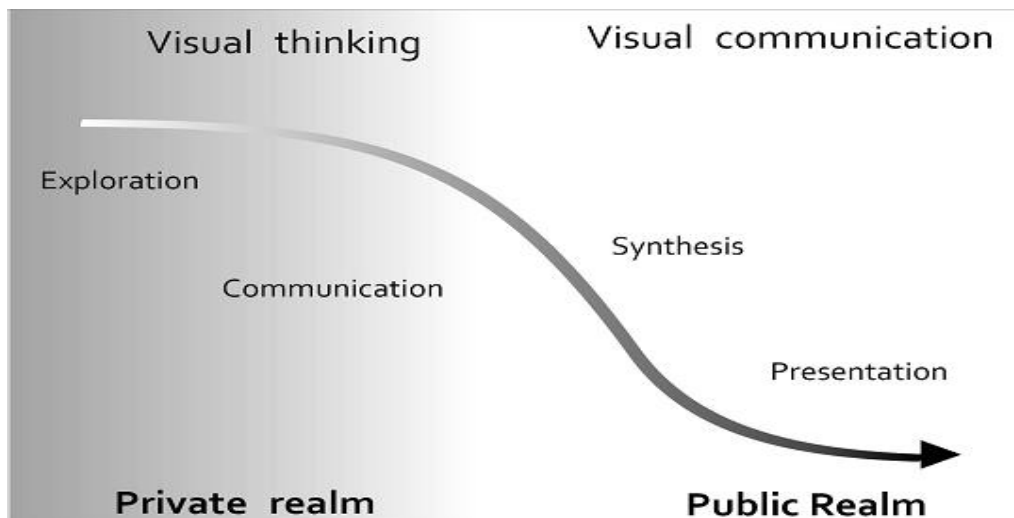
Činjenica je da danas korisnik može izvršiti promjene na zaslonu na zahtjev i pristupiti različitim povezanim vizualizacijama u stvarnom vremenu. Geovizualizacijsko okruženje još uvijek omogućava vizualnu komunikaciju, ali što je još važnije, podatci se mogu vizualizirati u ranim i srednjim fazama procesa izgradnje znanja u prostornoj analizi i generirati hipoteze na temelju uvida koji potiču vizualnim podražajima. (Izvor: Gistbok, Geovisualization)



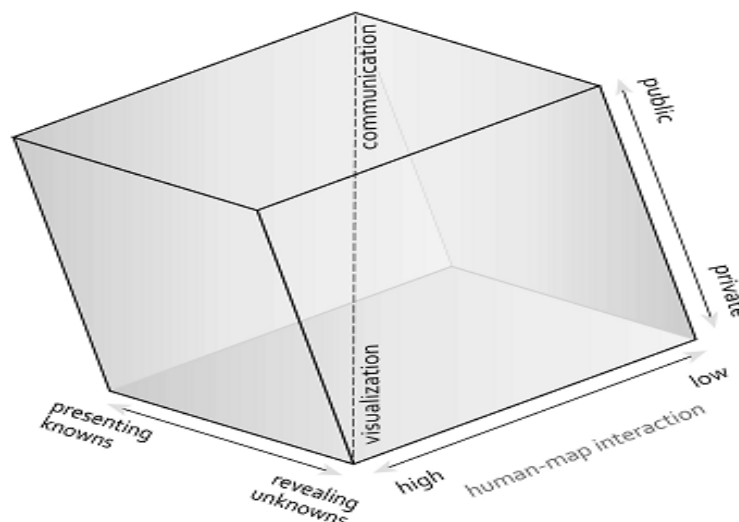
Slika 18 Geovizualizacija s podacima

7.1. Koncepti geovizualizacije

Uz mnoštvo tehnoloških razvoja, 1990-ih su predloženi i važni konceptualni okviri. Definirajući je teorijski okvir za geovizualizaciju MacEachrenova (1994) kartografija (Slika 20). MacEachrenov okvir proširuje raniji okvir Swoopy koji je predložio DiBiase (1990). DiBiaseov Swoopy okvir nudi kontinuitet u kojemu vidimo vizualno razmišljanje i vizualnu komunikaciju i kao takav pruža temelje današnjega razmišljanja o geovizualizaciji (Slika 19). (Izvor: Gistbok, Geovisualization)

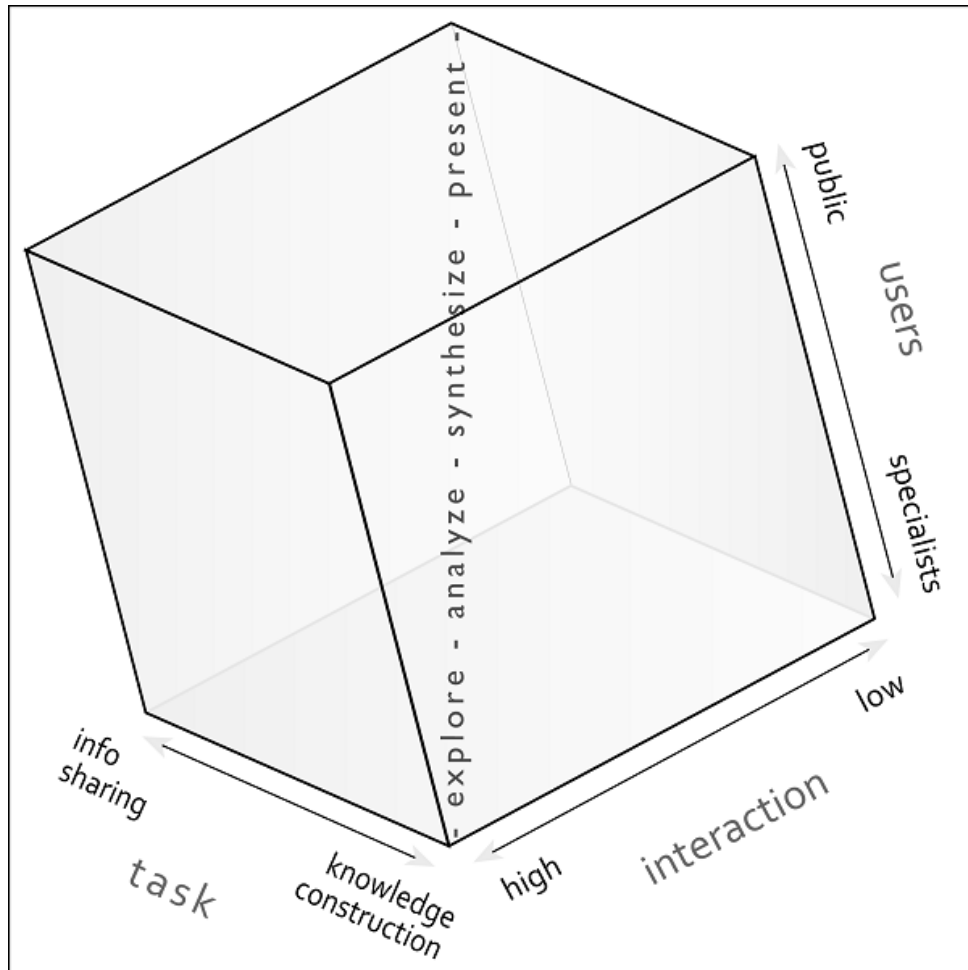


Slika 19 DiBiaseov (1990) Swoopy – koncept vizualizacije



Slika 20 MacEachrenova (1994) kartografija – koncept geovizualizacije

Deset godina kasnije ažuriran je MacEachrenov koncept geovizualizacije (Slika 21) koji sažima ključne funkcije te geovizualizacije. Okvir sugerira da stručnjaci koriste više interaktivno okruženje geovizualizacije u istraživačkim procesima za izgradnju znanja, dok su zahtjevi za interakcijom niži kako se krećemo prema cilju komuniciranja s javnošću.



Slika 21 Ažurirani MacEachrenov koncept geovizualizacije

Sukladna svojoj povijesti unutar kartografske zajednice, upotreba je izraza geovizualizacija postala uobičajena u znanosti o geografskim informacijama i srodnim poljima nakon što su Alan MacEachren i Menno-Jan Kraak 1995. godine osnovali Komisiju za vizualizaciju i virtualno okruženje Međunarodne kartografske asocijacije (ICA). (Izvor: Gistbok, Geovisualization)

7.2. Znanstveni utjecaji i interdisciplinarne interakcije

Važan je utjecajni razvoj povezan s geovizualizacijom pojava sestrinske discipline, vizualne analitike (Thomas & Cook, 2005).

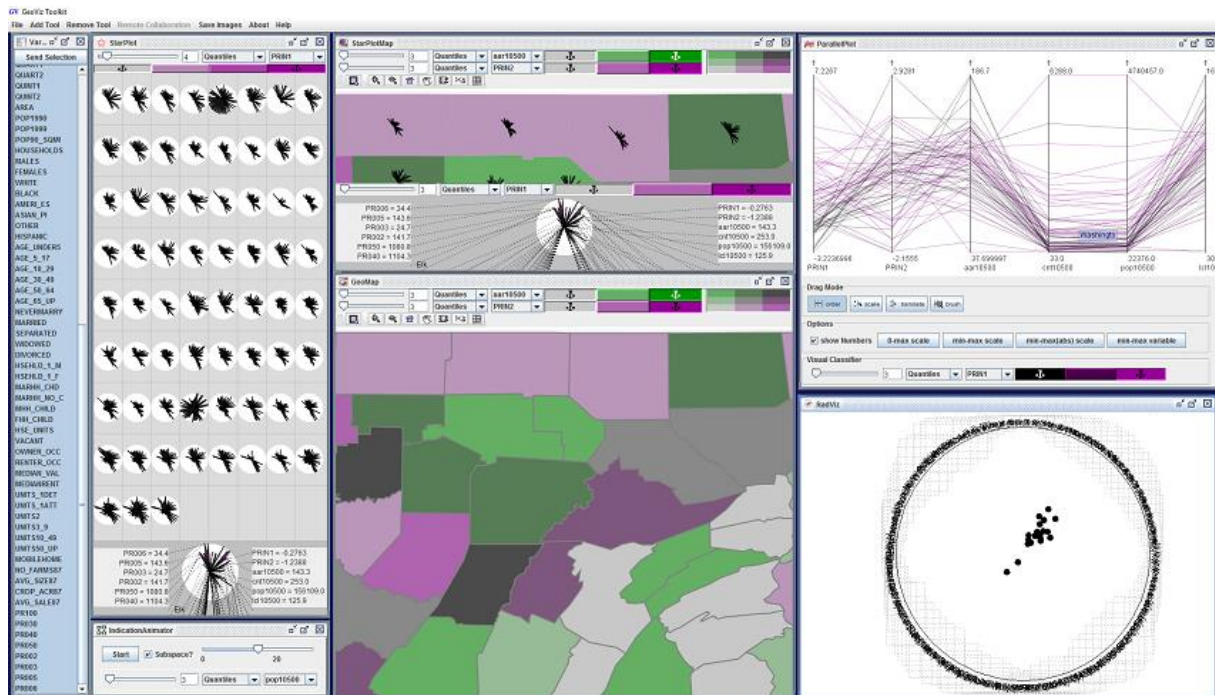
Geovizualna se analitika razlikuje od geovizualizacije uglavnom po eksplicitnom uključivanju računalnih metoda. Pored kartografije i geovizualne analitike, geovizualizacija prirodno dijeli ciljeve i metode s područjima informacija i znanstvene vizualizacije (eng. *Information visualization, Scientific visualization*). Granice između Infovis-a i Scivis-a (i Geovis-a) nisu jasne i mogu se zamisliti kao kontinuitet.

Infovis se često bavi vizualnim ili prostornim metaforama za nevizualne prostorne podatke (tj. podacima koji ne sadrže svojstvenu prostornu strukturu) i ima apstraktne vizualizacije (Robertson et al., 1991), dok se Scivis često bavi dokumentiranjem (ponekad nevidljivih) procesa i pojava koje imaju svojstvene prostorne strukture (McCormick i sur. 1987).

Geografske se informacije i pojave mogu vizualizirati na više različitih vrsta prikaza, uključujući u okruženjima virtualne i povećane stvarnosti.

7.3. Geovizualizacijsko okruženje

Riječ geovizualizacija može se odnositi na vrlo širok spektar vizualnih rezultata (npr. na proizvode poput karata i slično), osim procesa. Brine se više o uporabi, nego o dizajnu. Bez obzira na to, geovizualizacijsko je okruženje obično softversko okruženje koje, po definiciji, mora sadržavati vizualne izlaze kao što su karte, prikazi slični kartama (npr. satelitske snimke), mediji koji sadrže vizualne prostore (npr. slike na ulici, 3D modeli, videozapisi, itd.). Ti su vizualni mediji prikazani u *višestruko povezanim pogledima* gdje je to moguće pomoću mehanizma četkanja, povezivanja i isticanja u gotovo svim softverima za geovizualizaciju. (Izvor: Gistbok, Geovisualization)



Slika 22 Primjer napravljen putem GeoViz alata, geovizualizacijski softver

Neki bitni i utjecajni geovizualizacijski softveri prikazani su u sljedećoj tablici. (Izvor: Gistbok, Geovisualization)

Software	Release Date	Team	Key Features
GeoVISTA Studio	Kasne 1990-e	Takatsuka and Gahegan, 2002	Višestruko povezanipogledi, animacija, interaktivna rekonfiguracija od komponente do komponente, korisničko isticanje
CommonGIS (a.k.a. V-Analytics)	Kasne 1990-e	Andrienko, Adrienko, and Voss 2005	Višestruko povezani pogledi, animacija, interaktivno istraživanje atributa, dinamička manipulacija parametrima upita
GeoViz Toolkit	Kasne 2000-e	Hardisty and Robinson, 2011	Višestruko povezani pogledi, animacija, interaktivna integracija u World Wide Webu
GeoAnalytics Visualization (GAV) Toolkit (OECD eXplorer)	Kasne 2000-e	Jern et al, 2007	Višestruko povezani pogledi, animacija, interaktivna integracija u World Wide Webu

Tablica 1 Prikaz utjecajnih geovizualizacijskih softvera

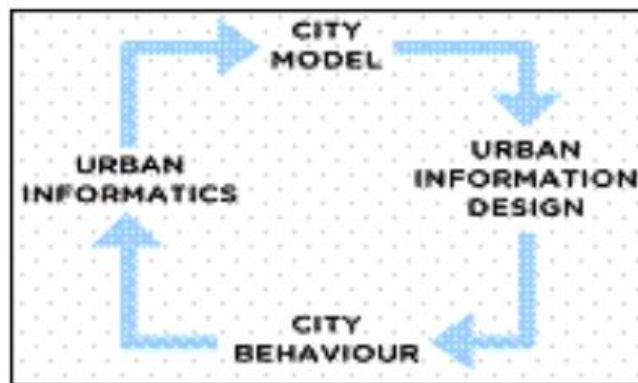
7.4. Vještine geovizualizacije

Suvremeni alati omogućuju stvaranje interaktivnih vizualnih zaslona prilično brzo i bez vrlo strme krivulje učenja (npr. GeoVISTA Studio, Google Maps, Mape za skripte, Mapbox, itd.).

Postoje potpuno fleksibilna okruženja za razvoj softvera i skriptnih jezika za vizualno programiranje (npr. Processing, Python, D3.js, Leaflet, WebGL, itd.). Bilo da koristimo softver za pripremu vizualnoga izlaza ili ga sami programiramo, prva je vještina koja nam je potrebna dobro razumijevanje onoga što predobrada podataka uključuje za potrebe projekta. Prvenstveno bi trebalo pregledati domenu podataka, pogrešne podatke, za što su potrebne statističke vještine i iskustvo u rukovanju podacima. Ako podatci nisu prethodno obrađeni na odgovarajući način, u istraživačkim analizama, rezultirajući vizualni ishod može dovesti do pogrešnih uvida. S obzirom na sve veće mogućnosti prikupljanja podataka (npr. s novim sensorima, mobilnim telefonima, društvenim medijima, itd.), sirovi podatci često sadrže više podataka nego što ih mi možemo učinkovito vizualizirati. Prikazi geovizualizacije često predstavljaju sakupljene ili grupirane podatke koji ističu samo *zanimljive aspekte* u ogromnoj količini podataka. Transformacija iz podatkovnoga prostora u prostor vizualizacije zahtijeva temeljito razumijevanje implikacija dizajna na uspješnu uporabu rezultirajućih vizualnih prikaza, dizajn korisničkoga sučelja i korisničkoga iskustva. Na primjer, važno je razumijevanje kada i kako koristiti različite vizualne varijable, kao i relevantni perceptivni i kognitivni procesi. Znanja koja se odnose na dizajn osigurat će da vizualno kodiranje uvijek odražava dokumentirane (ili barem predviđene) zahtjeve ciljne korisničke skupine. Važno je zapamtiti da postoje velike individualne i grupne razlike među korisnicima (Griffin i sur., 2017). Za dizajn zaslona potrebno je razumijevanje paradigmi interakcije i dizajna sučelja da bi se povećala njihova korisnost. (Izvor: Gistbok, Geovisualization)

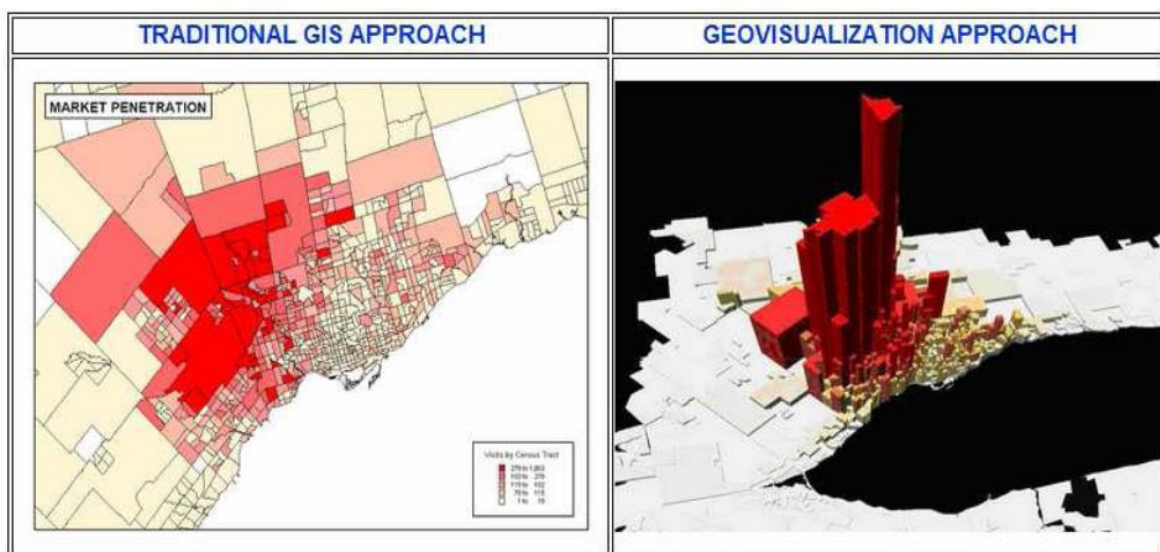
7.5. Primjeri geovizualizacije u urbanim i izvanurbanim područjima

Upravljanje je podacima u urbanim kontekstima obično složeno jer se mora analizirati velika količina različitih podataka na različitim razmjerima. Gotovo su svi podatci, koje prikupljamo u urbanim kontekstima, prostorni podatci. Urbanistički je informacijski dizajn jedan od najvažnijih alata za analizu urbanih procesa i planiranje *pametnoga grada*.



Slika 23 Informacijski ciklus

Posljednjih je godina došlo do velikoga razvoja različitih tehnika prikazivanja prostornih podataka na različitim vrstama karata (karte točaka, linija, poligona, *choropleth* karte, *isopleth* karte, kartogrami, itd.) Prostorni se pokazatelji mogu predstaviti na različite načine: u dvije ili tri dimenzije, ovisno o dvodimenzionalnom ili trodimenzionalnom karakteru pojava. Ako je fenomen, koji se analizira u dvije dimenzije, uobičajeno je da ga se predstavlja istim brojem prostornih varijabli. U posljednjim su godinama predložene različite metode prikaza, ali te metode uvijek ne pojednostavljuju vizualnu analizu. Te metode uvode teže razine čitanja podataka, ali imaju pozitivan učinak: bolju interpretaciju urbanih pojava. (Donolo M. R., 2017., str. 39. i 40.)



Slika 24 Tradicionalni GIS i uklapanje geovizualizacije

7.6. Prednosti istraživanja vizualnih podataka

Da bi razmjena podataka bila učinkovita, važno je uključiti čovjeka u proces istraživanja podataka i kombinirati čovjekovu fleksibilnost, kreativnost i opće znanje s ogromnim kapacitetom za pohranu podataka i računalnom snagom današnjih računala. Vizualno istraživanje podataka ima cilj integriranja ljudi u proces istraživanja podataka, primjenjujući percepcijske sposobnosti čovjeka za analizu velikih skupova podataka koji su dostupni u današnjim računalnim sustavima. Osnovna je ideja prikazati podatke u nekom vizualnom obliku, omogućujući korisniku uvid u podatke, izvlačenje zaključaka i izravnu interakciju s podacima. Tehnike su se vizualne obrade podataka pokazale od velike vrijednosti u istraživačkim analizama podataka i imaju veliki potencijal za istraživanje velikih baza podataka. Vizualno je istraživanje podataka posebno korisno kada se o podacima malo zna, a ciljevi istraživanja nejasni. Istraživanje se vizualnih podataka može promatrati kao proces stvaranja hipoteza, vizualni prikazi podataka omogućuju korisniku uvid u podatke i iznošenje novih hipoteza. Provjera se hipoteza može postići vizualizacijom podataka, ali može se izvesti i automatskim tehnikama iz statistike, prepoznavanjem uzoraka ili strojnim učenjem. (Dykes J., M. MacEachren i M.-J. Kreak, 2005, str. 24.)

7.7. Vrste podataka za vizualizaciju

U informacijskoj vizualizaciji podatci obično sadrže veliki broj zapisa od kojih se svaki sastoji od niza varijabli ili dimenzija. Svaki zapis odgovara promatranju, mjerenju ili transakciji. Primjeri su svojstva kupca, transakcije e-trgovine i rezultati senzora iz fizičkih eksperimenata. Broj se atributa može razlikovati od jednoga do drugoga skupa podataka; jedan fizički eksperiment, na primjer, može se opisati pomoću osam varijabli, dok će za drugi možda trebati stotine varijabli. Broj varijabli nazivamo dimenzionalnošću skupa podataka. Skupovi podataka mogu biti 1D, 2D, višedimenzionalni ili mogu imati složenije tipove podataka kao što su tekst, hipertekst ili hijerarhije i grafikoni.

7.7.1. 1D podatci

1D podatci imaju jednu dimenziju. Tipičan su primjer 1D podataka vremenski podatci. U svakom trenutku može biti pridružena jedna ili više vrijednosti podataka.

7.7.2. 2D podatci

2D podatci imaju dvije dimenzije. Tipičan su primjer planarni podatci koji se odnose na geometriju u euklidskoj ravnini. Planarni podatci definiraju udaljenosti ili udaljenosti i kutove koji određuju položaj točke na referentnoj ravnini na koju je projicirana površina 3D objekta. Tipičan su primjer geografski podatci gdje postoje dvije dimenzije: latituda i longituda. Longituda i latituda opisuju lokacije na 3D površini i potrebna je određena transformacija da bi se na ravnini projicirali odnosi između lokacija navedenih na taj način. Nakon projekcije, zemljopisni se podatci mogu pohraniti u 2D podatke s dimenzijama (x, y). Dijagrami X-Y su tipična metoda za prikazivanje 2D podataka.

7.7.3. Višedimenzionalni podatci

Mnogi se skupovi podataka sastoje od više od tri atributa i stoga ne dopuštaju jednostavnu vizualizaciju kao 2D ili 3D crteži. Primjeri višedimenzionalnih podataka su tablice relacijskih baza podataka. (Dykes J., M. MacEachren i M.-J. Kreak, 2005, str. 27 i 28)

7.8. 3D GIS

7.8.1. Povijest 3D GIS-a

Kao i standardne karte, tradicionalni GIS sustavi prikazani su duž dviju dimenzija: vodoravne (x) i vertikalne (y) osi. 3D GIS nadilazi davanje koordinata i omogućuje detaljnije prikazivanje objekata dodavanjem treće dimenzije (z). Svijet oko nas je u 3D-u. Svijet definitivno nije ravan. Na sve utječe treća dimenzija. Na primjer, potrošnja je energije u bilo kojem gradu izravno povezana sa sjenama, protokom zraka, refleksijom sunca, itd. Do 1980-ih, upotreba je karata bila široko ograničena na upotrebu papirnih karata. Transformiranje i preslikavanje papirnih mapa u CAD

formate počelo je u kasnim 1980-ima. Proces raslojavanja CAD-a bio je iskorak u kojem su mnogi uživali, ali ne predugo. Potreba za boljom analizom i napretkom računala dovela je do GIS-a (ili 2D GIS-a). Zbog važnosti treće dimenzije, počeli smo je uključivati u 2.5D GIS od sredine do kraja devedesetih. Napredak u fotogrametriji i proizvodnji digitalnoga ortofota kao i široka dostupnost satelitskih snimaka dali su poticaj GIS-u da postane sve korisniji i većim zajednicama. Početkom 2000-ih, kosa fotografija bila je pravi pomak. *Pictometry* je uspjela proizvesti 3D simulacije gradova koje su u mnogim zemljama postale vrlo popularne. Ubrzo su korisnici shvatili da im treba više. Trebao im je strukturiraniji i precizniji GIS model, koji se danas naziva 3D modelom ili 3D GIS. (Izvor: Gdmc, 3D GIS it's a brave New World)



Slika 25 Primjer 3D GIS-a

7.8.2. Potreba za 3D GIS-om

Živimo u trodimenzionalnom svijetu. Znanstvenici i inženjeri dugo su tražili grafičke izraze svoga razumijevanja 3D prostornih aspekata stvarnosti u obliku skica i crteža. Grafički opisi 3D stvarnosti nisu novost. Crteži u perspektivnom pogledu datiraju iz razdoblja renesanse (Devlin, 1994). 3D opisi stvarnosti u perspektivnom prikazu mijenjaju se s položajem gledanja, pa je njihovo stvaranje prilično zamorno. Tradicionalne karte rješavaju taj problem pomoću ortogonalnih projekcija Zemlje. Ti tradicionalni crteži i karte smanjuju prostorni opis 3D objekata na 2D. Pomoću računalne tehnologije, znanje o stvarnosti može se izravno prenijeti u 3D digitalni model postupkom poznatim kao 3D modeliranje. 3D model je osnova sustava koji pruža funkcionalnost za izvršavanje zadatka.

7.8.3. Kome je potreban 3D GIS?

Kao i u popularnom 2D GIS-u za 2D prostorne podatke, 3D GIS služi za upravljanje 3D prostornim podacima.

Raper i Kelk, Rongxing Li, Forstner i Bonham-Carter predstavljaju neka od trodimenzionalnih područja primjene u GIS-u, uključujući: ekološke studije, praćenje stanja okoliša, geološku analizu, niskogradnja, istraživanje rudara, oceanografiju, arhitekturu, automatsku navigaciju vozila, arheologiju. (Abdul A. i M. Pilouk, 2007., str. 6 i 7)

7.8.4. Mrežni 3D GIS

Tradicionalno se svaki geografski informacijski sustav temelji na načelima unosa podataka, upravljanja, analize i prikazivanja podataka. U okruženju s omogućenom mrežom ti su principi predstavljeni ili implementirani unutar komponenti prikazanih u Tablici 2.

GIS princip	Mrežna komponenta
Unos podataka	Klijent
Upravljanje podacima	DBMS po mogućnosti proširen prostornom komponentom
Analiza podataka	GIS biblioteka preporučena na poslužitelju
Prikaz podataka	Klijent / Poslužitelj

Tablica 2 GIS-ovi principi i njihove odgovarajuće mrežne komponente

8. Važnost i korištenje Pythona u GIS-u

8.1. Značajke Pythona

Python je objektno orijentiran programski jezik otvorenoga koda kojega je osmislio Guido Von Rossum 1991. godine. Doživio je široko prihvaćanje u mnogim problematičnim područjima. Ta popularnost proizlazi iz atraktivnih značajki jezika. Kao multiparadigmatski jezik, Python podržava strukturirano i objektno orijentirano programiranje. Također, Python je interpretativni jezik koji je podložan brzom ciklusu razvoja prototipa. Core Python je napisan na jeziku C i to je omogućilo implementaciju Pythona u mnoge platforme i operativne sustave. Bogata i prilagodljiva standardna biblioteka omogućuje Pythonu da bude pogodan za mnoge projekte.

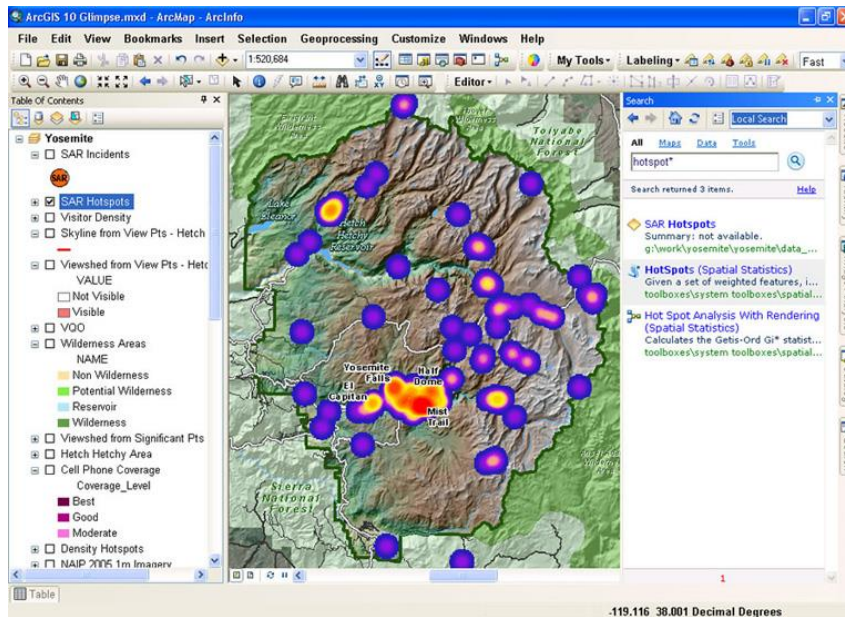
GIScience je jedna od mnogih znanstvenih disciplina u kojima je Python pronašao prijemčivu publiku. Python je s vremenom postao prikladan jezik za podučavanje koncepata *GISciencea* i sve se više koristi i kao prvi jezik u planu i programu nastave informatike. U Pythonu su implementirane mnoge aplikacije velikih razmjera i široko korištene aplikacije (npr. Dropbox).

8.2. Načini geoprostornog razvoja pomoću Pythona

Kao skriptni jezik, Python nudi fleksibilnost za različite načine razvoja geoprostornoga programiranja. Može se javiti u nekom od sljedećih oblika korištenja: proširenje funkcionalnosti desktop GIS-a, razvoj potpuno samostalne desktop aplikacije za specijalizirane geoprostorne analize, znanstveno skriptiranje i interaktivno računanje u tematskom okruženju.

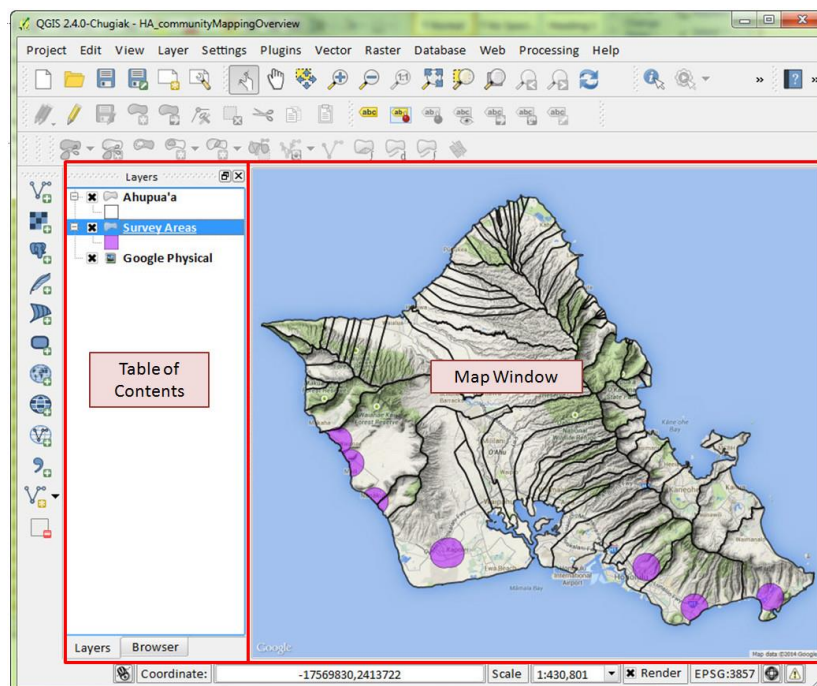
8.2.1. Desktop aplikacije

Python ima glavnu ulogu u geoprostornim desktop aplikacijama. Esri je uvrstio Python kao glavni skriptni jezik još od 9.0 verzije ArcGIS-a. Njegov ArcPy paket nudi sučelje alata, funkcija, vrsta i modela geoprociranja. ArcPy funkcija definira specifični dio funkcionalnosti, npr. funkcije postoje da bi nabrojale određene skupove podataka, da bi pristupile svojstvima setova podataka i ažurirale baze podataka. (Izvor: Gistbok, Python for GIS)



Slika 26 ArcGIS aplikacija

GIS paket otvorenoga koga (QGIS) na mnoge načine koristi Python kao skriptni jezik. Python konzola dostupna je na QGIS grafičkom korisničkom sučelju (GUI) da bi pružila interaktivni sustav koji se može koristiti za skriptiranje postojeće sesije. To podržava eksperimentiranje s QGIS API-jem i omogućava korisniku da izgradi tijekom rada koji se na kraju može pohraniti kao skripta za ponovno korištenje. (Izvor: Gistbok, Python for GIS)



Slika 27 QGIS aplikacija

8.3. Geoprostorni razvojni paketi u Pythonu

Geoprostorni razvoj obuhvaća široku raznolikost zadataka. Tablica 3 nudi pregled geoprostornoga programskog skupa u Pythonu. Odabrani su paketi popularniji ili češći za svaki tip funkcionalnosti i treba imati na umu da popis ne pokriva sveobuhvatno, nego je namijenjen pružanju pomoći programerima u Pythonu koji žele riješiti neki zadatak. (Izvor: Gistbok, Python for GIS)

Sloj	Paket	Opis
Prostorni podatci IO	Gdal	Sučelje s bibliotekom apstrakcije geoprostornih podataka
	Fiona	API za OGR (vektorski) sloj GDAL-a
	Rasterio	Čitanje i pisanje geoprostornih rasterskih podataka
Geoprocesiranje	Shapely	Deterministička prostorna analiza
	Rasterstats	Rezimiranje rastera pomoću vektorske geometrije
	Geopandas	Prostorne operacije u obliku pande (biblioteka u Pythonu za manipulaciju i analizu podataka) na geometrijskim vrstama
	Pyproj	PROJ4 sučelje za kartografske transformacije
Geovizualizacija	Basemap	Iscrtavanje 2D podataka na kartama
	Cartopy	Kartografski alati
	Folium	Vizualizacija putem interaktivnih <i>Leaflet</i> mapa
	Bokeh	Interaktivni preglednici biblioteka za vizualizaciju
	Datashader	Grafički okvir za vizualizaciju velikih podataka
Prostorna statistička analiza	PySal	Analiza prostornih podataka
	Pykriging	Geostatistika
Prostorno modeliranje	Mesa	Agencijsko modeliranje
	Spint	Interakcija prostornoga modeliranja
	Clusterpy	Prostorno ograničeno grupiranje
Web i	OWSlib	Klijentsko programsko sučelje za OGC mrežnu

distribuirano		uslugu
	Stetl	Prijenos ETL-a za geoprostorne podatke

Tablica 3 Geoprostorni skup paketa u Pythonu

8.3.1. Prostorni podatci Ulaz / Izlaz

Prostorna analiza započinje čitanjem geoprostornih podataka. Bogata raznolikost formata prostornih podataka jedno je od ključnih svojstava po kojima se izdvaja analiza prostornih podataka. To je glavni izazov za geoprostornoga programera jer nije moguće pronaći jednu veličinu koja odgovara svim paketima. Kao što je uobičajeno za mnoge geoprostorne pakete, pristup koji je korišten za ulaz i izlaz podataka bio je za postojeće C biblioteke koje se koriste u tu svrhu. U tom slučaju ciljna biblioteka je Biblioteka za apstrakciju geoprostornih podataka (GDAL) koja prevoditeljima omogućuje čitanje i pisanje rasterskih i vektorskih prostornih podataka.

Fiona se fokusira na OGR (vektorsku) funkcionalnost, dok *Rasterio* pruža sličan omot koji razotkriva rastersku funkcionalnost GDAL-a.

8.3.2. Geoprocetiranje

Kad se geoprostorni podatci učitaju u memoriji, javlja se mogućnost mnogih geometrijskih operacija i manipulacija za daljnu obradu. Paket *Shapely* prekrije *geos* biblioteku za međuspremanje, sjecište, dilataciju, razlikovanje i mnoštvo drugih vrsta prostornih operatora na vektorskim objektima. Paket *rasterstats* nudi funkcionalnost za žarišno i zonsko rezimiranje rastera. *Rasterstats* također može podržati postavljanje rastera pomoću vektorske geometrije. Na primjer, programer može pronaći nadmorsku visinu iz DEM-a pohranjenu u TIF datoteci na temelju točkova vektorskog objekta ili generirati sažetu statistiku za nadmorsku visinu u granicama objekta poligona (tj. srednja vrijednost, max, std nadmorske visine unutar zone). (Izvor: Gistbok, Python for GIS)

Oba se skupa tih prostornih operacija upotrebljavaju više u geološkom prostoru za statističku analizu. Paketi na skupu geoprocetiranja (tj. *Fiona* i oblikovaniji) nisu namijenjeni pokrivanju naknadne statističke analize izvedenih objekata i slojeva. Umjesto toga, oni se promatraju kao kritične komponente geoprostornoga cjevovoda u kojem se različiti paketi vežu zajedno da bi

implementirali određeni tijek rada. Paket *geopandas* može se promatrati kao način za olakšanje te vrste tijeka rada i cjevovoda. Oslanja se na funkcionalnost *Fione* za geoprocesiranje, ali crpi inspiraciju iz popularnoga podatkovnog paketa *pandas* što je glavna biblioteka za obradu podataka u računarskom paketu Pythona.

Da bi se podatci iz različitih formata i izvora pravilno uskladili i integrirali, putem paketa *pyproj* osigurava se funkcionalnost za pretvaranje između različitih koordinatnih referentnih sustava.

8.3.3. Geovizualizacija i mapiranje

Vizualizacija i mapiranje geoprostornih podataka u Pythonu započeli su u globalnom razmjernom mapiranju provedenom u paketu *basemap*. *Basemap* sam po sebi ne provodi stvarno crtanje, već se oslanja na *Proj4.C* i transformira koordinate u određenu projekciju karte, a zatim koristi *matplotlib*, primarnu biblioteku za vizualizaciju u Pythonu da bi napravio stvarno crtanje kontura, slika ili vektorskih objekata u projicirane koordinate. Podrijetlo *basemapa* potkrijepilo je oceanografiju i meteorologiju, a s vremenom se njegova funkcionalnost razvila i podržala i druge discipline (biologija, geologija, geofizika).

Cartopy je paket usmjeren na lako crtanje karata za analizu i vizualizaciju podataka. On prihvaća objektno orijentirani pristup definiranju kartografskih projekcija i pruža jednostavno i intuitivno sučelje za vizualizaciju putem *matplotliba*. *Cartopy* se oslanja na PROJ.4 zbog projekcijske funkcionalnosti i na *shapely* zbog čitanja *shape* datoteka.

Iako su *basemapovo* i *cartopyevo* sučelje s *matplotlibom* za vizualizaciju određeni mapirani paketi Pythona, ciljaju mrežne preglednike kao platformu za vizualizaciju. *Folium* je jedan od najranijih od njih koji pruža Python sučelje u biblioteci *javascripta* za interaktivno *web-bazirano* mapiranje. *Folium* također uključuje poboljšanja iz *Vincent/Vega frameworka*. Postoje *Folium* sučelja s nizom popularnih servisa poput *OpenStreetMap*, *Mapbox* i *Stamen*, s podrškom za *GeoJSON* i *TopoJSON* formate prostornih podataka. (Izvor: Gistbok, Python for GIS)

Iako nisu dizajnirani posebno za mapiranje i geovizualizaciju, dva nedavna Python vizualizacijska paketa zahtijevaju uključenje. *Bokeh* je sličan *Foliumu* po tome što

cilja mrežne preglednike za vizualizaciju. To se postiže kroz stil biblioteke *D3.js* za vizualizaciju vođenu podacima s naglaskom na interaktivnosti visokih performansi za velike skupove podataka. *Datashader* je komponenta *Bokeh* koja provodi grafički cjevovod za prikaz ogromnih skupova podataka putem grupiranja i transformacija.

8.3.4. Prostorna statistička analiza

PySAL je biblioteka koja sadrži funkcije prostornih analiza za prostorne podatke. Sastoji se od modula koji pokrivaju istraživačke analize prostornih podataka koji uključuju globalne i lokalne mjere prostorne autokorelacije – popularne metode za otkrivanje prostornoga grupiranja i žarišta. *PySAL* također nudi funkcionalnost za prostornu regresiju, prostorno-vremensku analizu, regionalizaciju, klasifikaciju karata i mnoštvo georačunalnih modula. S vremenom je *PySAL* dodao module koji se povezuju s mnogim drugim novijim paketima (*shapely*, *geopandas*, *cartopy*, itd.)

PySAL se prvenstveno fokusira na vektorske prostorne formate i pokriva statističku analizu atributa povezanih s poligonima, točkama i mrežama. Geostatistička je analiza podataka povezana za statističkom analizom polja koju često susrećemo u geoznanostima gdje se fenomeni poput temperature, padalina, kvalitete zraka modeliraju kao površina koristeći metode kao što su *kriging* (matematička napredna interpolacijska metoda s kojom se procjenjuju vrijednosti određene varijable u točkama mreže) i različiti pristupi prostorne interpolacije.

Kod Pythona, geostatistika je područje koje je do danas nerazvijeno jer je bilo nekoliko pokrenutih projekata, ali tek povremeni razvoj – jedan je primjer *pykriging* (dizajniran da bi se jednostavno stvorili surogat modeli). (Izvor: Gistbok, Python for GIS)

8.3.5. Prostorno modeliranje

Mesa je paket koji implementira funkcionalnost za razvoj i primjenu modela temeljenih na agentima. Ti se modeli mogu koristiti za simulaciju autonomnih agenata utjelovljenih u pravilima ponašanja na rasporedu rešetki za procjenu učinaka njihovoga ponašanja i interakcije na sustav u cjelini. Klasičan je primjer ABM-a

Schellingov model segregacije koji je predstavljen kao ključna demonstracija u *Mesa* paketu.

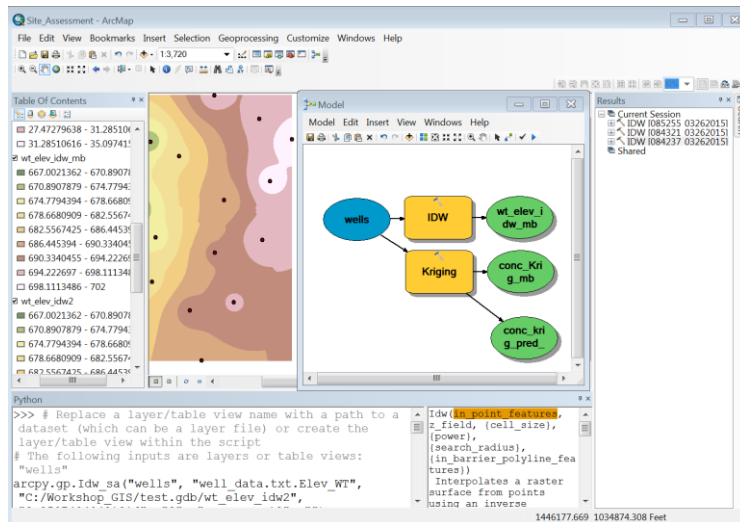
Clusterpy pruža biblioteku prostorno ograničenih algoritama klasteriranja koji se mogu koristiti za grupiranje primitivnih zemljopisnih područja ili točaka u manji broj regija radi naknadne analize.

8.3.6. Mrežna i distribuirana razvojna cjelina

Znanstveni tijek rada sve više kreće prema mrežnim i distribuiranim razvojnim cjelinama, a prostorne analize pri tome nisu iznimka. Tu su potrebne biblioteke koje pružaju srednji softver koji povezuje različite analitičke i obrađene funkcionalnosti kao pojedinačne usluge. Sve veći broj paketa u Pythonu implementira specifikacije iz otvorenoga geoprostornog konzorcija da bi se olakšalo mrežno geoprocesiranje i analiziranje. *Stetl* nudi alat za vađenje, pretvaranje i učitavanje (ETL) geoprostornih podataka. *OWSlib* implementira ključne OGC standarde putem *Pythonic* sučelja, uključujući uslugu mrežnoga mapiranja (WMS), uslugu mrežnih značajki (WFS), jezik modela senzora (*SensorML*) i *WaterML* među 17 usluga. *Stetl* i *OWSlib* dio su organizacije *GeoPython* koja razvija brojne geoprostorne projekte.

8.3.7. Budući razvoj

Python i srodni ekosustav GIS softvera vrlo su aktivni i stalno se povećavaju. Da bi se poboljšala vještina, važno je nastaviti s razvojem da bi tijek rada mogao ostati kakav je iskorištavajući prednosti progresa u samom jeziku i paketima u širem ekosustavu. Python sve više unapređuje interoperabilnost s drugim jezicima. Paketi poput *Rpya* omogućuju dvosmjerna sučelja između Pythona i R-a, tako da programer može iskoristiti snage svakoga jezika u istom procesu rada. Tehnologija i njezino okruženje rastu iz dana u dan i zasigurno će olakšati budućnost čovječanstva. (Izvor: Gistbok, Python for GIS)



Slika 28 Python programiranje u ArcGIS-u

9. Geovizualizacija u R jeziku

9.1. R jezik

R jezik je nastao kao sustav za statističke proračune i grafike, a trenutačno je jedan od najmoćnijih alata za analizu podataka. R je interpreter koji je besplatan i softver otvorenoga koda. Pored ostaloga, R je programski jezik s velikim potencijalom za kreiranje grafika i vizualizacije. Također, R nudi i sučelje drugim programskim jezicima i GIS aplikacijama. R je vrlo popularan za analizu podataka u mnogim oblastima i to u: statistici, geoinformatici, geografiji, poljoprivredi, ekologiji, bioinformatici i mnogim drugim disciplinama.

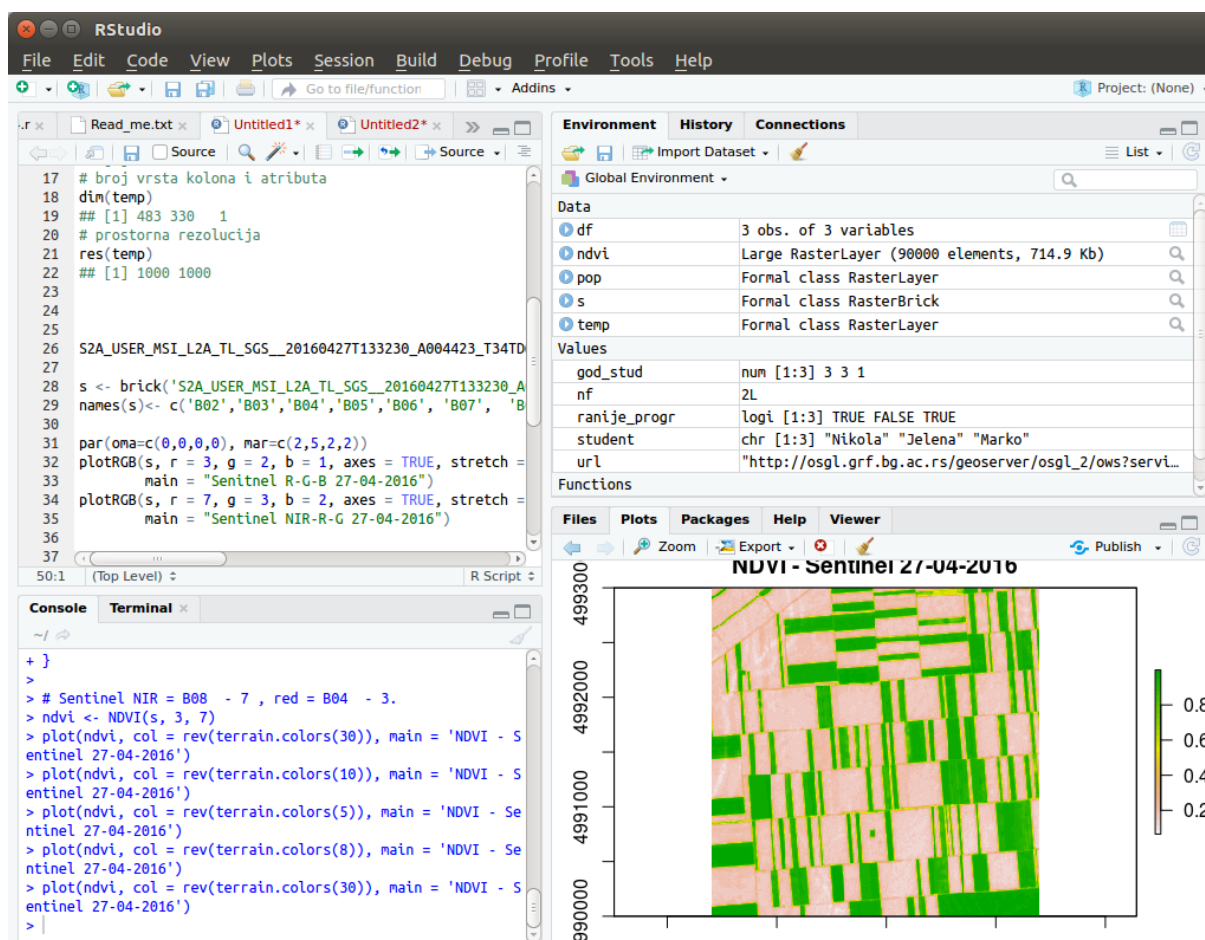


Slika 29 Logo programskoga jezika R

Za instaliranje svih paketa koji su namijenjeni radu s prostornim podacima, potrebno je koristiti sljedeći kod:

```
install.packages(„ctv“)  
library(„ctv“)  
install.views(„Spatial“)
```

Prva naredba služi za instalaciju paketa *ctv* (*Cran Task View*), potom se učita paket *ctv* u radno okruženje koristeći naredbu *library*. Na kraju se, korištenjem naredbe *install.views*, pokreće instalacija svih paketa koji su klasificirani u tu grupu. (Izvor: Osgl, Geovizualizacija u R jeziku)

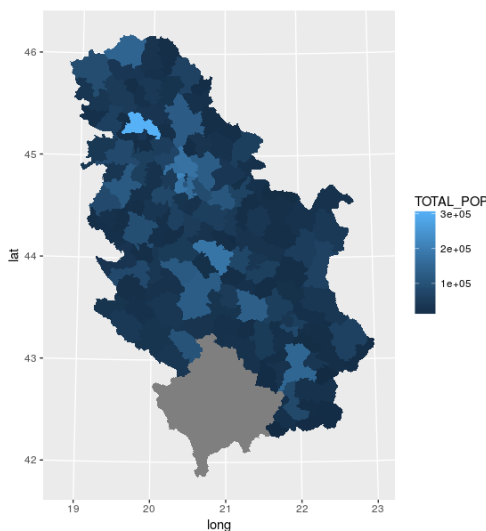


Slika 30 Radno okruženje R studija

9.2. Izrada tematskih karata u paketu *ggplot2*

Paket *ggplot2* uvodi novi sustav za izradu grafika i karata u odnosu na tradicionalne metode u R-u. Slojevni se pristup može dijeliti na: podatke koji se crtaju ili kartiraju, stilizaciju, geometriju i statistiku.

Slijedi primjer u kojemu je kreirana horolet karta koristeći *ggplot* paket. Geometrija je iz *sp* objekta konvertirana u *data.frame* koristeći metodu *fortify*, koja kreira tabelu s atributima, a koordinate su prijelomnih točaka grupirane prema atributu *ID_Municip*. Potom su atributi iz tablice, koja sadrži geometriju, spojeni s atributnim podacima koristeći funkciju *merge*, gdje je definiran i zajednički atribut. Koristeći metodu *ggplot* napravljena je horolet karta broja stanovnika koristeći Boneovu projekciju. Paket *ggplot* koristi notaciju R paketa *mapproj* za zadavanje kartografskih projekcija i računanje koordinata u projekciji. (Izvor: Osgl, Geovizualizacija u R jeziku)



Slika 31 Horolet karta koristeći paket *ggplot*

9.3. Izrada mrežnih karata koristeći paket mapview

Paket *mapview* jedan je od niza paketa koji se razvija u R-u posljednjih nekoliko godina, a namijenjen je izradi mrežnih karata koje su interaktivne i bazirane na *Leaflet JavaScript* biblioteci.

```
Library(mapview)
```

```
##Loading required package: leaflet
```

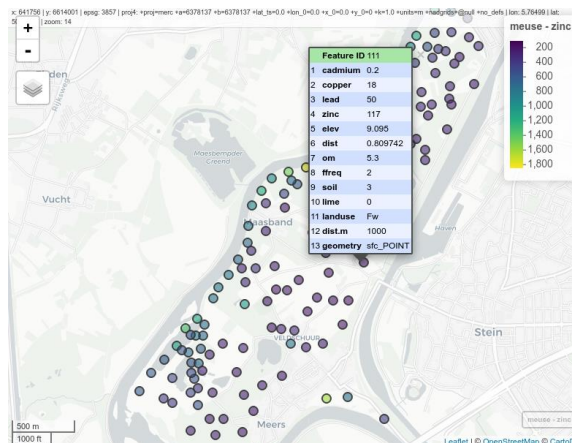
```
Library(sp)
```

```
Data(meuse)
```

```
Coordinates(meuse) = ~x+y
```

```
Proj4string(meuse) <-CRS(„+init=epsg:28992“)
```

```
Mapview(meuse, zcol=“zinc“, legend=TRUE)
```



Slika 32 Interaktivna karta sa *meuse* podatcima, *mapview*

10. Dizajn i upravljanje GIS projekta

Teorijska i tehnička znanja daju čvrste temelje koji pomažu u razvoju GIS projekata. Tehnike dizajna pomažu identificirati prirodu i opseg problema, definirati sustav koji se gradi, kvantificirati količinu i vrstu potrebnih podataka, navesti potrebni podatkovni model i potrebnu analizu.

Tehnike upravljanja pomažu da se projekt realizira na vrijeme i osigurava kvalitetan rad. Dobar dizajn i upravljanje projektima ključni su za stvaranje korisne i učinkovite GIS aplikacije.

10.1. Identifikacija problema

Prije razvijanja GIS aplikacije mora se utvrditi problem kojim će se GIS baviti. Postoje dvije tehnike koje se mogu koristiti kao pomoć kod identifikacije problema: stvaranje obogaćene slike (shematski prikaz problema koji se rješava) ili razvijanje korijenske definicije (izjava o perspektivi pojedinca ili grupe o problemu). Obogaćena je slika shematski prikaz problema kojim će se projekt pozabaviti. Predstavlja glavne komponente problema, kao i sve interakcije koje postoje. (Fazal S., 2008., str. 293)

10.2. Upravljanje projektom

Kod upravljanja projektom razmatraju se tehnike prepoznavanja karaktera i opsega prostornoga problema i tehnike za pomoć u dizajniranju GIS modela podataka. Jednom, kada se model podataka izgradi, GIS se mora primijeniti i u mnogim slučajevima integrirati u širu informacijsku strategiju organizacije. Postoji mnogo različitih pristupa upravljanja projektima informacijske tehnologije. Dva pristupa koja GIS dizajneri obično koriste su sustavni životni ciklus i prototipiziranje. (Fazal S., 2008., str. 302)

11. Budućnost GIS-a

Povijest je pokazala da GIS može biti moćan kao novi mehanizam za upravljanje informacijama. Od skromnoga podrijetla, skupa jednostavnih ideja i nešto prilično neučinkovitih softvera, GIS je u samo nekoliko desetljeća prerastao u sofisticiranu, potpuno razvijenu industriju diva. Dvostruka uloga GIS-a kao vodeće tehnologije za upravljanje zemljopisnim informacijama i kao učinkovitoga sredstva za korištenje resursa više nije obećanje, već stvarnost. Podatci su nekada bili glavna prepreka razvoju GIS-a, a sada su postali najveća prilika GIS-a. Budućnost će donijeti još više novih vrsta podataka i velike revizije postojećih. Cijeli je mehanizam za isporuku GIS-ovih podataka napredovao i mijenjao se s vremenom pomoću interneta i alata pretraživanja na strukturi *World Wide Weba*. Većina podataka javnih domena, većina *sharewarea*, *freewarea* i sve veći udio komercijalno proizvedenih GIS podataka koriste internet umjesto računalnih vrpca, disketa. Rijetki novi GIS projekt mora započeti digitalizacijom ili skeniranjem zemljopisnih baza. Umjesto toga, većina GIS-ovih radova sada uključuje unošenje osnovnoga sloja podataka u javnu domenu i obogaćivanje korištenjem novih slojeva povezanih s određenim problemom GIS-a. Krajnja je perspektiva GIS podataka razmjena. Budući da se GIS sve više širi, razne zajednice koje stvaraju i koriste karte trebat će trgovati podacima više nego ikad prije.

Hardver za GIS u posljednjem je desetljeću prošao kroz najmanje četiri revolucije: revolucije radne stanice, mreže, mikroročunala i mobilnosti. Sve su već snažno utjecali na računalni hardver i značajno će utjecati na budućnost GIS-a. Vizija budućega GIS sustava može biti džepno integrirano GIS, GPS i računalo za obradu slika s mogućnošću mapiranja u stvarnom vremenu na zaslonu istrošenom kao par sunčanih naočala. Snimanje bi se podataka sastojalo od šetnje, gledanja predmeta i izgovaranja njihovih imena i atributa. Koliko smo dobro, kao zajednica korisnika, reagirali na izazove problema, igrat će veliku ulogu u budućnosti GIS-a. (Fazal S., 2008., str. 274 - 290)

12. Primjer: geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali

12.1. Cilj projekta

Glavni je cilj ovoga projekta prikazati na jednostavan i razumljiv način prostorne podatke, u ovom slučaju hotele na hrvatskoj obali, koristeći geovizualizaciju. Svaki hotel ima više atributa poput grada, adrese, telefonskoga broja, broja katova, broja udaljenosti od mora i klase, koji nam služe za usporedbu i analizu svih hotela. Praktičnije i puno lakše je kad se korisni podatci određene tematike nalaze svi na istom mjestu jer to mnogo utječe na uštedu vremena, pogotovo kad se radi o velikoj količini podataka.



Slika 33 Prikaz hotela na hrvatskoj obali

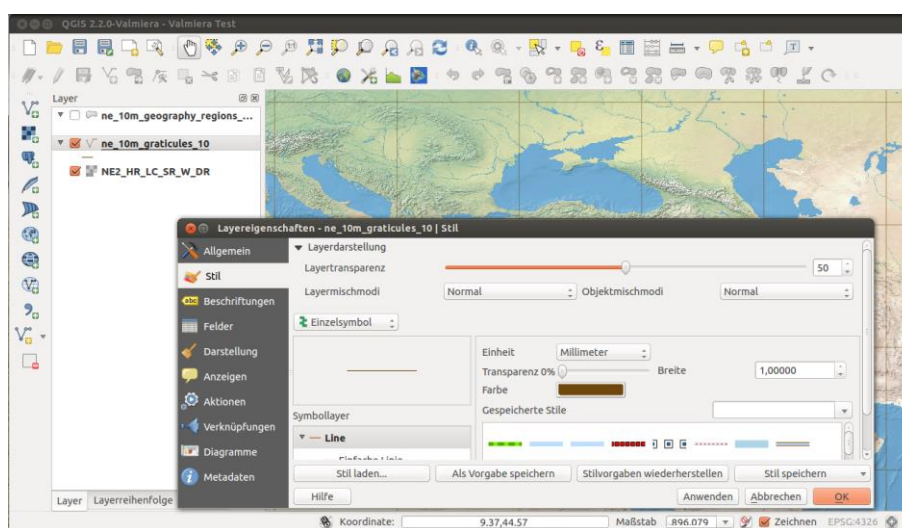
12.2. Korišteni alati

Kod izrade projekta korištena su dva glavna alata: QGIS i Excel. Za prikupljanje i spremanje podataka korišten je softver Excel iz paketa Microsoft Office 2016 koji je veoma koristan i praktičan kod razvrstavanja i spremanja podataka zbog njegovoga tabličnog izgleda, što ga čini jednim od najkorištenijih alata u poslovanju.



Slika 34 Logo Excela

Za vizualizaciju je prostornih podataka korištena GIS aplikacija QGIS verzije 3.2.0 Bonn koja osim vizualizacije omogućuje upravljanje, uređivanje i analiziranje geopodataka. QGIS omogućuje korisnicima stvaranja karata s većim brojem slojeva koji koriste različite projekcije karata. (Izvor: Wikipedia, QGIS)



Slika 35 QGIS aplikacija

12.3. Prikupljanje, obrada i spremanje podataka

Podatci imaju glavnu ulogu kod izrade projekta, a njihovo prikupljanje zahtijeva dosta vremena. U ovom se projektu prikazuju vektorski podatci kao točke na mapi i bilo je potrebno pronaći koordinate svakoga pojedinačnog hotela da bi se omogućila njegova vizualizacija, odnosno pozicija.

Sveukupno je pronađeno 218 hotela duž hrvatske obale sortiranih prema položaju, od Istre, Kvarnera pa sve do Dalmacije i otoka. Podatci su preuzeti s mrežnoga izvora: <https://www.uniline.hr/hrvatska/hoteli.php>

Slika 36 Preuzimanje podataka s mrežnoga izvora

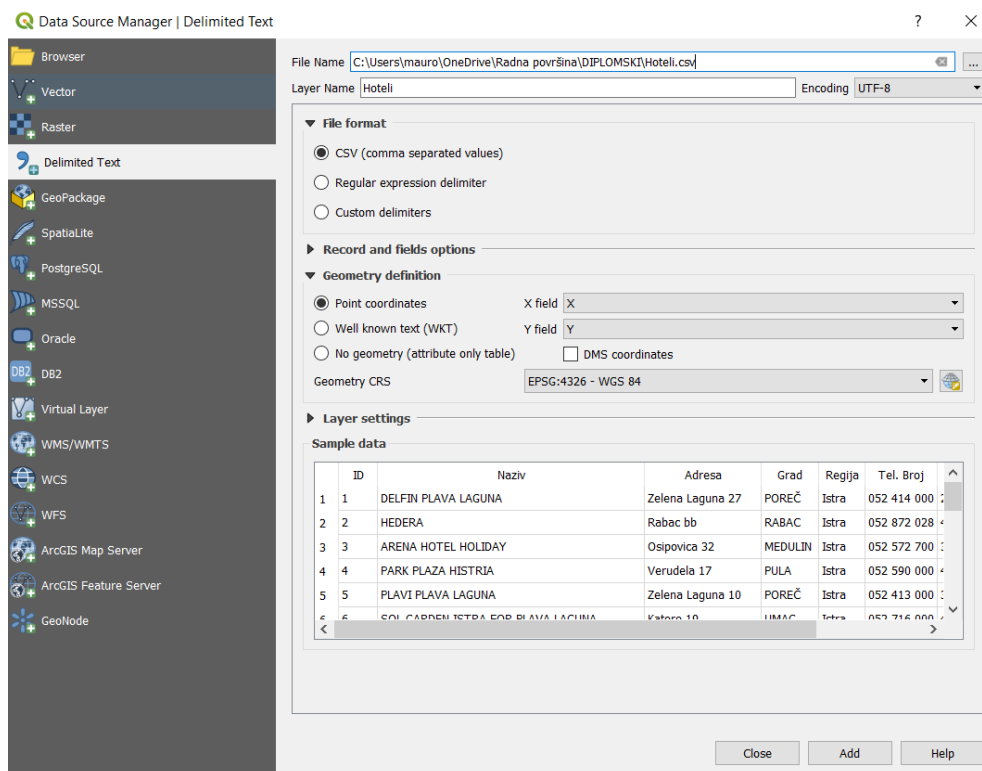
Podatci su prikupljeni u Excelu u obliku redaka i stupaca te podijeljeni u 11 kategorija među kojima se nalaze jedinstveni identifikacijski broj, naziv, adresa, grad, regija, telefonski broj, klasa, udaljenost (m) i broj k. Njihove su koordinate x i y i potrebne su za vizualizaciju hotela na karti. Za uvoz podataka u QGIS potrebno je spremati podatke u Excelu pod formatom *.csv (Comma Separated Values)*.

Podatci su prije spremanja u .csv formatu organizirani i raspoređeni u stupce kao na Slici 37.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ID	Naziv	Adresa	Grad	Regija	Tel. Broj	Klasa	Udaljenost(m)	Broj k.	X	Y
1	DELFIN PLAVA LAGUNA	Zelena Laguna 27	POREČ	Istra	052 414 000	2	50	6	13.584804	45.196201
2	HEDERA	Rabac bb	RABAC	Istra	052 872 028	4	100	7	14.149762	45.080409
3	ARENA HOTEL HOLIDAY	Osipovica 32	MEDULIN	Istra	052 572 700	3	150	4	13.938859	44.814297
4	PARK PLAZA HISTRIA	Verudela 17	PULA	Istra	052 590 000	4	50	4	13.839555	44.836303
5	PLAVI PLAVA LAGUNA	Zelena Laguna 10	POREČ	Istra	052 413 000	3	30	3	13.590687	45.201437
6	SOL GARDEN ISTRA FOR PLAVA LAGUNA	Katoro 19	UMAG	Istra	052 716 000	4	200	4	13.517698	45.459169
7	MELIA CORAL FOR PLAVA LAGUNA ADULTS ONLY	Katoro 20	UMAG	Istra	052 701 000	5	50	3	13.514572	45.460535
8	PARK PLAZA ARENA	Verudela 31	PULA	Istra	052 375 000	3	100	5	13.829618	44.836465
9	PARK PLAZA BELVEDERE	Osipovica 33	MEDULIN	Istra	052 572 001	4	0	5	13.942558	44.812068
10	SOL UMAG FOR PLAVA LAGUNA	Šetalište Miramare 1	UMAG	Istra	052 714 000	4	20	3	13.513241	45.444410
11	VALAMAR SANFIOR	Lanterna 1	RABAC	Istra	052 465 000	4	50	3	14.166214	45.074353
12	ALBATROS PLAVA LAGUNA	Zelena Laguna 20	POREČ	Istra	052 412 500	4	100	7	13.592983	45.197356
13	BRIONI	Šijanska cesta 4	PULA	Istra	052 356 500	2	50	4	13.829675	44.838059
14	GRAN VISTA PLAVA LAGUNA	Zelena laguna 13	POREČ	Istra	052 413 500	3	100	5	13.591463	45.200112
15	MATERADA PLAVA LAGUNA	Špadići 13	POREČ	Istra	052 415 000	3	100	6	13.595233	45.248104
16	MEDITERAN PLAVA LAGUNA	Plava laguna	POREČ	Istra	052 415 900	3	100	4	13.596324	45.212243
17	SOL AURORA FOR PLAVA LAGUNA	Katoro 18	UMAG	Istra	052 717 000	4	50	3	13.516964	45.456366
18	SOL SIPAR FOR PLAVA LAGUNA	Jadranska ul. 78	UMAG	Istra	052 713 000	4	50	4	13.510629	45.442723
19	VALAMAR TAMARIS HOTEL	Lanterna 6	POREČ	Istra	052 465 000	4	100	4	13.578267	45.297677
20	ALLEGRO/MIRAMAR	Svetog Andrije 1	RABAC	Istra	052 465 000	3	0	5	14.162556	45.074771
21	AMINESS LAGUNA	Via Terre 4	NOVIGRAD	Istra	052 858 600	3	100	4	13.574607	45.316078
22	AMINESS MAESTRAL	Terre 2	NOVIGRAD	Istra	052 858 600	4	100	4	13.574092	45.316264
23	EDEN	Ul. Luje Adamovića 33	ROVINJ	Istra	052 800 250	4	50	3	13.640992	45.072946
24	FAMILY HOTEL AMARIN	Val de Lesso 5	ROVINJ	Istra	052 800 250	4	50	4	13.624861	45.103147
25	ISLAND HOTEL ISTRA	Crveni Otok 1	ROVINJ	Istra	052 800 250	4	50	3	13.624249	45.059267
26	ISTRA PLAVA LAGUNA	Zelena laguna 12	POREČ	Istra	052 413 300	3	200	5	13.592255	45.198941
27	KATARINA	Otok Katarina 1	ROVINJ	Istra	052 800 250	3	50	3	13.629828	45.077487
28	LONE	Ul. Luje Adamovića 31	ROVINJ	Istra	052 800 250	5	50	5	13.639401	45.073183

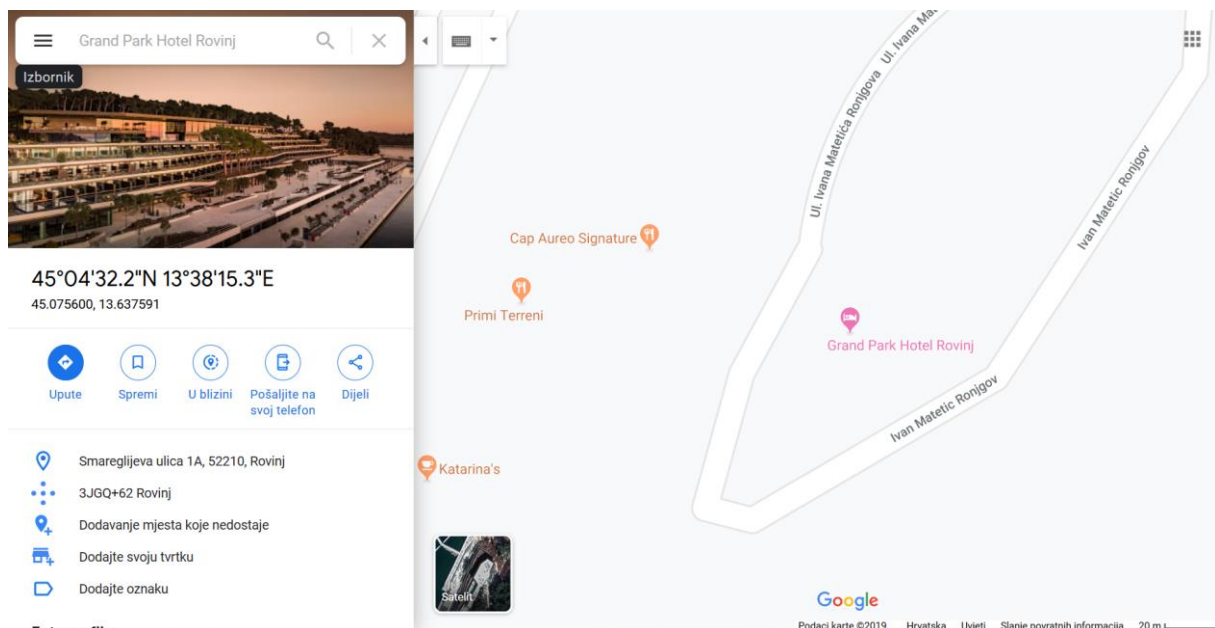
Slika 37 Podatci u Excelu prije spremanja pod .csv formatom

Kad se podatci spremaju u .csv formatu, svi su odvojeni zarezom što služi za uvoz u QGIS aplikaciju gdje postoji opcija *add delimited text layer* (Slika 38).



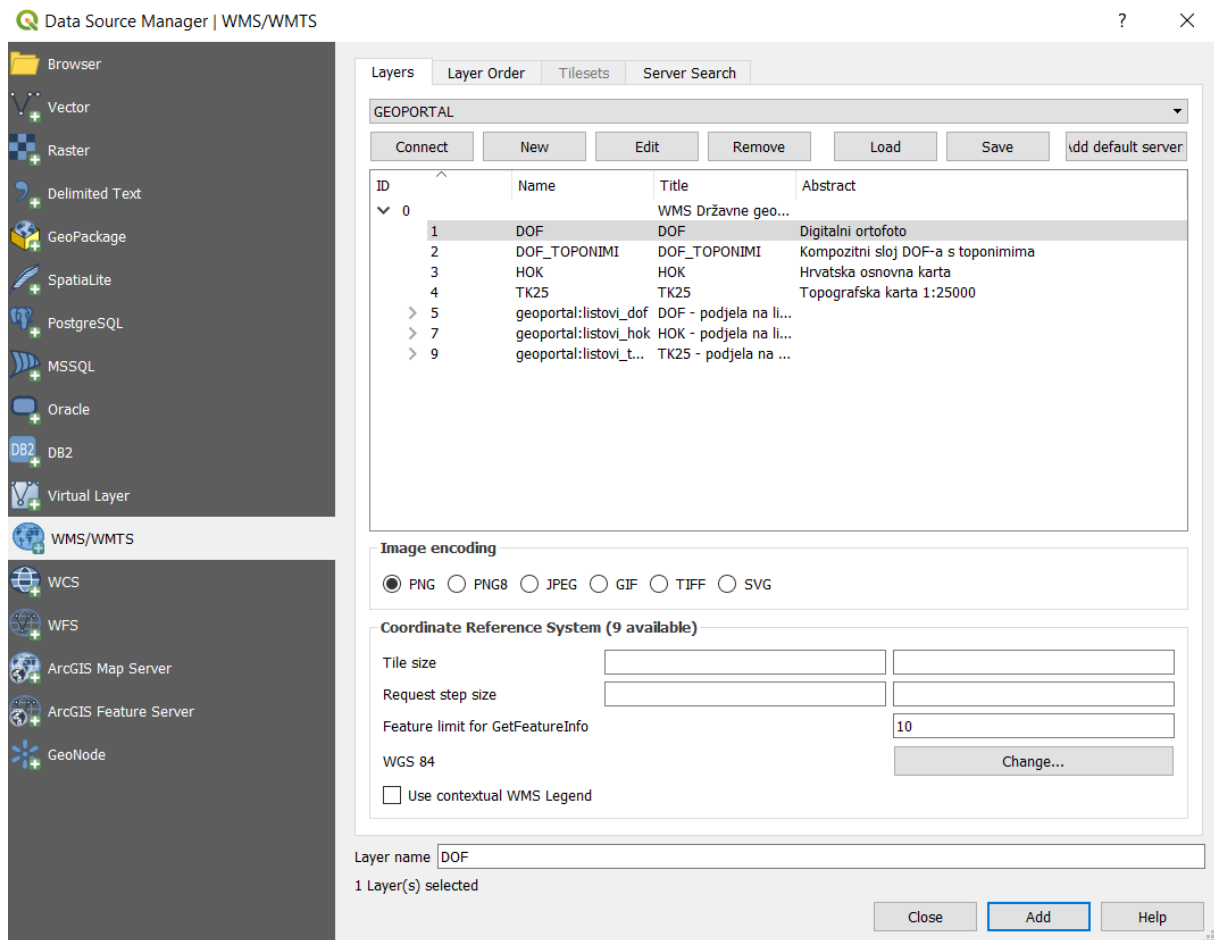
Slika 38 Uvoz podataka putem .csv datoteke

Koordinate hotela, odnosno geografska dužina (y) i geografska širina (x), prikupljene su pojedinačno putem *Google Mapsa* te spremljene pod x i y u Excelu (Slika 39).



Slika 39 Primjer kod preuzimanja koordinata Grand Hotela Park u Rovinju

Jednom kad su podatci uvezeni u aplikaciju QGIS, kreira se sloj preko kojega je moguće pregledati, urediti i izbrisati podatke tvoreći atributnu tablicu. Da bi se podatci mogli pregledati i na drugim računalima, potrebno je spremiti i kreirati sloj kao *shapefile*, jedan od najpoznatijih formata geoprostornih vektorskih podataka. Za prikaz pozicije hotela potrebna je i karta koju je moguće kreirati ili uvesti iz neke određene mrežne lokacije. U odrađenom je projektu kao podloga korištena WMS (*Web Map Service*) datoteka koja pruža jednostavno HTTP sučelje za zahtijevanje georegistriranih slika karte iz jedne ili više distribuiranih geoprostornih baza podataka. WMS zahtjev definira geografski sloj i interesno područje koje treba obraditi. WMS nije mrežno mjesto iako izgleda kao mrežno mjesto koje daje parametre za uspostavljanje veze između aplikacije i poslužitelja karata. (Izvor: Geokeek, How to add WMS in QGIS) Za izradu je projekta korišten WMS Državne geodetske uprave Republike Hrvatske.



Slika 40 WMS Geoportal, odabir karte za projekt

Kao što je vidljivo na Slici 41, ima više vrsta karata za prikaz koje se razlikuju po detaljima i bojama ovisno o potrebi: DOF, DOF_TOPONIMI, HOK, TK25. U ovom je projektu korištena karta DOF zbog izbjegavanja nepotrebnih detalja i jednostavnijega prikaza.



Slika 41 DOF karta

Za pregledavanje, uređivanje ili brisanje podataka potrebno je otvoriti desnim klikom kreirani sloj i označiti *open attribute table* čime se otvara novi prozor sa svim podacima (Slika 42).

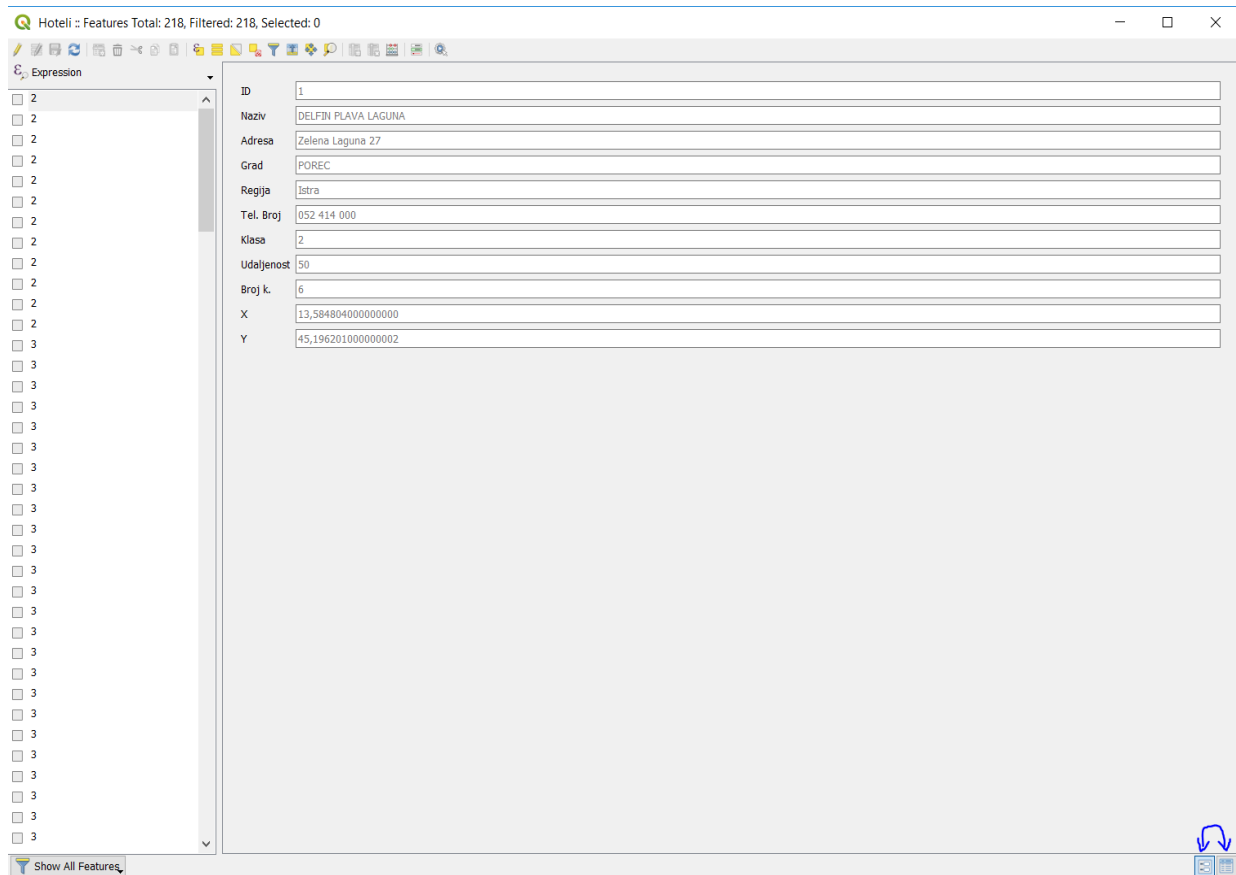
Hoteli : Features Total: 218, Filtered: 218, Selected: 0

ID	Naziv	Adresa	Grad	Regija	Tel. Broj	Klasa	Udaljenost	Broj k.	X	Y
1	1 DELFIN PLAVA LAGUNA	Zelena Laguna 27	POREC	Istra	052 414 000	2	50	6	13,584804000000...	45,196201000000...
2	2 HEDERA	Rabac bb	RABAC	Istra	052 872 028	4	100	7	14,149762000000...	45,080409000000...
3	3 ARENA HOTEL HOLIDAY	Ospovica 32	MEDULIN	Istra	052 572 700	3	150	4	13,938859000000...	44,814297000000...
4	4 PARK PLAZA HISTRIA	Verudela 17	PULA	Istra	052 590 000	4	50	4	13,839555000000...	44,836303000000...
5	5 PLAVI PLAVA LAGUNA	Zelena Laguna 10	POREC	Istra	052 413 000	3	30	3	13,590687000000...	45,201436999999...
6	6 SOL GARDEN ISTRA FOR PLAVA LAGUNA	Katoro 19	UMAG	Istra	052 716 000	4	200	4	13,517697999999...	45,459169000000...
7	7 MELIA CORAL FOR PLAVA LAGUNA ADULTS ONLY	Katoro 20	UMAG	Istra	052 701 000	5	50	3	13,514571999999...	45,460535000000...
8	8 PARK PLAZA ARENA	Verudela 31	PULA	Istra	052 375 000	3	100	5	13,829618000000...	44,836464999999...
9	9 PARK PLAZA BELVEDERE	Ospovica 33	MEDULIN	Istra	052 572 001	4	0	5	13,942558000000...	44,812067999999...
10	10 SOL UMAG FOR PLAVA LAGUNA	Šetalište Miramare 1	UMAG	Istra	052 714 000	4	20	3	13,513241000000...	45,444409999999...
11	11 VALAMAR SANFIOR	Lanterna 1	RABAC	Istra	052 465 000	4	50	3	14,166214000000...	45,074353000000...
12	12 ALBATROS PLAVA LAGUNA	Zelena Laguna 20	POREC	Istra	052 412 500	4	100	7	13,592983000000...	45,197355999999...
13	13 BRIONI	Šijanska cesta 4	PULA	Istra	052 356 500	2	50	4	13,829675000000...	44,838059000000...
14	14 GRAN VISTA PLAVA LAGUNA	Zelena laguna 13	POREC	Istra	052 413 500	3	100	5	13,591462999999...	45,200111999999...
15	15 MATERADA PLAVA LAGUNA	Špadici 13	POREC	Istra	052 415 000	6	100	6	13,595233000000...	45,248103999999...
16	16 MEDITERAN PLAVA LAGUNA	Plava laguna	POREC	Istra	052 415 900	3	100	4	13,596323999999...	45,212243000000...
17	17 SOL AURORA FOR PLAVA LAGUNA	Katoro 18	UMAG	Istra	052 717 000	4	50	3	13,516964000000...	45,456366000000...
18	18 SOL SIPAR FOR PLAVA LAGUNA	Jadranska ul. 78	UMAG	Istra	052 713 000	4	50	4	13,510629000000...	45,442723000000...
19	19 VALAMAR TAMARIS HOTEL	Lanterna 6	POREC	Istra	052 465 000	4	100	4	13,578267000000...	45,297677000000...
20	20 ALLEGRO/MIRAMAR	Svetog Andrije 1	RABAC	Istra	052 465 000	3	0	5	14,162556000000...	45,074770999999...
21	21 AMINNESS LAGUNA	Via Terre 4	NOVIGRAD	Istra	052 858 600	3	100	4	13,574607000000...	45,316077999999...
22	22 AMINNESS MAESTRAL	Terre 2	NOVIGRAD	Istra	052 858 600	4	100	4	13,574092000000...	45,316263999999...
23	23 EDEN	Ul. Luje Adamovica 33	ROVINJ	Istra	052 800 250	4	50	3	13,640992000000...	45,072946000000...
24	24 FAMILY HOTEL AMARIN	Val de Lesso 5	ROVINJ	Istra	052 800 250	4	50	4	13,624860999999...	45,103147000000...

Show All Features

Slika 42 Atributna tablica s podacima

Kao što je vidljivo na Slici 43, podatke je moguće pretraživati, premještati, filtrirati i obrađivati na više načina. Svaki redak u tablici predstavlja funkcionalnost, a svaki stupac sadrži određeni podatak o funkcionalnosti. Može se odabrati i prikaz podataka koji nam je potreban, tablični ili kao forma. Kad se odabere način forme, nije moguće prikazati podatke sve odjednom, nego samo pojedinačno zbog toga što su prikazani u obliku redaka. Za uređivanje je podataka potrebno uključiti malu ikonu u obliku olovke i isključiti je nakon spremanja svih promjena.

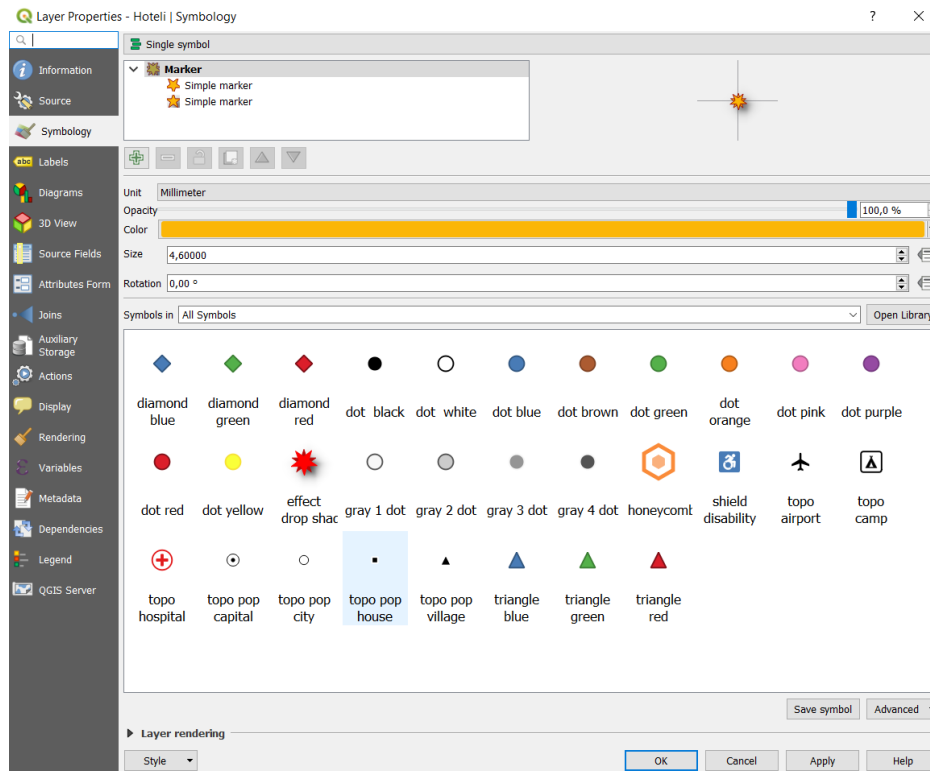


Slika 43 Prikaz podataka kao forma preko atributne tablice

12.4. Vizualizacija podataka na karti

Podatci su prikazani vektorski, odnosno kao točke na karti. Moguće je urediti oblike točaka i njihove boje putem sloja na kojem se nalaze podatci. Oblici točaka koji su ponuđeni sa strane aplikacije su: krugovi, kvadrati, rombovi, zvijezde, trokuti i još nekoliko personaliziranih oblika. Aplikacija nudi i izbor boje površine i obruba. Uz stiliziranje točaka, postoji i opcija prikaza određenih podataka na karti u obliku teksta. U projektu su prikazana imena hotela ispod svake točke te varira prikaz imena na

mapi zbog skaliranja karte. Prilikom uvećanja karte, kad su točke šire, prikazana su sva imena tih točaka. Također, postoji mogućnost stiliziranja prikazanoga teksta, od fonta pa sve do boja i pozadine. Postoji i mogućnost kreiranja dijagrama o podacima s vlastitim legendama, ali postoji i njihovo ograničenje jer poneke karte ne podržavaju tu opciju.



Slika 44 Stiliziranje točke/markera

12.5. Statistička analiza i usporedba podataka

Aplikacijom QGIS moguće je napraviti detaljnu statističku analizu podataka putem opcije *select features by using an expression* koristeći neku određenu formulu po interesu. U formulama je moguće koristiti aritmetičke operatore (=,>,<) i *booleove* operatore poput *and*, *or* i *not*.

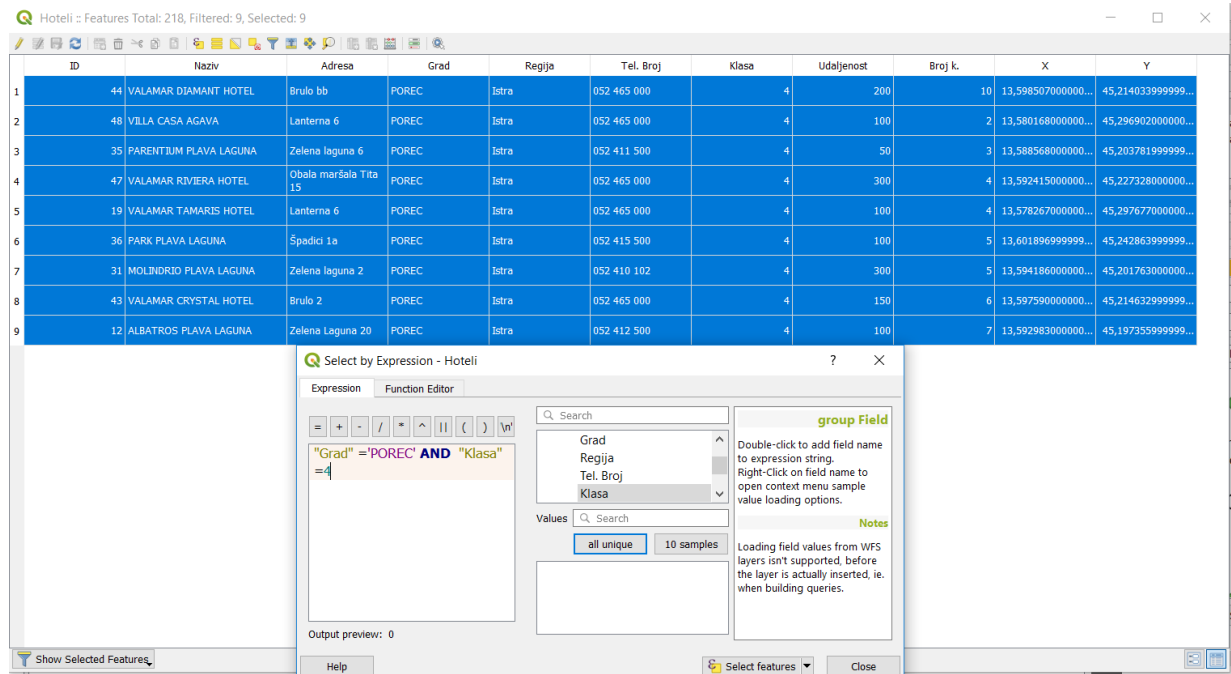
Primjer formule za prikaz svih hotela u Poreču s 4 zvjezdice izgleda ovako:

“Grad” =‘POREC’ AND “Klasa”= 4

Primjećuje se da su stringovi označeni jednostrukim navodnikom, dok za brojeve nisu potrebni navodnici. Dvostruki se navodnici koriste za oznaku određene kategorije ili atributa kojega tražimo, a ukratko označavaju kriterije potrage.

Za prikaz hotela čiji naziv počinje slovom „P“ potrebno je koristiti operator „LIKE“ pa zatim oznaku „%“: **“Naziv“ LIKE 'P%'**

Ako je ciljano pronaći stringove u kojima se nalazi određeno slovo, potrebno je koristiti sljedeću formulu: **“Naziv“ LIKE '%L%'**



Slika 45 Hoteli u Poreču s 4 zvjezdice

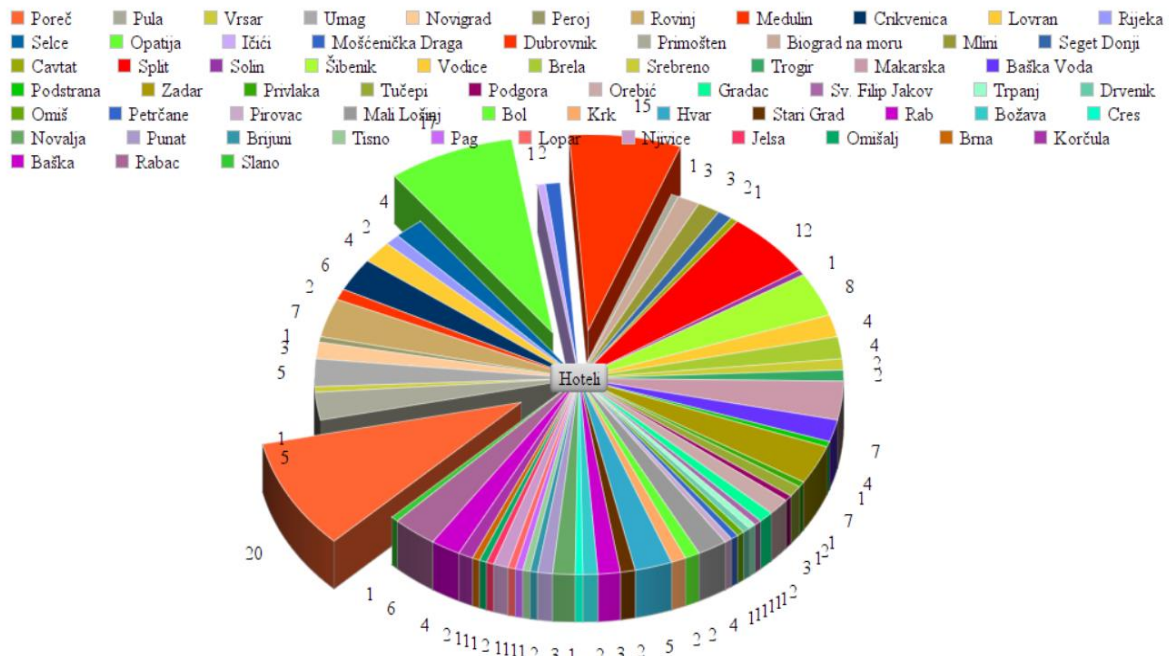
Analizirajući podatke dobile su se neke zanimljive statistički rezultati poput:

- Poreč je grad koji ima najveći broj hotela na hrvatskoj obali
- Dalmacija je regija s najvećim brojem hotela na hrvatskoj obali
- U Dalmaciji se najviše hotela nalazi u Dubrovniku
- Više je hotela na otocima (39) nego na Kvarneru (36)
- 22 hotela imaju 5 zvjezdica (najviše u Dubrovniku, čak 5 hotela)
- 82 hotela imaju manje od 4 zvjezdice
- 12 hotela imaju 2 zvjezdice
- 6 hotela imaju više od 8 katova (jedan se od njih nalazi u Poreču)
- 19 hotela je udaljeno više od 500 m od mora
- 10 hotela je udaljeno više od 1000 m od mora (svi se hoteli nalaze u Dalmaciji)
- 15 je hotela sa 5 zvjezdica i udaljeno manje od 100 m od mora

Napravljen je *tortni* dijagram pomoću mrežne stranice

<https://www.onlinecharttool.com/>, na kojoj je potrebno unijeti sve gradove i ručno

označiti koliko hotela ima svaki grad. Moguće je i personalizirati boju po vlastitom ukusu, no nije potrebno jer su automatski dodijeljene različite boje za pojedinačni grad.



Slika 46 Broj hotela po gradovima

Moguće je i načiniti numeričku statističku analizu određene kategorije, u kojoj se dobije: medijan, suma, minimum, maksimum, 1 kvartal, 3 kvartal, itd.

Statistics	
Hoteli	
123 Broj k. €	
Statistic	Value
Count	218
Sum	923
Mean	4.23394
Median	4
St dev (pop)	2.01721
St dev (sample)	2.02185
Minimum	0
Maximum	14
Range	14
Minority	0
Majority	3
Variety	11
Q1	3
Q3	5
IQR	2
Missing (null) values	0

Slika 47 Analiza broja katova

13. Zaključak

U ovom je diplomskom radu obrađena tema geovizualizacije počevši s upoznavanjem geoinformacijskih sustava koji imaju glavnu ulogu kod geovizualizacije. Objašnjen je pojam geoinformatike i geoinformacijskih sustava, prolazeći kroz njihovu povijest i nekoliko njihovih primjena. Spomenute su i uspoređene GIS-ove prednosti i nedostaci i objašnjena je GIS-ova važnost i takav pogled na realni svijet. Detaljno su obrađene i komponente GIS-a poput hardvera, softvera, podataka, metoda i ljudskih resursa koje imaju veliki utjecaj na njegovu budućnost. Objašnjeni su rasterski model podataka i vektorski model podataka koji su bitni čimbenici kod formiranja GIS-a kao i po čemu se oni razlikuju. Bitno je spomenuti i kojim se formatima prikazuje okruženje, među kojima su najznačajniji: *shapefile*, *csv*, *geodatabase*, *geoJSON*, *geoTIFF*, itd. Podatci se spremaju u bazama podataka što je u današnje vrijeme vrlo praktično i olakšano za razliku od prošlosti kad se moralo sve ručno držati u arhivima.

Objašnjen je pojam geovizualizacije, koja predstavlja sintezu znanstvene vizualizacije, kartografije, analize satelitskih snimaka, statističke analize prostornih podataka i GIS-a da bi se razvila teorija, metode i alati za vizualno istraživanje, analizu, sintezu i prikazivanje geografskih podataka. Geovizualizacija je usko povezana s vizualizacijom, s time da se bavi isključivo geoprostornim podacima. Podatci koji se koriste kod geovizualizacije mogu biti 1D podatci, 2D podatci ili višedimenzionalni podatci. U jednom je poglavlju spomenuta važnost 3D GIS-a i kako se razvijao kroz povijest. Najkorišteniji je programski jezik u GIS-u Python zbog njegove jednostavnosti i velikoga potencijala. Python kao skriptni jezik nudi fleksibilnost na različitim načinima razvoja za geoprostorno programiranje.

Na kraju diplomskoga rada, tema geovizualizacije primijenjena je na praktičnom primjeru *Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali*, u kojem su podatci vizualno prikazani na određenoj vrsti karte s određenim informacijama. U tom su projektu korišteni hoteli kao podatci, nekoliko informacija o njima poput grada, regije, broja telefona, adrese, udaljenosti od mora, broja katova i klasa da bi se korisniku olakšalo pronaći sve potrebne informacije na istom mjestu. Podatci su na kraju analizirani i uspoređeni da bi se došlo do nekih zaključaka. Nakon odrađenoga

projekta vidljivo je da je hrvatska obala bogata hotelima, te da se može očekivati da ta brojka raste iz godine u godinu.

14. Popis literature

Literatura

Bolstad P. (2016.) *Gis fundamentals*. Fifth Edition, Acton (MA): XanEndu

Tutić D., N. Vučetić i M. Lapaine (2002.) *Uvod u GIS*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu,

Fazal S.(2018.) *GIS basics*, New Delhi: New age international (p) ltd, publishers

Toskić A. (2013.) *Vizualizacija prostornih podataka u GIS-u*, Dubrovnik

Donolo R. M. (2014.) *Contributions to geovisualization for territorial intelligence*, Emerging Technologies [cs.ET], INSA de Lyon; Universita' degli studi di Roma

Dykes J., A. M. Maceachren i M.J. Kraak (2005.) *Exploring geovisualization*, International Cartographic Association by Elsevier

Abdul-Rahman A. i M. Pilouk (2007.) *Spatial Data Modelling for 3D GIS*, Springer, New York

Web-izvori

Izvor: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko geološko naftni fakultet. Osnove geoinformatike [Online] dostupno na:

https://rudar.rgn.hr/~dperko/nids_dperkovic/predavanja/01_Uvod_u_geoinformatiku_02092010.pdf [Pristupljeno: 28. lipnja 2019.]

Izvor: Kartografija, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet. Uvod u GIS [Online] dostupno na:

http://www.kartografija.hr/old_hkd/obrazovanje/prirucnici/Uvod_u_GIS.pdf [Pristupljeno: 28. lipnja 2019.]

Izvor: Extension. What are some uses of GIS [Online] dostupno na:

<https://articles.extension.org/pages/40217/what-are-some-uses-for-gis> [Pristupljeno: 28. lipnja 2019.]

Izvor: Gislounge. Basic uses of GIS [Online] dostupno na:

<https://www.gislounge.com/basic-uses-of-gis/> [Pristupljeno: 29. lipnja 2019.]

Izvor: Gisgeography. The remarkable history of GIS [Online] dostupno na:

<https://gisgeography.com/history-of-gis/> [Pristupljeno: 29. lipnja 2019.]

Izvor: Grindgis. Components of GIS [Online] dostupno na:

<https://grindgis.com/blog/components-of-gis> [Pristupljeno: 29. lipnja 2019.]

Izvor: Planet botany. Components of a GIS [Online] dostupno na:

http://planet.botany.uwc.ac.za/nisl/GIS/GIS_primer/page_12.htm [Pristupljeno: 30. lipnja 2019.]

Izvor: Saylordotorg. Data, Information and Where to Find Them [Online] dostupno na:

https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/s07-data-information-and-where-to-.html [Pristupljeno: 30. lipnja 2019.]

Izvor: Saylordotorg. Vector data models [Online] dostupno na: https://saylordotorg.github.io/text_essentials-of-geographic-information-systems/s08-02-vector-data-models.html [Pristupljeno: 30. lipnja 2019.]

Izvor: Justbtech. Types of raster data model: Advantages, Disadvantages [Online] dostupno na: <https://www.justbtech.com/raster-data-model-types-and-compression-methods/> [Pristupljeno: 01. srpnja 2019.]

Izvor: Mangomap. GIS data [Online] dostupno na: <https://mangomap.com/gis-data> [Pristupljeno: 01. srpnja 2019.]

Izvor: GISConsortium. Importance of databases [Online] dostupno na: <http://public.gisconsortium.org/importance-of-databases/> [Pristupljeno: 01. srpnja 2019.]

Izvor: Bayt. What is RDBMS and what is its use in GIS [Online] dostupno na: <https://specialties.bayt.com/en/specialties/q/368247/what-is-rdbms-and-what-is-its-use-in-gis/> [Pristupljeno: 02. srpnja 2019.]

Izvor: FER, unizg. Napredni modeli i baze podataka [Online] dostupno na: https://www.fer.unizg.hr/download/repository/3.OOBP_i_ORBP.pdf [Pristupljeno: 02. srpnja 2019.]

Izvor: Gistbok. Geovisualization [Online] dostupno na: <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/geovisualization> [Pristupljeno: 02. srpnja 2019.]

Izvor: gdmc. 3D GIS it's a brave New World [Online] dostupno na: http://www.gdmc.nl/3dcadastres/literature/3Dcad_2011_04 [Pristupljeno: 04. srpnja 2019.]

Izvor: Gistbok. Python for GIS [Online] dostupno na: <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/python-gis> [Pristupljeno: 04. srpnja 2019.]

Izvor: osgl. Geovizualizacija u R jeziku [Online] dostupno na:
<http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvvk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html> [Pristupljeno: 15. srpnja 2019.]

Izvor: Wikipedia. QGIS [Online] dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/QGIS>
[Pristupljeno: 15. srpnja 2019.]

Izvor: Geogeeek. How to add a WMS in QGIS [Online] dostupno na:
<https://geogeeek.xyz/how-to-add-a-wms-in-qgis.html> [Pristupljeno: 20. srpnja 2019.]

Slike

Slika 1 Example of geographical system (researchgate) [Online],
https://www.researchgate.net/figure/Example-of-geographical-information-system-GIS-mapping-in-environmental-studies-Photo_fig1_330567969 [Pristupljeno: 28. lipnja 2019.]

Slika 2 Basic use of GIS, mapping data [Online], <https://www.gislounge.com/basic-uses-of-gis/>[Pristupljeno: 28. lipnja 2019.]

Slika 3 Types of buffers in GIS [Online],
https://falevireza.blogspot.com/2015/06/pertemuan-5-sip-operasi-spasial-sig_97.html?view=flipcard [Pristupljeno: 29. lipnja 2019.]

Slika 4 Overlay analysis in GIS [Online],
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/overlay-analysis.htm>
[Pristupljeno: 29. lipnja 2019.]

Slika 5 Fazal S. (2008.) GIS basics, str. 9, The GIS View of the World, [Pristupljeno: 01. srpnja 2019.]

Slika 6 Bolstad P. (2016) GIS fundamentals, str. 15, Hardware for GIS[Pristupljeno: 01. srpnja 2019.]

Slika 7 Arcgis desktop [Online], <http://desktop.arcgis.com/en/apps/>[Pristupljeno: 01. srpnja 2019.]

Slika 8 What is the power of GIS [Online], <https://www.quora.com/What-is-the-power-of-GIS-What-great-things-can-GIS-achieve> [Pristupljeno: 03. srpnja 2019.]

Slika 9 Fazal S. (2008.) GIS basics, str. 85, Spatial Data Structure and Models, [Pristupljeno: 03. srpnja 2019.]

Slika 10 Mikolić A. (pdf)GIS u prostornom planiranju, str. 85, Spatial Data Structure and Models, [Pristupljeno: 05. srpnja 2019.]

Slika 11 Researchgate [Online], https://www.researchgate.net/figure/Point-line-and-polygon-features-in-GIS-Source-Adapted-from-Campbell-and-Shin-2011_fig1_277929492 [Pristupljeno: 05. srpnja 2019.]

Slika 12 Justbtech, Types of raster data model [Online], <https://www.justbtech.com/raster-data-model-types-and-compression-methods/>[Pristupljeno: 07. srpnja 2019.]

Slika 13 Fazal S. (2008.) GIS basics, str. 113, The nature and Source of Geographic Data, [Pristupljeno: 07. srpnja 2019.]

Slika 14 Statsilk, mapshaper map conversion [Online], <https://www.statsilk.com/maps/convert-esri-shapefile-map-geojson-format> [Pristupljeno: 11. srpnja 2019.]

Slika 15 Fazal S. (2008.) GIS basics, str. 90, Geographic Data and geographic Information, [Pristupljeno: 11. srpnja 2019.]

Slika 16 RDB [Online], <https://toma0912.tistory.com/83> [Pristupljeno:13. srpnja 2019.]

Slika 17 FER, unizg, Napredni modeli i baze podataka [Online], https://www.fer.unizg.hr/download/repository/3.OOBP_i_ORBP.pdf [Pristupljeno: 13. srpnja 2019.]

Slika 18 Researchgate [Online], https://www.researchgate.net/figure/Proposed-analysis-and-geovisualization-for-the-target-Improving-social-and-economic_fig4_318517041[Pristupljeno: 18. srpnja 2019.]

Slika 19 Gistbok, Geovisualization concepts [Online], <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/geovisualization>[Pristupljeno: 18. srpnja 2019.]

Slika 20 Gistbok, Geovisualization concepts [Online], <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/geovisualization> [Pristupljeno: 24. srpnja 2019.]

Slika 21 Gistbok, Geovisualization concepts [Online], <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/geovisualization> [Pristupljeno: 24. srpnja 2019.]

Slika 22 Gistbok, Geovisualization concepts [Online], <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/geovisualization> [Pristupljeno: 24. srpnja 2019.]

Slika 23 Donolo R. M. (2014.) *Contributions to geovisualization for territorial intelligence*, str. 39., Examples of geovisualization in urban and extra-urban areas [Pristupljeno: 24. srpnja 2019.]

Slika 24 Donolo R. M. (2014.) *Contributions to geovisualization for territorial intelligence*, str. 40., Examples of geovisualization in urban and extra-urban areas [Pristupljeno: 28. srpnja 2019.]

Slika 25 Esri, 3D GIS [Online], https://www.esri.com/arcgis-blog/author/madeline_geodesign/ [Pristupljeno: 28. srpnja 2019.]

Slika 26 ArcGIS [Online], <http://www.franciscogaliano.es/tag/arcgis/>[Pristupljeno: 31. srpnja 2019.]

Slika 27 QGIS desktop [Online],

<https://communityhealthmaps.nlm.nih.gov/2014/09/20/map-and-analyze-field-data-with-qgis/>

[Pristupljeno: 31. srpnja 2019.]

Slika 28 Programming in ArcGIS with Python (Geoawesomeness) [Online],

<https://geoawesomeness.com/programming-arcgis-python-beginners-guide/> [Pristupljeno: 31.

srpnja 2019.]

Slika 29 R logo, Introduction to big data[Online],

<https://www.ise.bgu.ac.il/labs/fire/lectures/Lecture%201->

[%20Introduction%20to%20Big%20Data.pdf](https://www.ise.bgu.ac.il/labs/fire/lectures/Lecture%201-%20Introduction%20to%20Big%20Data.pdf) [Pristupljeno: 31. srpnja 2019.]

Slika 30 Geovizualizacija u R jeziku [Online],

<http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html> [Pristupljeno: 03.

kolovoza 2019.]

Slika 31 Geovizualizacija u R jeziku, Izrada tematskih karata u paketu ggplot2

[Online], [http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html#izrada-](http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html#izrada-tematskih-karata-u-paketu-ggplot2)

[tematskih-karata-u-paketu-ggplot2](http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html#izrada-tematskih-karata-u-paketu-ggplot2) [Pristupljeno: 03. kolovoza 2019.]

Slika 32 Geovizualizacija u R jeziku, izrada web karata koristeći paket mapview

[Online], [http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html#izrada-web-](http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html#izrada-web-karata-koristeci-paket-mapview)

[karata-koristeci-paket-mapview](http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html#izrada-web-karata-koristeci-paket-mapview) [Pristupljeno: 05. kolovoza 2019.]

Slika 33 Prikaz podataka (hotela) na DOF karti, projekt „Geovizualizacija hotelskih

smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 07. kolovoza 2019.]

Slika 34 Excel logo [Online], [https://www.fiverr.com/stephenlusk/enter-and-format-data-](https://www.fiverr.com/stephenlusk/enter-and-format-data-in-excel-and-google-sheets)

[in-excel-and-google-sheets](https://www.fiverr.com/stephenlusk/enter-and-format-data-in-excel-and-google-sheets) [Pristupljeno: 07. kolovoza 2019.]

Slika 35 QGIS [Online], https://portable.info.pl/qgis-portable/qgis_2-2_valmiera/

[Pristupljeno: 07. kolovoza 2019.]

Slika 36 Hoteli na hrvatskoj obali (Istra, Kvarner, Dalmacija, otoci) [Online], <https://www.uniline.hr/hrvatska/istra-hoteli.php> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2019.]

Slika 37 Prikaz podataka u excelu, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 11. kolovoza 2019.]

Slika 38 Uvoz podataka u aplikaciji QGIS putem .csv datoteke, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 11. kolovoza 2019.]

Slika 39 Traženje koordinata hotela (Grand Park Hotel- Rovinj) putem Google Maps-a [Online], <https://www.google.com/maps/place/Grand+Park+Hotel+Rovinj/@45.0755691,13.6375963,15z/data=!4m8!3m7!1s0x0:0x832981882e6f1d8f!5m2!4m1!1i2!8m2!3d45.0755691!4d13.6375963> [Pristupljeno: 13. kolovoza 2019.]

Slika 40 Dodavanje sloja, podloge za prikaz podataka: DOF karta putem WMS-a , projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 13. kolovoza 2019.]

Slika 41 DOF karta – podloga za prikaz podataka, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 13. kolovoza 2019.]

Slika 42 Atributna tablica u aplikaciji QGIS prikazana tabličnim prikazom, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 15. kolovoza 2019.]

Slika 43 Podatak u atributnoj tablici prikazan kroz formu, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 15. kolovoza 2019.]

Slika 44 Svojstva sloja – stiliziranje markera za prikaz na karti, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 15. kolovoza 2019.]

Slika 45 Kriterij selektiranja u atributnoj tablici koristeći određenu formulu za prikaz podataka, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 18. kolovoza 2019.]

Slika 46 Graf ukupnih hotela po gradovima duž hrvatske obale, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 18. kolovoza 2019.]

Slika 47 Numerička statistika određene kategorije u QGIS-u, projekt „Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali“ [Pristupljeno: 20. kolovoza 2019.]

Tablice

Tablica 1 Gistbok, prikaz utjecajnih geovizualizacijskih softvera [online], <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/geovisualization>

Tablica 2 GIS-ovi principi i njihove odgovarajuće web komponente, Rahma A. A. i M. Pilouk, Spatial data modeling for 3D GIS (2007), Web 3D GIS, str. 234

Tablica 3 Geoprostorni skup paketa u Pythonu [online], <https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/python-gis>

Kodovi

Kodovi su preuzeti iz sljedećih izvora:

<http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html>

<http://osgl.grf.bg.ac.rs/books/gvbk/geovizualizacija-u-r-jeziku.html#izrada-tematskih-karata-u-paketu-ggplot2>

15. Sažetak

Cilj je ovoga diplomskog rada pojasniti geovizualizaciju kroz teoriju pa sve do praktičnih primjera. Objasnjeni su geoinformacijski sustavi i geovizualizacija kao pojam, njihova povijest, njihove komponente i primjena. U radu je spomenuta i važnost jezika Python kod GIS-a, pogotovo kod geovizualizacije, te je navedeno nekoliko primjera da bi se razumjela njihova povezanost. Tema je obrađena samostalno uz pomoć literature i raznih mrežnih izvora. Da bi geovizualizacija bila još jasnija, proveden je praktični projekt pod nazivom *Geovizualizacija hotelskih smještaja na hrvatskoj obali*, u kojem su prikazani hoteli na DOF karti s određenim dodatnim informacijama poput adrese, grada, telefonskoga broja, udaljenosti od mora, broja katova i klase. Uz svaki podatak o hotelu pronađene su i njegove koordinate zasebno da bi bio omogućen prikaz na karti. Korišteno je dizajniranje i uređivanje prikaza podataka da bi podatci bili što uočljiviji i organiziraniji na karti. Nakon projekta provedena je i statistička analiza o traženim podacima poput grada s najvećim brojem hotela, ukupnoga broja hotela s 5 zvjezdica, ukupnoga broja hotela čija je udaljenost od mora veća od 1000 m, itd. Ustanovilo se da je hrvatska obala bogata hotelima, da ta brojka raste iz godine u godinu, te da se sve više i više ulaže u turizam općenito.

Ključne riječi: *geoinformacijski sustavi, geovizualizacija, Python, projekt, podatci, statistička analiza, karta.*

16. Summary

The aim of this Master's thesis is to explain geovisualization through theory to a practical example. Geoinformation systems and geovisualization are explained as a term, as well as their history, their components and use. In the thesis is also explained the importance of the programming language Python, especially in geovisualization, and several examples are given to understand their connectivity. The topic was handled independently with the help of the literature and various web sources. To make geovisualization even clearer, a hands-on project called „Geovisualization of hotel accommodations on the Croatian coast was developed, showing hotels on the DOF map with some additional information such as address, city, telephone number, sead distance, number of floors and class. With each data, its coordinates were also found separately to allow it to be displayed on the map. Design and editing of the data presentation were also used to make the data as visible and organized as possible on the map. After the completed project, a statistical analysis was conducted on the requested data such as the city with the largest number of hotels, the total number of 5 star hotels, the total number of hotels whose distance from the sea is more than 1000 m, etc. It was found that the Croatian coast is rich in hotels, this figure it is growing year by year, and that more and more is being invested in tourism in general.

Key words: Geoinformation systems, geovisualization, Python, project, data, statistical analysis, map.